

Desenvolvimento de uma Planta Didática para Ensino de Acionamentos Eletropneumáticos

Guilherme Klegues Cidade – gklegues@gmail.com

Plínio Cornélio Filho – plicofi@gmail.com

Roberto Alexandre Dias – roberto@ifsc.edu.br

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - IFSC

Av. Mauro Ramos, 950, Centro

88020-300 - Florianópolis - Santa Catarina

Resumo: *O presente trabalho propõe uma estratégia didática diferenciada. Trata-se de um estudo de caso cujo principal objetivo é proporcionar certa vivência da realidade, usando como fundamento a discussão, a análise e a busca de solução de um determinado problema extraído da vida real. Para tanto, será utilizada a proposta de um retrofitting de um processo de seleção de peças via controlador lógico programável, com acionamentos eletropneumáticos. O projeto tem custo muito reduzido, inicialmente a ser reconhecido e estudado no modelo real. Na sequência, será projetado e simulado em um ambiente virtual (software de simulação denominado Automation Studio) e, por fim, fisicamente reformado. Intenciona-se provar que com a construção ou reforma de réplicas didáticas baseadas em modelos reais de processos produtivos, aliada aos objetivos curriculares preestabelecidos pelo projeto do curso, consegue-se de forma diferenciada e inovadora contribuir para ampliação de habilidades e competências.*

Palavras-chave: Esteiras de Triagem, Prototipagem didática, Controlador Lógico Programável – CLP, Mecatrônica, Eletropneumática.

1 INTRODUÇÃO

Equipamentos como esteiras para triagem de peças são comumente encontrados na indústria, pois possuem diversas aplicações, tais como separação de materiais recicláveis [1] e armazenamento de materiais. Tais sistemas são amplamente utilizados pois além da diversidade de aplicações, agilizam os processos e evitam a utilização de funcionários na realização de tarefas repetitivas.

Em entrevista ao UOL Economia [2], o diretor de Projetos da Ricardo Xavier Recursos Humanos, Vladimir Araújo afirmou que existe um distanciamento entre os assuntos abordados nas universidades e o que o mercado de trabalho necessita. “O grande problema das universidades em geral é não se adequarem à realidade com a mesma rapidez que o dinamismo das empresas exige.”

Tendo em vista essa defasagem entre o mercado de trabalho e a teoria acadêmica, propõe-se por meio desse trabalho, a concepção de uma máquina para o processo de triagem de peças controlada por computador industrial. Propõe-se também a aplicação direcionada dos conhecimentos adquiridos durante o curso de graduação, para formação de competências e habilidades em Engenharia Mecatrônica, usando-as posteriormente para fins didáticos.

2 SIMULAÇÃO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS

A automação está diretamente ligada à mecanização e virtualização para melhoria da produtividade e qualidade de processos repetitivos. Sua presença é muito comum nas rotinas das empresas no suporte de conceitos de produção, como por exemplo sistemas flexíveis de manufatura, mantendo assim seu caráter essencial na evolução da indústria. Sua tecnologia consiste em basicamente a eletroeletrônica, responsável pelo hardware e lógica de operação na mecânica, na forma e dimensão de dispositivos mecânicos (atuadores e sensores) e a informática, ligada ao software, responsável pela simulação, controle e programação de todo o sistema.

Os softwares de simulação são desenvolvidos e utilizados para facilitar a simulação de projetos reais e prever materiais a serem usados no projeto, bem como verificar a compatibilidade entre a sua estrutura física e a necessidade. BELHOT et al. (2001) [3] afirma que “Simulação é um processo de experimentação com um modelo detalhado de um sistema real, para determinar como o sistema responderá a mudanças em sua estrutura, ambiente ou condições de contorno”. Sem a necessidade de se comprar os materiais de antemão, o profissional ou estudante pode averiguar o funcionamento do sistema e adquirir uma prática do circuito, além de melhor documentá-lo.

Para este projeto foi utilizado o software de simulação Automation Studio [4] e SolidWorks [5]. O primeiro para verificar o esquema de ligações elétricas, sensoriais e entradas/saídas do CLP, assim como validar o funcionamento eletropneumático da máquina antes de sua construção. O segundo foi utilizado para projetar e simular a máquina e o posicionamento de seus componentes.

