

DESENVOLVIMENTO E CONSTRUÇÃO DE UM MÓDULO DIDÁTICO DE AUTOMAÇÃO PNEUMÁTICA PARA CÉLULA DE MANUFATURA

Odmartan R. Maciel¹ *, João P. W. da Silva², Giovani P. B. Dambroz², Ben-Hur R. Maciel², Antonio C. Valdiero³

1. Ex-bolsista PIBIC/CNPq da UNIJUÍ/ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da UFSC

2. Estudante de IC do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da UNIJUÍ

3. Doutor/ Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da UNIJUÍ/ Orientador

Resumo:

Apresentam-se os resultados do desenvolvimento e da construção de um módulo didático de automação pneumática para uma célula de manufatura utilizada como instrumento de aprendizagem no curso de Engenharia Mecânica da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ). Desenvolveu-se o módulo a partir do pressuposto de que os sistemas pneumáticos se constituem em alternativa viável e sustentável para sistemas de automação, proporcionando uma melhoria na produtividade e na qualidade final de manufatura de produtos. Utilizou-se uma metodologia integrada de projeto de produtos industriais para concepção do módulo. Os resultados evidenciam que a aplicação da álgebra booleana permite a otimização do sistema de automação pneumática, por meio da substituição do método intuitivo por um método sistemático. A concepção modular permite a fácil adequação com montagem de novos módulos acessórios, bem como a alteração ou atualização do sistema de manufatura.

Autorização legal: O trabalho não requer a autorização legal para execução da pesquisa.

Palavras-chave: sistema de automação pneumática; álgebra booleana; célula didática de manufatura.

Apoio financeiro: UNIJUÍ, CAPES, FAPERGS, CNPq e FINEP.

Trabalho selecionado para a JNIC pela instituição: UNIJUÍ

Introdução:

Em um mundo globalizado que exige o máximo de precisão e eficiência, os sistemas de automação destacam-se por gerar uma melhoria na produtividade e qualidade final do produto (VALDIERO, MANTOVANI, et al., 2016), além de substituir tarefas manuais e insalubres. Devido à sua simplicidade e ao baixo custo de seus componentes básicos, os sistemas pneumáticos se tornam uma excelente alternativa para sistemas de automação (BOLLMANN, 1997).

Um sistema de automação pneumático caracteriza-se pela transmissão de energia por um fluido de trabalho que não causa danos ao meio ambiente, o ar, caracteriza-se também pela flexibilidade de usos e aplicações, boa relação peso/potência e pela durabilidade, segurança e facilidade de operação (BOLLMANN, 1997).

Atuadores pneumáticos são amplamente utilizados em muitas indústrias com a finalidade de perfuração, efetuar prensão e outras aplicações (SALIM, ISMAIL, et al., 2013). Caracterizam-se por serem mecanicamente simples e robustos, possuem boas propriedades energéticas devido à compressibilidade do ar e são relativamente baratos (TASSA, WU, et al., 2013).

Com o objetivo de reduzir o número de válvulas e otimizar o sistema, aplicou-se um método de otimização baseado na álgebra booleana. A álgebra booleana é utilizada para manipulação de objetos que podem assumir dois valores, normalmente verdadeiro e falso (NULL, 2010).

O sistema de automação pneumático utilizado neste trabalho é do tipo convencional. Este sistema de automação é utilizado no acionamento de um atuador pneumático que irá realizar uma estampagem de uma peça na célula de manufatura. O sistema de automação pneumático aplicado no módulo é utilizado no curso de Engenharia Mecânica da UNIJUÍ. Com propósitos didáticos, procurou-se montar o circuito pneumático de uma forma semelhante ao apresentado por Bollmann (1996) e foi utilizado como objeto de aprendizagem por estudantes de graduação, mestrado e doutorado. Tal método tem por objetivo permitir que o circuito pneumático possa ser melhor visualizado por estudantes por meio de uma atividade prática com aplicação real.

