

## PROTÓTIPO DE UM SISTEMA AUTOMÁTICO DE BUSCA E ARMAZENAGEM DE MATERIAIS PARA FINS DIDÁTICOS

Walber Márcio Araújo Morais – walbermarcio@gmail.com

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia  
Campus Vitória da Conquista - Laboratório de Automação Industrial  
Avenida Sérgio Vieira de Mello, 3150 – Zabelê.  
CEP: 45078-900 - Vitória da Conquista – BA

Wesley de Almeida Souto – soutow2@gmail.com

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia  
Campus Vitória da Conquista - Laboratório de Automação Industrial  
Avenida Sérgio Vieira de Mello, 3150 – Zabelê.  
CEP: 45078-900 - Vitória da Conquista – BA

**Resumo:** A movimentação de materiais, no âmbito do sistema de logística, é um dos parâmetros estratégicos para atender às exigências de mercado. Um sistema de armazenamento e busca automática contribui decisivamente para o aumento da eficiência, além de ser mais seguro para as pessoas envolvidas no processo. Partindo dessas considerações, realizou-se nesse trabalho o desenvolvimento do protótipo de um sistema automático de busca e armazenagem de materiais, usado em centros de distribuição e logística. O protótipo do sistema é composto por um transelevador, um armazém e pallets, além de uma Interface Homem-Máquina, usada na operação e monitoramento do sistema. A lógica de controle foi desenvolvida na linguagem Ladder e implementada em um controlador lógico programável. O protótipo desenvolvido poderá ser utilizado como um kit didático de automação, auxiliando nas práticas de laboratório, além de estimular os alunos a desenvolverem novos projetos e/ou melhorar os existentes na instituição.

**Palavras-chave:** Sistema automático. Logística. Transelevador. Controlador lógico programável.

### 1 INTRODUÇÃO

A automação é a interação entre sistemas computacionais, eletrônicos, elétricos, mecânicos, pneumáticos, hidráulicos, etc, objetivando o controle automático de um processo sem intervenção humana, ou que essa seja mínima.

Na definição de Fialho (Fialho, 2003), “automação significa a dinâmica organizada dos automatismos de forma otimizada e direcionada à consecução dos objetivos do progresso humano”. Por sua vez, os automatismos são os meios, instrumentos, ferramentas ou recursos capazes de minimizar, ou mesmo eliminar a intervenção humana no processo.

A automação possibilita incrementos significativos na produtividade do trabalho e, por conseguinte, no atendimento das necessidades básicas da população. Além do aumento na

produção, os equipamentos automatizados trazem melhorias na qualidade do produto. Ao uniformizar a produção evita-se perdas e refugos. Outro aspecto relevante da automação é a possibilidade de funcionamento ininterrupto da linha de produção, o que acarreta crescimento na rentabilidade dos investimentos (Rosário, 2005).

A evolução tecnológica tem impactos diretos em todos os ramos da indústria, em especial na automatização de processos. Dentro desse contexto, a logística torna-se fator determinante para o sucesso da empresa. A movimentação de materiais (no âmbito do sistema de logística) em uma empresa é um dos parâmetros estratégicos para atender as exigências de mercado.

A implementação de um sistema de armazenamento e busca automática é um diferencial para a empresa, contribuindo decisivamente para o aumento da eficiência, além disso, esse sistema é mais seguro para as pessoas envolvidas no processo e aumenta a confiabilidade e segurança de todo o sistema. Outros benefícios do sistema de armazenamento automático são: Menor tempo para estocagem/movimentação de materiais; Facilita o gerenciamento; Integração de sistemas de controle/gerenciamento de estoque; Otimização do espaço físico (Sell, 2013).

Devido ao custo elevado, o emprego de tal tecnologia está restrito a grandes organizações, mas num futuro próximo, esse tipo de automação estará presente em pequenas e médias organizações. Na medida em que otimiza o processo de estocagem/movimentação de materiais, a empresa reduz custos e aumenta a competitividade frente aos concorrentes.

