

# MANIPULADOR ELETROPNEUMÁTICO DE TRÊS EIXOS

## Three-axis electro-pneumatic manipulator

Arilson Busch  
Gustavo Henrique Neis  
João Marcos Julkoski  
Mateus Pedro Lang  
Rodrigo Deluca  
Julia Grasiela Busarello Wolff<sup>1</sup>

**Resumo:** Na indústria, existem vários modelos de manipuladores eletropneumáticos. Estes desempenham as mais variadas funções. Eles são utilizados para transporte de peças e contribuem para a segurança de operadores em trabalhos nos quais há riscos de acidentes, além de realizar o processo com agilidade e alto rendimento. Os manipuladores pneumáticos devem ser projetados de acordo com a necessidade de aplicação, pois, assim, desempenharão alta qualidade e confiabilidade no serviço.

Palavras-chave: Manipulador. Pneumática. Automação.

**Abstract:** In the industry there are several models of electropneumatic manipulators, where these perform the most varied functions. These devices are used to transport parts and contribute to the safety of operators in jobs where there are risks of accidents, in addition to carrying out the process with agility and high efficiency. The pneumatic manipulators must be designed according to the need of application, as this will perform high quality and reliability in the service.

Keywords: Manipulator. Pneumatic. Automation.

### Introdução

Atualmente, a competitividade produtiva é ampla, procura-se produzir produtos de boa qualidade com menor custo e, isso se dá, graças a processos de fabricação automatizados. Com esses processos, consegue-se diminuir custos com mão de obra, matéria-prima e o preço final do produto também sofre alteração. No entanto, a vantagem mais importante da automação é poder substituir o operador em processos que envolvam riscos de acidentes. Os manipuladores eletropneumáticos são utilizados para a realização de transporte de peças. Operam com agilidade e garantem a segurança do operador no transporte de peças: quentes, pesadas, cortantes, e outras, que podem ocasionar risco à integridade física do operador, além de poder danificar equipamentos. O custo dos manipuladores eletropneumáticos é um diferencial, porém depende do nível de precisão que se deseja obter. Quanto mais alta a precisão desejada, mais alto o custo de automação.

### Justificativa

Há várias razões para que a indústria invista em automação. Ao implantar sistemas automatizados nos processos produtivos, a qualidade do processo e do produto pode ser melhorada, pois tende a diminuir falhas operacionais, como a falta de atenção ou cansaço.

---

<sup>1</sup> Centro Universitário Leonardo Da Vinci – UNIASSSELVI – Rodovia BR 470 – Km 71 – nº 1.040 – Bairro Benedito – Caixa Postal 191 – 89130-000 – Indaial/SC. Fone (47) 3281-9000 – Fax (47) 3281-9090 – *E-mail*: gustavo\_henriqueneis@hotmail.com; wolff1980@gmail.com.

---

A automação aumenta a segurança no processo de trabalho, tanto do equipamento e, principalmente, do operador. A humanização do ambiente de trabalho desempenha um momento muito importante para incentivar a automação. Isso significa que tanto o trabalho em si, como as condições ambientais podem ser aliviados. Por exemplo, as máquinas podem ser instaladas para executar as tarefas mais difíceis, aquelas realizadas sob condições ambientais extremas, como altas temperaturas, níveis elevados de ruído ou poluição. O operador pode, então, concentrar-se no controle, monitoramento ou planejamento e, assim, evitar riscos à saúde.

Por fim, mas não menos importante, a racionalização, do ponto de vista empresarial desempenha um papel digno. Através da racionalização, reduzem-se os custos. Em caso de falta de mão de obra, a produção pode manter-se pelo aumento de máquinas. A esse respeito, deve notar-se que a racionalização não é necessariamente acompanhada por um declínio no emprego, mas pode fazer uma verdadeira reestruturação da empresa.

## **Objetivo**

A realização do protótipo de um manipulador eletropneumático tem como objetivo realizar a simulação de movimentação de carga em um processo produtivo podendo, assim, ser analisadas as vantagens e as desvantagens de automatizar uma das etapas dos processos de produção.

O manipulador executará a função de movimentar um certo objeto de um ponto a outro, num ciclo, sempre executando a mesma tarefa. Com a automação desse processo, serão criados padrões de processos, já que o manipulador sempre executará a mesma operação e será verificado se é um dos meios através dos quais é possível atingir melhores níveis de qualidade e segurança.