Este trabalho tem por objetivo apresentar o desenvolvimento e construção de um módulo didático de automação pneumática para uma célula de manufatura. Esta célula de manufatura é descrita em VALDIERO, MANTOVANI, et al (2016). Objetiva também a promoção de uma inter-relação entre a mecatrônica e os desafios encontrados no dia-a-dia, de modo a aplicar tais conhecimentos e técnicas para o bem comum.

Metodologia:

O sistema de automação pneumático utilizado neste trabalho é do tipo convencional, com a otimização do projeto do circuito pneumático através da aplicação da álgebra booleana. Este sistema de automação é utilizado no acionamento de um atuador pneumático que aciona o mecanismo de estampagem de uma peça na célula de manufatura.

Definiu-se que o sistema de acionamento pneumático deve atender aos seguintes critérios:

- (a) Dois comandos manuais (botões) devem estar acionados;
- (b) A grade de proteção fechada e o pedal acionado ou ainda;
- (c) A grade fechada e um dos dois comandos manuais acionados.

Os critérios descritos acima visam a atender questões de segurança de operação, condicionando ao operador acionar o equipamento com as duas mãos ocupadas ou com a grade de proteção fechada quando acionado o pedal.

Para o sistema de acionamento, inicialmente aplicou-se uma metodologia de projetos de comandos binários. Obteve-se como resultando nove possibilidades/combinções para a realização do acionamento do atuador, explicitadas nas linhas em que tem-se a saída (S) com valores iguais a 1, valor que identifica a condição de "verdade". Estes dados estão apresentados na Tabela 1.

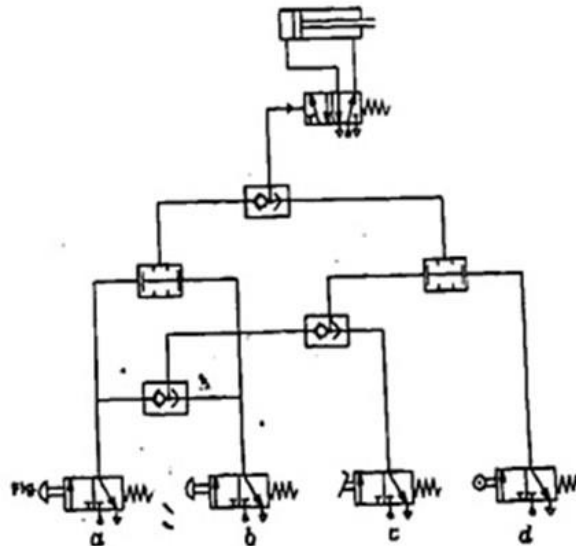
Tabela 1 - Tabela verdade

Linha	E4	E3	E2	E1	S
00	0	0	0	0	0
01	0	0	0	1	0
02	0	0	1	0	0
03	0	0	1	1	1
04	0	1	0	0	0
05	0	1	0	1	0
06	0	1	1	0	0
07	0	1	1	1	1
10	1	0	0	0	0
11	1	0	0	1	1
12	1	0	1	0	1
13	1	0	1	1	1
14	1	1	0	0	1
15	1	1	0	1	1
16	1	1	1	0	1
17	1	1	1	1	1

Fonte: Próprio autor.

Posteriormente aplicou-se a álgebra booleana a fim de otimizar o sistema, procedimento descrito em Bollmann (1996). Na Figura 1 está ilustrado o circuito pneumático conforme a norma ISO 1219. Após a otimização, obteve-se uma redução para quatro possibilidades/combinções de acionamento do atuador.