3 PLANTA DIDÁTICA PARA APRENDIZADO DE ACIONAMENTOS ELETROPNEUMÁTICOS

Comandos ou acionamentos elétricos é conteúdo tradicional explorado em grande parte dos cursos da área elétrica, especialmente eletrotécnica. Geralmente tal área de conhecimento inicia com acionamentos residenciais rudimentares, evolui para acionamentos industriais como partidas de motores e chega até controles discretos. A disciplina de Acionamentos Industriais, é uma das unidades curriculares de encerramento do curso Técnico de Eletrotécnica (modalidade subsequente ou integrado) e de Engenharia Elétrica. Especialmente nos cursos correlatos oferecidos pelo IFSC/Florianópolis, com o passar do tempo tal conteúdo passou do ensino de lógicas de partida de motores para lógica e simulação de processos produtivos semiautomáticos e automáticos. O universo de estudo mudou completamente e o que antes exigia implementação física real, hoje é possível por meio da virtualização prévia antes da constatação prática. Em sistemas de manufatura semiautomáticos e automáticos de triagem, por exemplo, a simulação pode evitar retrabalhos que no passado recente só se descobria durante a construção propriamente dita. Mas mesmo a virtualização amparada hoje por excelentes objetos virtuais, precisa de contextualização física, concreta, prática, laboratorial. Sendo assim, a etapa de implementação obviamente se faz necessária quando se almeja um produto real, concreto. Entretanto as probabilidades de erros são drasticamente reduzidas devido ao trabalho prévio de planejamento, projeto e simulação virtual.

3.1 Componentes da planta

Os principais componentes eletropneumáticos, elétricos e mecânicos integrantes da máquina proposta são mostrados na Tabela 1:

Tabela 1- Componentes Eletropneumáticos, Elétricos e Mecânicos

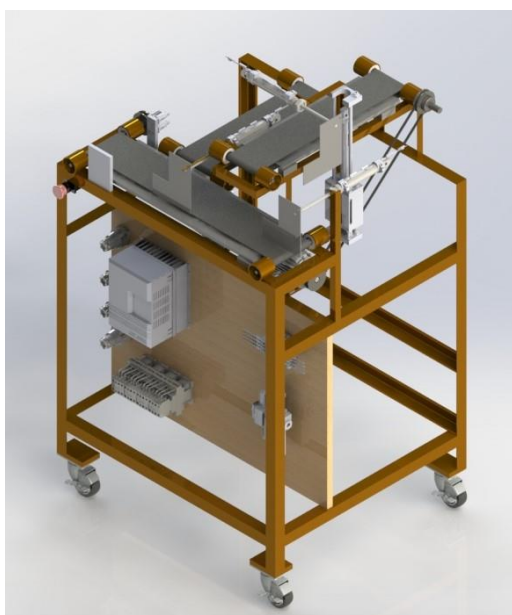
Eletropneumáticos	Elétricos	Mecânicos
Sensores Ópticos	Botoeira Emergência	Calços
Cilindros B, C e E	Botoeira On e Off	Eixos
Unidade de combinação	CLP	Lonas para Esteiras
Montagem do manifold	Contatores	Placas Suporte Esteiras
Espelho refletor	Fusíveis	Buchas
Sensor Proximidade	Motores Trifásicos	Correias
Controladores de vazão	Tomada	Mancais

Válvulas 5/2 vias	Conversor de Frequência	Polias
	Relés Térmicos	Rolamentos
	Botão de emergência NA	Puxadores

Fonte: Autor

Por meio do software de modelamento 3D SolidWorks foi possível projetar o modelo mecânico da máquina utilizada e prever o posicionamento adequado para os componentes utilizados, conforme Figura 1.

Figura 1- Modelamento 3D em SolidWorks



Fonte: Autor

3.2 Componentes e siglas

Os componentes e suas siglas, representados na Figura 4, são:

- L1 simboliza a fase R, que alimenta o circuito de corrente alternada.
- N simboliza o neutro elétrico.
- F10 simboliza o fusível de 2 A para proteção do circuito de comando.
- Km1, Km2 e Km3 simbolizam as bobinas dos contatores equivalentes, possuindo também seus contatos Normalmente Aberto (NA) e Normalmente Fechado (NF).
- FT1, FT2 e FT3 simbolizam os contatos NA e NF dos relés térmicos.
- ‘Emerg.’ Simboliza uma botoeira de emergência com contato NF.
- ‘Off’ Simboliza uma botoeira de desligamento com contato NF.
- ‘On’ simboliza uma botoeira para ligar o sistema com contato NA e NF; ele ligará um contator Kon que por meio de um contato manterá o sistema ligado.