## **Automação industrial**

Para compreensão do tema escolhido, deve-se compreender alguns assuntos, como a importância da automação industrial no mercado atual. A automação industrial é uma grande tendência de mercado no mundo atual. A otimização de processos e a qualidade no serviço executado torna a automação industrial uma necessidade para todos os ramos, desde indústrias, comércio, entre outros. Definida como: aplicação de técnicas, *softwares* e/ou equipamentos específicos em uma determinada máquina ou processo industrial, com o objetivo de aumentar a sua eficiência, maximizar a produção com o menor consumo de energia e/ou matérias-primas, menor emissão de resíduos de qualquer espécie, melhores condições de segurança, seja material, humana ou das informações referentes a esse processo, ou ainda, de reduzir o esforço ou a interferência humana sobre esse processo ou máquina, tornando esse processo imprescindível para que qualquer estabelecimento permaneça vivo no mercado atual.

A automação industrial de um sistema é um procedimento mediante o qual as tarefas de produção que são realizadas por operadores humanos são transferidas a um conjunto de elementos tecnológicos levando-se em consideração possíveis eventualidades que possam ocorrer mantendo sempre a segurança e a qualidade (BERTULUCCI, 2016, s.p.).

Existe, hoje, inúmeras áreas onde a automação está causando uma grande revolução, e alguns exemplos destas áreas são: automobilística, química, petroquímica, mineração e farmacêutica. Todas através do uso de tecnologias robótica, sensores, inteligência artificial, entre outros. Como esse tipo de processo está sendo utilizado em larga escala por praticamente todos os setores, existem também uma grande quantidade de instituições oferecendo especializações nesta área, e também uma demanda enorme de profissionais entrando nesse mercado, que está de portas abertas para ideias revolucionárias.

---

É comum pensar que a automação resulta tão somente do objetivo de reduzir custos de produção. Isso não é verdade, ela decorre mais de necessidades, tais como: maior nível de qualidade, expressa por especificações numéricas de tolerância, maior flexibilidade de modelos para o mercado, maior segurança pública e dos operários, menores perdas materiais e de energia (CASTRUCCI; MORAES, 2007, p. 12).

O manipulador eletropneumático é construído com base em técnicas utilizadas em automação. Possuem diversas aplicações no mercado, como o transporte de peças de um setor da indústria para outro.

Os manipuladores pneumáticos são equipamentos desenvolvidos para auxiliar na manufatura e manipulação de materiais em geral. Seus inúmeros modelos são fabricados para exercer suas funções de acordo com o tipo de produto a ser movimentado. Essa diferença entre os padrões existentes entre as máquinas acontece para que haja maior precisão na execução das tarefas, o que resulta na otimização de todo processo (SEMAN, 2015, s.p.).

Os manipuladores pneumáticos são equipamentos desenvolvidos, a fim de criar uma maior produtividade com mais segurança para os operadores, isso tudo visando ao custo-benefício, pois além de possuir uma gama enorme de finalidades para sua utilização, ele é capaz de realizar processos complexos com grande precisão e qualidade, o que resulta na otimização do processo. Além de segurança para o operador, ele diminui consideravelmente os gastos no processo, podendo realizar um processo que utilizava quatro pessoas com apenas um operador e, ainda, aumentado consideravelmente a sua produtividade.

O acionamento pneumático é empregado em robôs manipuladores de pequeno porte e com poucos graus de liberdade, geralmente não mais de dois. Por não terem os pistões pneumáticos uma grande precisão, devido à compressibilidade do ar, esses robôs assim acionados são utilizados em operações de “pega e põe” (conhecidos como *pick & place*), onde os elos se deslocam bruscamente entre dois extremos possíveis, dados pelos limites mecânicos dos pistões no modo de *bang-bang*, sem possibilidade de controle sobre a trajetória intermédia do efetuador (PRAZOS, 2002, s.p.).

### **Características de manipuladores pneumáticos**

O manipulador pneumático é um equipamento com elementos altamente tecnológicos e articulados e sua função é movimentar objetos para locais determinados pelo operador. É um equipamento que atende muito bem a norma de segurança e possui um sistema que impede que o braço se mova sozinho. As vantagens na utilização de manipuladores pneumáticos são as mais diversas, dentre elas, pode-se citar as seguintes:

- Agilidade e precisão na manipulação dos materiais.
- Acionamento pneumático e baixo consumo de energia elétrica.
- Equipamentos ergonômicos, seguros e flexíveis.
- Inúmeros modelos para diversos tipos de aplicações.
- Redução de risco de acidentes.
- Resistência a variações de temperaturas.
- Diminuição nos custos operacionais.
- Aumento e repetitividade na produtividade.