Partindo das considerações anteriores, este trabalho propõe o desenvolvimento do protótipo de um sistema automático de busca e armazenagem de materiais, usado em centros de distribuição e logística. O qual será construído com dois eixos eletromecânicos de fuso, além de atuadores pneumáticos e sensores. O controle será implementado através de um CLP. Além disso, será desenvolvida uma IHM (Interface Homem Máquina), a fim de facilitar a operação do sistema.

O desenvolvimento desse trabalho é interdisciplinar, envolvendo conhecimentos adquiridos em várias disciplinas ao longo do curso de engenharia elétrica, sendo as principais: Lógica de programação; técnicas de programação; máquinas elétricas; acionamentos elétricos; automação industrial; controle analógico e digital, dentre outras. O protótipo desenvolvido poderá ser utilizado como um kit didático de automação, auxiliando nas práticas de laboratório, além de estimular os alunos a desenvolverem novos projetos e/ou melhorar os existentes na instituição.

## 2 DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento do presente trabalho fundamenta-se no estudo teórico sobre sistemas de busca e armazenagem de materiais. Aborda conceitos acerca do funcionamento de motores de corrente contínua, eixo eletromecânico de fuso, sensores, válvulas e atuadores eletropneumáticos, programação de Controlador Lógico Programável (CLP) e uso de Interface Homem-Máquina (IHM).

Após ter abordado a fundamentação teórica, iniciou-se a concepção e desenvolvimento do protótipo do sistema automático de busca e armazenamento de materiais. Em seguida realizou-se a automação do sistema com a utilização de um CLP, dois eixos eletromecânicos de fuso, sensores magnéticos e potenciométricos, além de válvulas e atuadores eletropneumáticos. A linguagem de programação adotada foi a linguagem LADDER. Por fim, desenvolveu-se a Interface Homem-Máquina (IHM) para controle e supervisão do sistema.



## 2.1 Montagem do Protótipo

A prateleira do armazém foi construída em acrílico, com dimensões de 300mm de largura x 270mm de altura, contendo seis espaços para armazenagem de pallets. A estrutura que sustenta a prateleira foi construída com perfil de alumínio extrudado de 40mm x 40mm, com rasgo de 8mm nas quatro faces para facilitar conexões através de parafuso com porca martelo.

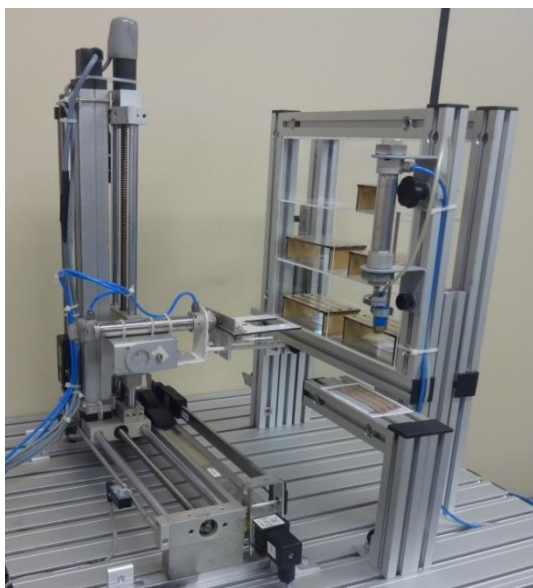
Após montado, o armazém apresenta as seguintes dimensões: 510mm de altura x 330mm de largura. Por questões de segurança foi instalado no armazém um botão com trava, o qual, ao ser acionado numa situação de emergência, para o sistema. Os pallets foram confeccionados em material tipo MDF, com corte a laser.

A estrutura do transelevador foi confeccionada com dois eixos eletromecânicos de fuso. Sendo um responsável pelo movimento longitudinal e o outro pelo movimento vertical.

O garfo foi confeccionado em alumínio e acoplado a um atuador pneumático de dupla ação. Para inserir e retirar o pallet do garfo utilizou-se uma ventosa pneumática acoplada a um atuador pneumático de simples ação.