Figura 1 - Circuito pneumático de acordo com a norma ISO 1219

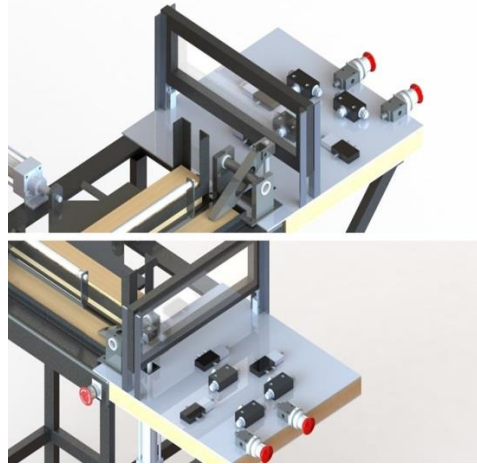


Fonte: Bollmann (1996)

Partindo de uma metodologia de projetos de produtos mecatrônicos, descrita em Valdiero e Rasia (2016), inicialmente analisou-se as necessidades do projeto. Definiu-se que os aspectos mais importantes seriam a garantia da funcionalidade do sistema de automação, bem como a funcionalidade do sistema de estampagem, a ergonomia e a modulariedade.

Após esta análise, desenvolveu-se o projeto conceitual (Figura 2) e em seguida o projeto detalhado.

Figura 2 - Maquete eletrônica do módulo didático de automação pneumática.



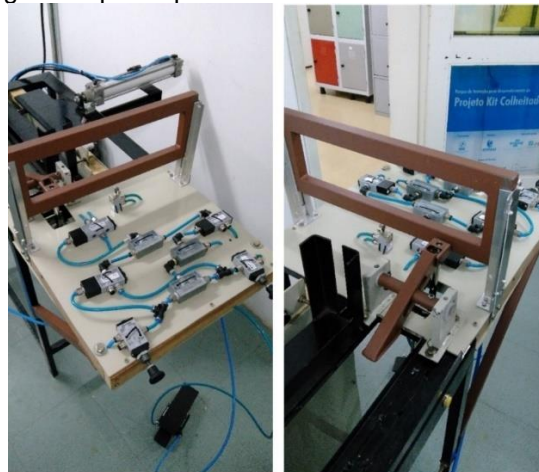
Fonte: Próprio autor.

Resultados e Discussão:

Apresentam-se as etapas de testes e verificação dos resultados obtidos após a construção do protótipo do módulo didático de automação pneumática para a célula de manufatura.

Os testes desenvolveram-se por meio de etapas de verificação das funcionalidades do protótipo. Na Figura 3 está ilustrada a montagem final do protótipo modular, com duas imagens em dois pontos de visão diferentes.

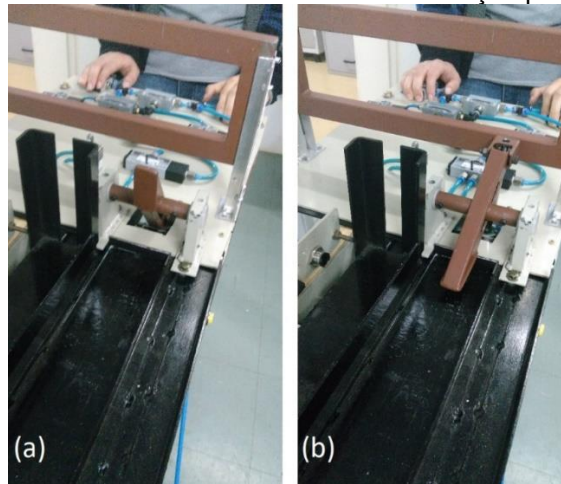
Figura 3 - Montagem do protótipo do módulo didático de automação pneumática



Fonte: Próprio autor.

Inicialmente testou-se o sistema de acionamento pneumático. Constatou-se que o mesmo realizou o acionamento conforme projetado (Figura 4). No detalhe, tem-se o sistema de estampagem antes do acionamento (Figura 4-a) e após o acionamento dos dois botões (Figura 4-b).