---

## Pneumática

A pneumática é, provavelmente, uma das mais antigas formas de transmissão de energia que o homem conhece, empregada e aproveitada para ampliar sua capacidade física. Em 1950, ela foi, em larga escala, inserida na automação industrial. O uso da pneumática apresenta as seguintes vantagens:

- Usabilidade: pode-se utilizar a pneumática em ambientes sujos, por exemplo, sistemas elétricos com servo motores não funcionariam corretamente.
- Volume: o ar a ser comprimido se encontra em quantidades ilimitadas.
- Transporte: é facilmente transportável por mangueiras de baixo custo.
- Armazenagem: pode ser armazenado ou gerado por compressores simples e baratos.
- Temperatura: é insensível às oscilações de temperatura.

**Figura 1.** Válvulas solenoides e ligação da parte pneumática



Fonte: Elaborada pelos autores (2016).

### Descrição dos componentes

Este manipulador é constituído por um sistema de três eixos cartesianos, realizando movimentos por meio de atuadores pneumáticos com sistema de guias lineares. O sistema está montado através de interfaces mecânicas sobre uma mesa perfilada com tampo de alumínio perfilado, possibilitando a montagem de módulos de comando. Os atuadores possuem sensores magnéticos com terminal tipo pino banana de 4 mm, possibilitando a comunicação com eletroválvulas e módulos elétricos.

Eixo X: cilindro pneumático sem haste, com diâmetro de 32 mm e curso de 250 mm, com êmbolo magnético, amortecimento de final de curso e conexões de engate rápido com reguladores de fluxo incorporado, êmbolo magnético e equipado com dois sensores magnéticos de proximidade para detecção de fim de curso.

Eixo Y: cilindro pneumático ISO de dupla ação com diâmetro de 32 mm e curso de 160 mm, com guia linear, amortecimento de final de curso e conexões de engate rápido com reguladores de fluxo incorporado, êmbolo magnético e equipado com dois sensores magnéticos de proximidade para detecção de fim de curso.

Eixo Z: cilindro pneumático mini ISO de dupla ação com diâmetro de 20 mm e curso de 100 mm, com guia linear, amortecimento de final de curso e conexões de engate rápido com reguladores de fluxo incorporado, êmbolo magnético e equipado com dois sensores magnéticos de proximidade para detecção de fim de curso, equipado com um gerador de vácuo com ventosa de 40 mm acoplada na ponta da haste para transferência de peças.

Solenoides: um terminal de válvulas de comando eletropneumática, composta por quatro válvulas direcionais de 5/2 vias cada uma, com as seguintes características técnicas: acionamento elétrico por simples solenoide de 24 V<sub>cc</sub>, reposicionamento por mola, com acionamento manual de emergência e LED indicador de operação, com cabo elétrico com terminal tipo pino banana de 4 mm.

Entrada de Ar: um conjunto para preparação de ar comprimido, composto por: filtro de ar comprimido, regulador de pressão com manômetro, lubrificador de ar comprimido.

CLP: um controlador lógico programável, montado em bastidor didático com bornes de ligação rápida de cabos elétricos para pinos do tipo banana de 4 mm e montado em base apropriada para fixação no painel didático em perfil de alumínio (30 x 60mm), sem a utilização de ferramentas. Programação através de computador PC, incluso *software* e cabo de programação e cabo de alimentação; tensão de entrada 110/220 V<sub>ca</sub>; 14 entradas/10 saídas.