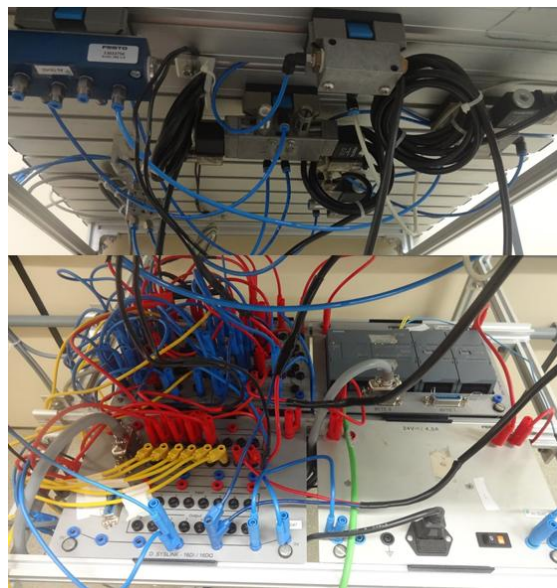
A Figura 1 apresenta o protótipo desenvolvido, onde pode-se identificar alguns dos componentes descritos (sensores e atuadores). Na Figura 2 tem-se o sistema de controle, composto pelo CLP, relés, fonte de alimentação DC e válvulas eletropneumáticas.

Figura 1 - Protótipo Desenvolvido.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2018).

Figura 2 - Sistema de Controle.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2018).

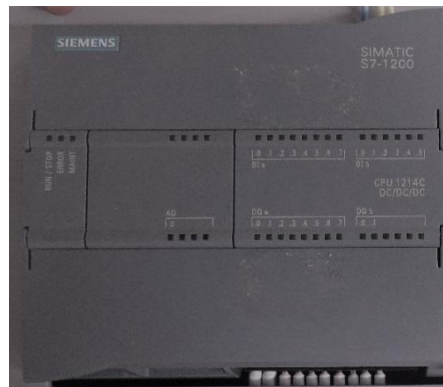
## 2.2 Controlador Lógico Programável - CLP

O Controlador Lógico Programável CLP (tradução de Programmable Logic Controller – PLC) é um computador especialmente projetado para realizar o controle de variáveis em ambiente industrial. Seu hardware e software são robustos, de modo a operar em ambientes adversos, como: Umidade, poeira, vibrações, temperaturas extremas, distúrbios elétricos e outros distúrbios próprios ao ambiente industrial.

Para controle do sistema, utilizou-se um CLP SIMATIC S7-1200, fabricado pela empresa Siemens, modelo 1214C (DC/DC/DC). O qual é responsável por receber os comandos do operador, vindos da IHM, e as informações que chegam através dos sensores instalados no protótipo. Após processar os dados, conforme a lógica programada, o CLP emite os sinais de comando para os atuadores.

O CLP utilizado possui 14 entradas digitais, 14 saídas digitais a transistor, além de duas entradas analógicas integradas e um slot de expansão com uma saída analógica. A comunicação se dá através de uma porta ethernet/profinet integrada. O CLP pode ser visto na Figura 3.

Figura 3 - SIMATIC S7-1200



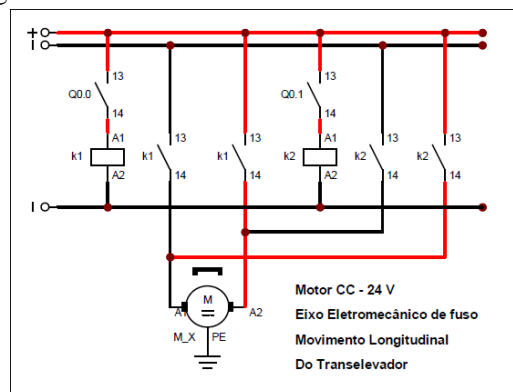
Fonte: Elaborado pelos Autores (2018).