Figura 4- Testes do módulo didático de automação pneumática

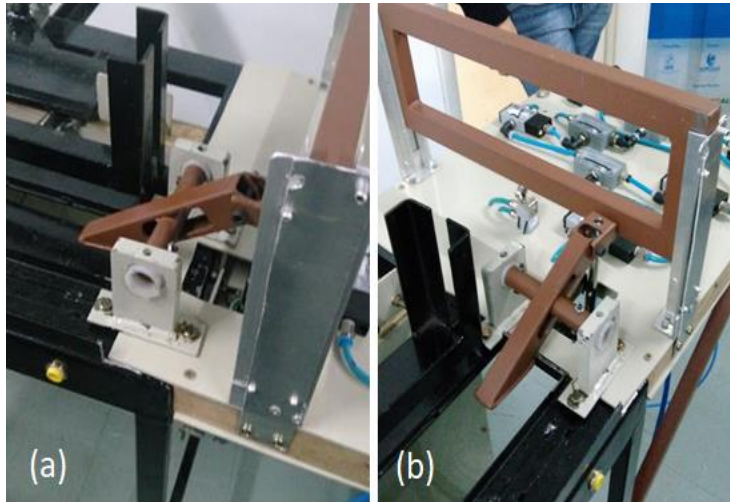


Fonte: Próprio autor.

Também foram realizados os testes para verificação das outras possibilidades de acionamento, apresentadas na Equação 3.

Após, foram realizados testes a fim de verificar a funcionalidade do mecanismo de estampagem (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**-a. Constatou-se que o mesmo realizou a solicitação conforme projetado. Foram realizados diversos testes para testar a repetibilidade do módulo após as melhorias, salienta-se que o mesmo teve o desempenho esperado, conforme ilustrado na Figura 5-b.

Figura 5 - (a) Testes da funcionalidade do mecanismo de estampagem e (b) testes de repetibilidade



Fonte: Próprio autor.

Foram realizados diversos testes para testar a repetibilidade do módulo após as melhorias, salienta-se que o mesmo teve o desempenho esperado, conforme ilustrado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Conclusões:

Com o desenvolvimento da automação industrial, evidencia-se a importância da automação a fim de evitar a exposição de trabalhadores a tarefas insalubres e repetitivas, além dos ganhos de produtividade. O trabalho apresentado mostra de maneira metodológica que a concepção de um sistema pneumático é capaz de atender os requisitos definidos.

A otimização do sistema de automação pneumática foi possível através da aplicação da álgebra booleana, de modo que possibilitou a redução do número de válvulas utilizadas para o acionamento da máquina operatriz e atendeu as exigências de projeto. Tal ganho reflete num menor investimento em válvulas, e consequentemente, menor custo do sistema.

Os resultados mostram a importância da utilização de uma metodologia de projeto integrado que preveja os aspectos de automação e de segurança para o acionamento de máquinas operatrizes por meio de soluções modulares com tecnologia pneumática.

Referências bibliográficas

BOLLMANN, A. **Fundamentos da automação industrial pneumática. Projeto de Comandos Binários Eletropneumáticos**. São Paulo: Associação Brasileira de Hidráulica e Pneumática, 1997.

NULL, L. A. L. J. **Princípios Básicos de Arquitetura e Organização de Computadores**. 2. ed. [S.l.]: Bookman, 2010.

SALIM, S. N. S. et al. Tracking performance and disturbance rejection of pneumatic actuator system. **9th Asian Control Conf.**, 2013. 1-6.

TASSA, Y. et al. Modeling and identification of pneumatic actuators. **IEEE International Conference Mecha-tronics and Automation**, 2013.

VALDIERO, A. C. et al. Development of a Pneumatically Driven Cell for Low Cost Automation. **Journal of Industrial Engineering**, 2016. 8.

VALDIERO, A. C.; RASIA, L. A. Gestão de projetos de pesquisa e desenvolvimento de produtos mecatrônicos. In: VALDIERO, A. C.; THESING, N. J. **Desafios em Engenharia Industrial**. Ijuí: UNIJUÍ, v. 1, 2016. Cap. 2, p. 89-106.