### Programação em *Ladder*

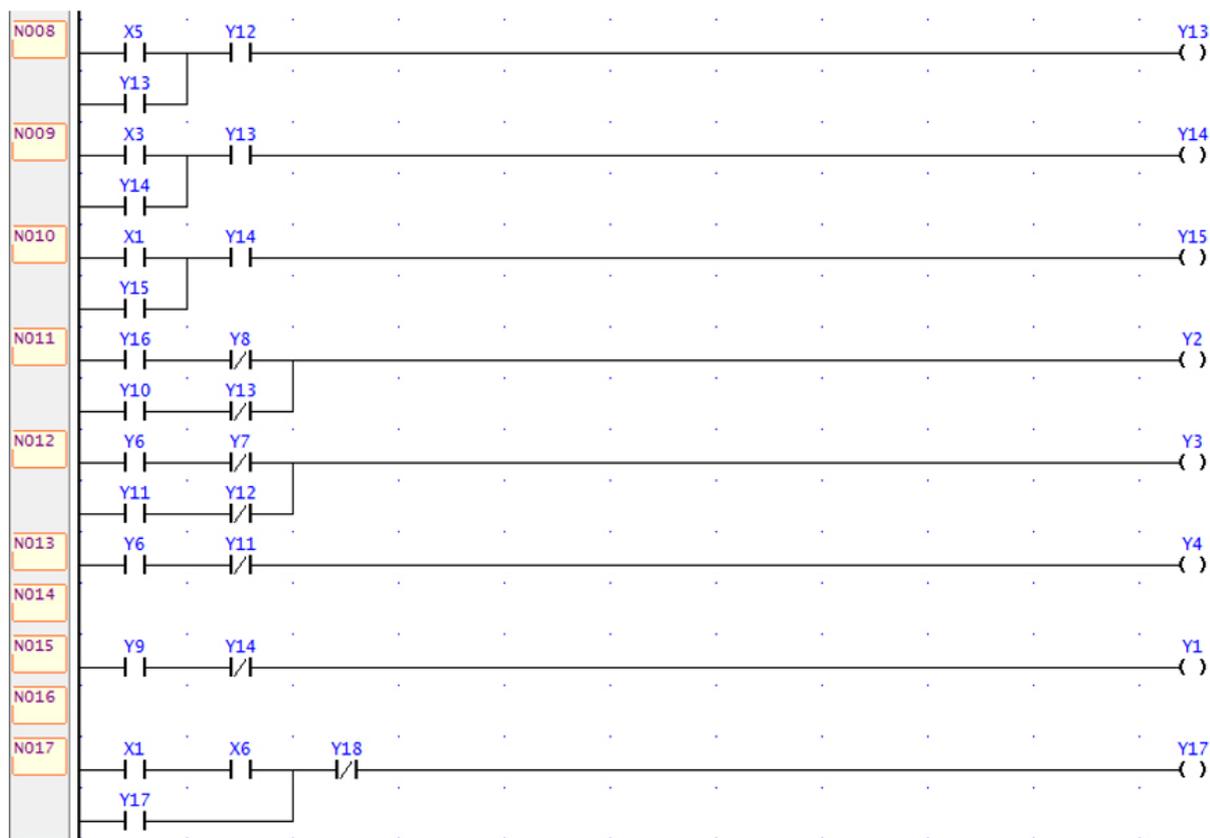
A programação do CLP foi realizada em Linguagem *Ladder* e está descrita nas Figuras 2 e 3, a seguir.

Figura 2. Primeira parte da programação do CLP



Fonte: Elaborada pelos autores (2016).

Figura 3. Segunda parte da programação do CLP



Fonte: Elaborada pelos autores (2016).

Figura 4. Ligação da fiação elétrica no CLP



Fonte: Elaborada pelos autores (2016).

---

## Metodologia

Este projeto teve como base uma pesquisa bibliográfica aplicada, pois foi realizada a montagem de um protótipo para fins de análise da parte operatória do transporte de materiais, bem como para constatar a segurança do operador em situações de trabalho de risco.