### 2.3 linguagem de programação

Dentre as linguagens de programação disponíveis para o CLP S7-1200, optou-se pela linguagem Ladder para implementação da lógica do sistema. Essa é uma linguagem gráfica baseada na lógica de relés e contatos elétricos, semelhante a um esquema elétrico funcional. Ladder significa literalmente “escada”, uma analogia ao seu esquema visual que lembra uma escada, onde cada degrau é chamado rung. Dentre todas, é a linguagem de programação mais utilizada em CLPs (Prudente, 2014).

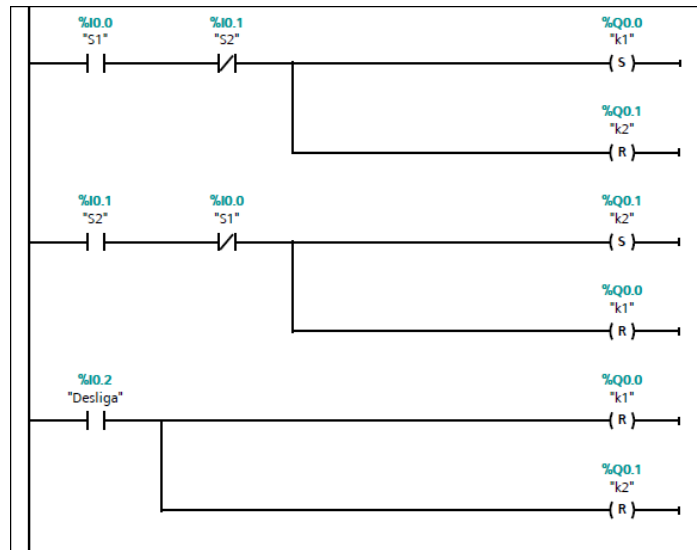
A Figura 4 apresenta o circuito de comando do eixo eletromecânico de fuso, responsável pelo movimento longitudinal do transelevador, onde Q0.0 e Q0.1 representam saídas do CLP e k1 e k2 são os relés responsáveis por ligar o motor ora em um sentido, ora noutro. Na Figura 5 tem-se o trecho de programa em Ladder responsável pelo controle.

Figura 4: Circuito de comando do eixo eletromecânico.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2018).

Figura 5: Programa em Ladder.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2018).

## 2.4 Atuadores e Válvulas Eletropneumáticas

A energia pneumática é originada da compressão do ar atmosférico em um reservatório. O equipamento responsável por esse processo é o compressor de ar, o qual mantém o ar comprimido a uma pressão adequada para sua utilização em processos industriais.

A utilização da energia pneumática se dá através dos atuadores pneumáticos, os quais transformam a energia pneumática em energia mecânica - movimentos retilíneo, angular e rotativo - (Bonacorso e Noll, 1997).

Por sua vez, as válvulas eletropneumáticas são responsáveis por receber os sinais de controle e acionar os atuadores pneumáticos. A Figura 6 apresenta os elementos eletropneumáticos utilizados no projeto.

Figura 6 - Elementos Eletropneumáticos.



Fonte: Adaptado de Festo (2018).

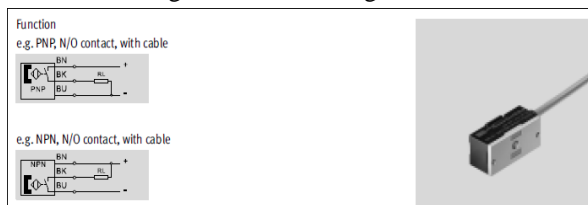


## 2.5 Sensores

É através dos sensores que os sistemas de automação colhem as informações necessárias para o controle da planta. Existem diversos tipos de sensores (analógicos ou digitais) adequados a cada tipo de aplicação, como por exemplo: sensores de posição, temperatura, umidade, pressão, vazão, presença, força, torque, corrente, cor, altura, velocidade, proximidade, luminosidade, campo magnético, sistemas de visão etc.

Nesse trabalho utilizou-se quatro sensores magnéticos do tipo eletrônico para detectar as extremidades dos eixos eletromecânicos. Para o correto posicionamento dos pallets utilizou-se duas régua potenciométricas, sendo uma no eixo horizontal e a outra no eixo vertical. Na Figura 7 é ilustrado o tipo e o esquema do sensor magnético eletrônico utilizado. Na Figura 8 apresenta-se a régua potenciométrica.

Figura 7: Sensor Magnético.



Fonte: FESTO, 2016.

Figura 8: Régua potenciométrica.



Fonte: FESTO, 2018.

## 2.6 Interface Homem-Máquina

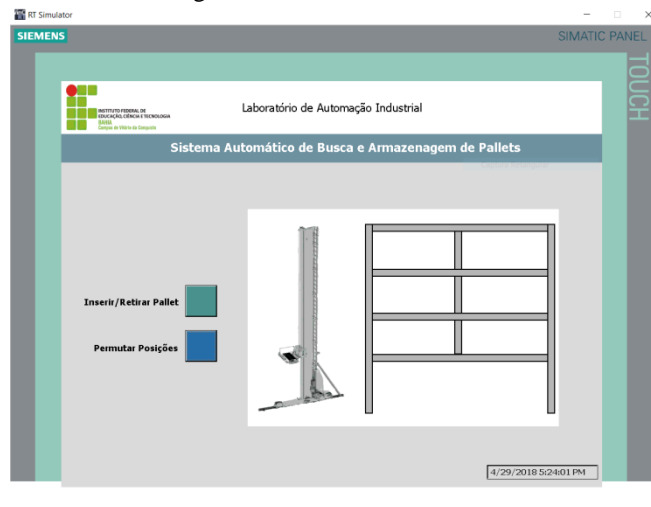
A última etapa do projeto consistiu no desenvolvimento de uma Interface Homem-Máquina (IHM), a qual é responsável pelo controle e monitoramento do sistema. IHM é um sistema supervisor, dotado de tela gráfica, utilizado para monitorar e/ou operar variáveis de um processo automatizado. Essas interfaces tornam o controle do processo mais interativo e intuitivo para o operador, além de facilitar a visualização do estado das variáveis do sistema.

Segundo Moraes (Moraes e Castrucci, 2010), IHMs são sistemas especialmente projetados para serem utilizados em automação no chão-de-fábrica, geralmente caracterizado por um ambiente agressivo e, por conta disso, possuem construção extremamente robusta, devendo ser resistente a jato de água direto, umidade, temperatura e poeira.

O software utilizado no desenvolvimento da interface foi o TIA Portal v13 (Totally Integrated Automation Portal) da Siemens. A IHM possui três telas, as quais são apresentadas a seguir.

A tela inicial do programa desenvolvido é apresentada na Figura 9. Essa tela tem dois botões, os quais servem para direcionar o operador para as outras telas do sistema. Um botão ativa a tela de inserção/retirada de pallet e o outro ativa a tela de permuta de posições.

Figura 9 - Tela inicial da IHM.



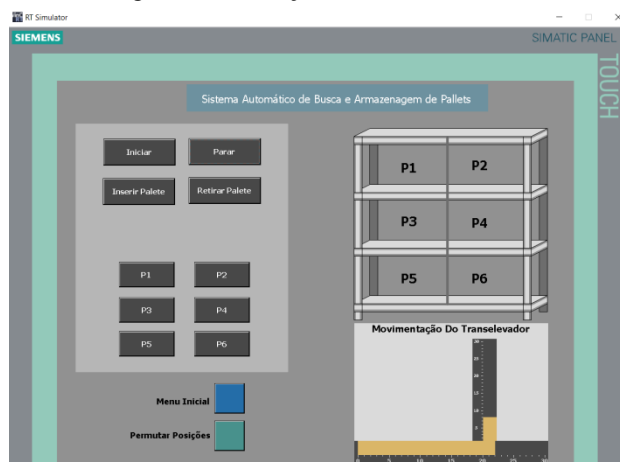
Fonte: Elaborado pelos Autores (2018).