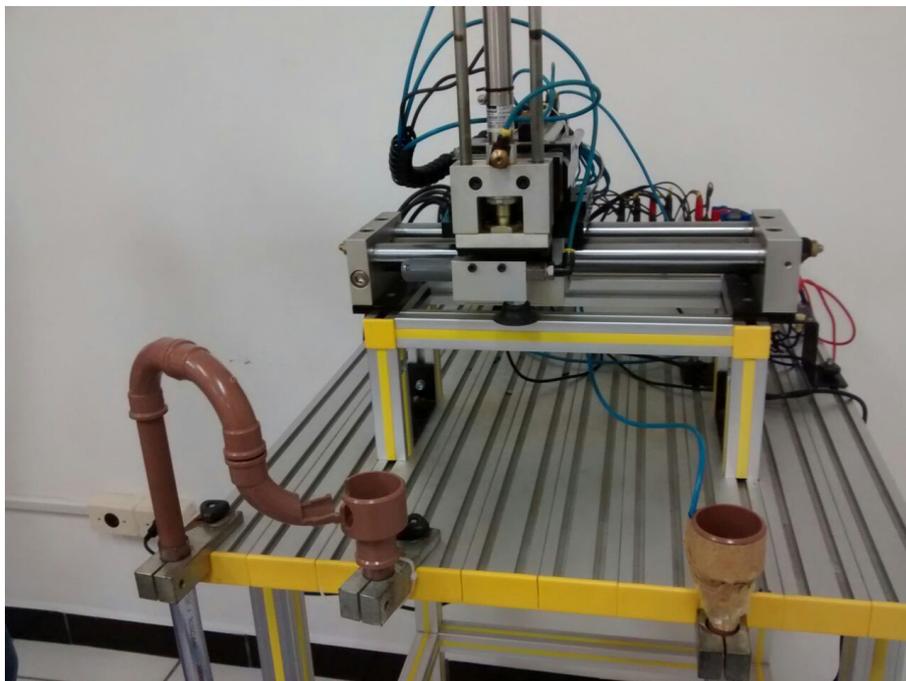
Do ponto de vista da forma de abordagem do problema, a pesquisa realizada é do tipo pesquisa qualitativa pelo fato de não serem usados dados estatísticos e numéricos durante a coleta de dados, foram usadas para a pesquisa apenas referências bibliográficas e conhecimento prático para a realização da montagem do protótipo.

## Resultados

A partir da realização de pesquisas e, principalmente, após a montagem do protótipo foi possível observar um resultado satisfatório, em relação ao tema abordado. Apesar de serem utilizados apenas materiais contidos no laboratório da universidade, a maquete funcionou perfeitamente, conforme esperado.

No entanto, pneumática não é muito indicada para grandes forças e, que quanto maior a precisão desejada, menor deve ser a velocidade de atuação. Também foram verificadas muitas vantagens na aplicação de manipuladores eletropneumáticos, sendo que, cada manipulador deve ser construído de acordo com a operação que realizará, com isso, trabalha de forma eficiente e satisfatória.

**Figura 5.** Protótipo em funcionamento



Fonte: Elaborada pelos autores (2016).

---

## Considerações finais

O uso de manipuladores pneumáticos é uma boa escolha em muitas situações, quando não se necessita muita força e elevada precisão. Com a construção do protótipo, observou-se que, com os materiais utilizados, não se obtém grande capacidade para a movimentação de materiais mais pesados, além de não possuir grande precisão e confiabilidade, operando em velocidade mais alta. No entanto, para fins didáticos, a maquete construída obteve excelente funcionamento.

Para a aplicação de manipuladores pneumáticos na indústria, deve-se utilizar componentes mais robustos, que possibilitam maior confiabilidade e precisão no processo possuindo, assim, um custo mais elevado. No entanto, o manipulador opera com excelente rendimento.

## Referências

- BERTULUCCI, C. **CITISYSTEMS**: empresa de automação. 2016. Disponível em <[citisystems.com.br/o-que-e-automacao-industrial/](http://citisystems.com.br/o-que-e-automacao-industrial/)>. Acesso em: 22 jun. 2017.
- BRAGA, N. C. Escolhendo músculos de robôs. **Mecatrônica Atual**, São Paulo, edição 47, jun. 2009.
- FIALHO, A. B. **Automação pneumática**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2004.
- FRANCHI, C. M.; CAMARGO, V. L. A. de. **Controladores lógicos programáveis**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2008.
- GEORGINI, J. M. **Automação aplicada**. São Paulo: Érica, 2000.
- JOHNSON, C. D. **Process control instrumentation technology**. 8. ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2006.
- MORAES, C. C.; CASTRUCCI, P. L. **Engenharia de automação industrial**. Rio de Janeiro: LTC, 2007.
- NATALE, F. **Automação industrial**: série brasileira de tecnologia. São Paulo: Érica, 2000.
- PRAZOS, F. A. Robôs manipuladores: parte 1. **Mecatrônica Atual**, São Paulo, edição 2, fev. 2002.
- SEMAN. **Manipuladores pneumáticos**. 2015. Disponível em: <<http://www.seman.com.br/manipuladores-pneumaticos/>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

---

Artigo recebido em 30/05/17. Aceito em 10/07/17.