A segunda tela do programa, apresentada na Figura 10, é a de inserção/retirada de pallet. Nessa tela tem-se o magazine, uma animação que representa a movimentação do transelevador, 10 botões de controle, além de dois botões de direcionamento para as outras telas.

Os botões têm as seguintes funções: Iniciar o sistema; parar o sistema; inserir pallet; retirar pallet; selecionar a posição de inserção/retirada de pallet no magazine (P1 a P6). Por fim, tem-se os dois botões de direcionamento de tela, sendo o primeiro para o menu inicial, e o segundo para a tela de permuta de posições.

Ao pressionar um botão na IHM, esse muda de cor (de cinza para azul), indicando para o operador a função solicitada. De modo semelhante, ao inserir um pallet no magazine, a posição correspondente também muda de cor (de cinza para laranja), indicado que essa posição está ocupada.

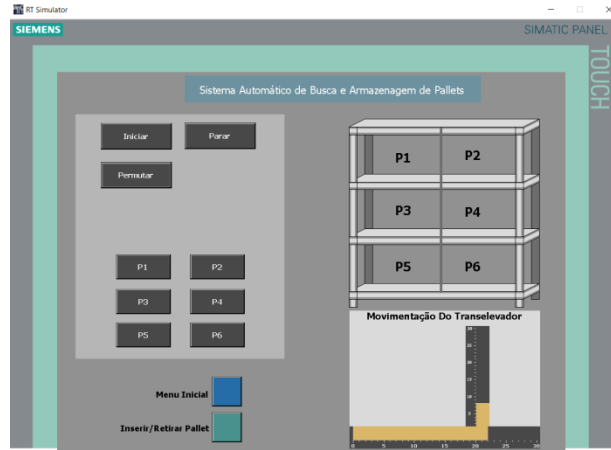
Figura 10 - Inserção/Retirada de Pallet.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2018).

A terceira e última tela do programa, apresentada na Figura 11, é a tela de permuta de posições. Essa tela apresenta praticamente os mesmos elementos que a tela anterior, diferenciando apenas os botões de inserir/retirar pallet, os quais foram substituídos pelo botão de permutar e o segundo botão de direcionamento de tela, que agora leva o operador para a tela de inserção/retirada de pallet.

Figura 11 - Tela de Permuta de Posições.

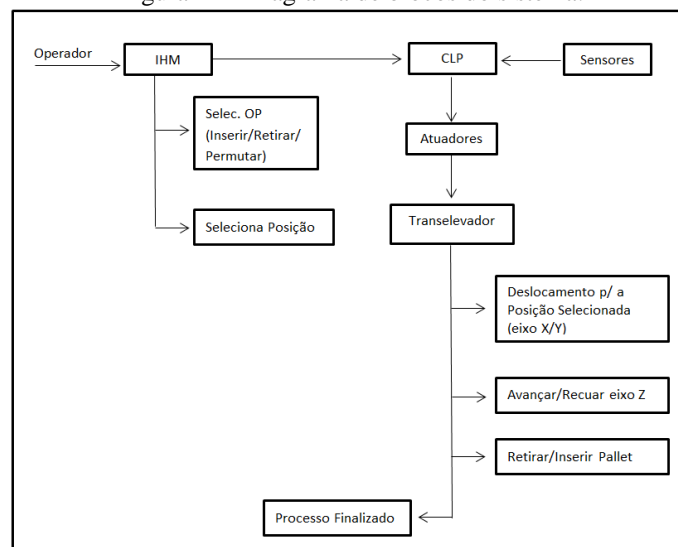


Fonte: Elaborado pelos Autores (2018).

## 2.7 Operação do Sistema

O protótipo do sistema automático de busca e armazenagem de materiais desenvolvido funciona do seguinte modo: O operador seleciona, através da IHM, a opção desejada (inserir/retirar pallet ou permutar posição) e a posição na prateleira. A partir daí essas informações são passadas ao CLP, que por sua vez, aciona os atuadores necessários para deslocar o Traselevador até a posição selecionada. Nesse momento, o eixo Z avança/recua e o pallet é inserido/retirado do magazine. O processo é finalizado. No diagrama de blocos da Figura 12 é apresentada a síntese de funcionamento do sistema.

Figura 12 - Diagrama de blocos do sistema.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2018).



### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse trabalho foi desenvolvido um sistema automático de busca e armazenagem de materiais (pallets) para galpão vertical. Foram apresentadas as fases de desenvolvimento do protótipo e a implementação da lógica de controle.

Pela IHM, o usuário pré-seleciona as possíveis combinações para o posicionamento automatizado dos pallets no galpão vertical.

Os ensaios realizados comprovaram a perfeita atuação do sistema, ressaltando que com algumas modificações, o projeto pode ser adaptado para uma implementação fabril de maior escala.

O protótipo encontra-se em operação no laboratório de automação industrial do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – Campus Vitória da Conquista, podendo ser utilizado como recurso didático nas disciplinas de automação industrial e acionamentos elétricos, contribuindo para uma melhor compreensão dos discentes acerca dos conceitos teóricos abordados.

#### *Agradecimentos*

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - IFBA pelo acesso ao laboratório de automação industrial e pela disponibilidade dos equipamentos necessários para o desenvolvimento do projeto.

### REFERÊNCIAS

BONACORSO, Nelson Gauze; NOLL, Valdir. **Automação Eletropneumática**. São Paulo: Erica, 1997.

FESTO. **Catálogo de Componentes Pneumáticos e Elétricos**, 2018. Disponível em: <[www.festo-didactic.com/download.php?...Catálogo%20de%20Componentes%20Pneu...](http://www.festo-didactic.com/download.php?...Catálogo%20de%20Componentes%20Pneu...)>. Acessado em: 10/04/2018.

FESTO. **Catálogo de Produtos**, 2018. Disponível em: <[https://www.festo.com/cat/pt-br\\_br/products\\_MLO](https://www.festo.com/cat/pt-br_br/products_MLO)>. Acessado em: 16/03/2018.

FESTO. **Catálogo de Sensores**, 2016. Disponível em: <[https://www.festo.com/cat/pt-br\\_br/products\\_\\_88298](https://www.festo.com/cat/pt-br_br/products__88298)>. Acessado em: 16/03/2018.

FIALHO, Arivelto Bustamante – **Automação Pneumática: Projetos, Dimensionamento e Análise de Circuitos**. São Paulo – Érica, 2003.

MORAES, Cícero Couto de; CASTRUCCI, Plínio de Lauro. **Engenharia de Automação Industrial** - 2.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

PRUDENTE, Francesco. **PLC S7-1200 : Teoria e Aplicações : Curso Introdotório.** Rio de Janeiro : LTC, 2014.

ROSÁRIO, João Maurício. **Princípios de Mecatrônica.** São Paulo: Prentice hall, 2005.

SELL, Anderson Roberto. HAMANN, Eleomar; NOLASCO, Luís Eduardo. **Transelevador Didático.** Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Federal de Santa Catarina, 2013.

## **PROTOTYPE OF AN AUTOMATIC SYSTEM FOR SEARCH AND STORAGE OF MATERIALS FOR DIDACTIC PURPOSES**

**Abstract:** *The movement of materials, within the logistics system, is one of the strategic parameters to meet the market requirements. An automatic search and storage system contributes decisively to increasing efficiency, as well as being safer for the people involved in the process. Based on these considerations, the development of the prototype of an automatic search and storage system for materials used in distribution and logistics centers was carried out. The prototype of the system consists of a stacker crane, a warehouse and pallets, as well as a Man-Machine Interface, used in the operation and monitoring of the system. The control logic was developed in the Ladder language and implemented in a programmable logic controller. The developed prototype can be used as a teaching automation kit, assisting in laboratory practices, as well as stimulating students to develop new projects and / or improve existing ones in the institution.*

**Key-words:** *Automatic system. Logistics. Stacker lift. Programmable logical controller.*