- h1, h2, h3, h4, h5, h6, h7 e h8 simbolizam os sinalizadores luminosos de acionamento do motor 1, acionamento do motor 2, acionamento do motor 3, sobrecarga no motor 1, sobrecarga no motor 2, sobrecarga no motor 3, sistema energizado, porém não operando, e máquina em emergência, respectivamente.
- KA e KB simbolizam as bobinas dos contatores para o processo das peças grandes e médias, respectivamente. Tais contatores também possuem seus respectivos contatos NA e NF.
- t1, t2, t3 e t4 são os temporizadores.
- B1, C0, C1, D1 e E1 simbolizam os respectivos cilindros pneumáticos, quando os seus sensores detectarem o avanço ou recuo dos mesmos.
- Sg e Sm são sensores ópticos que detectam a presença e o tamanho da peça.
- B+, B-, C+, C-, D+, D-, E+ e E- representam o avanço (+) e retorno (-) dos cilindros e do elevador.

3.3 Definição do processo

Ao ser pulsada a botoeira ‘on’, os contatores Kon e Km1 serão acionados, os cilindros B, C e D avançarão e o motor 1 ligado, movendo a esteira principal.

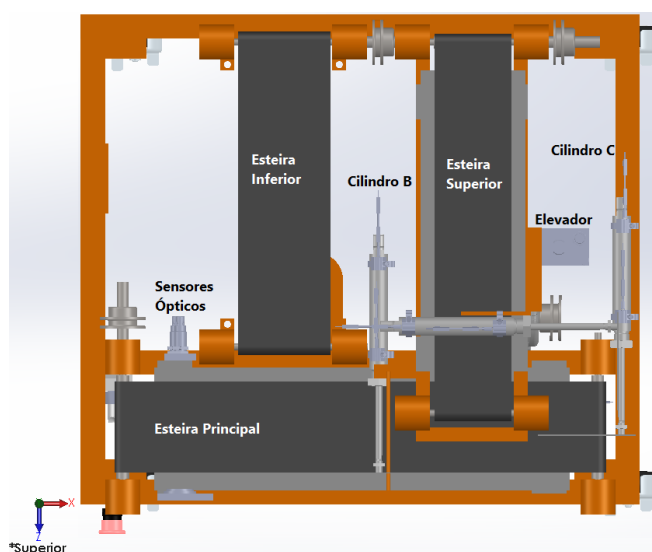
A botoeira de emergência e a botoeira ‘off’ desligam o sistema.

1. Não haverá sensor para detecção das peças pequenas, portanto se não houver peça detectada pelos sensores a esteira principal ficará ligada e elas seguirão pela esteira principal até o final.
 - Se o sensor de peças médias for acionado e o sensor de peças grandes não, o seguinte ocorrerá:
 - Os temporizadores t3 e t4 começarão a contar tempos diferentes para ligar/desligar a lógica do circuito, sendo que o t3 contará um tempo de modo a garantir que a peça estará em posição para ser puxada pelo cilindro C;
 - Ao terminar a contagem de t3 o motor 1 será desligado e o motor 3 ligado.
 - Com o motor 1 desligado, a peça estará em posição para que o Cilindro C a puxe para o elevador;
 - Com o recuo do cilindro C, o elevador subirá;
 - Assim que o elevador chegar ao final do trajeto superior, o cilindro E recuará trazendo a peça para a esteira superior.
 - Após o temporizador t4 terminar de contar seu tempo programado, o motor 3 desligará, o motor 1 ligará novamente e os cilindros e elevador retornarão às suas posições iniciais.
2. Se os sensores de peças médias e grandes forem acionados, o seguinte ocorrerá:
 - Os temporizadores t1 e t2 começarão a contar tempos diferentes para ligar/desligar a lógica do circuito;
 - Ao terminar a contagem de t1 o motor 1 será desligado e o motor 2 ligado.

- Com o motor 1 desligado, a peça estará em posição para que o Cilindro B a puxe para a esteira inferior;
- Após o temporizador t2 terminar de contar seu tempo programado, o motor 2 desligará, o motor 1 ligará novamente e o cilindro retornará à sua posição inicial.

A Figura 2 representa a disposição das esteiras, sensores, cilindros e elevador.

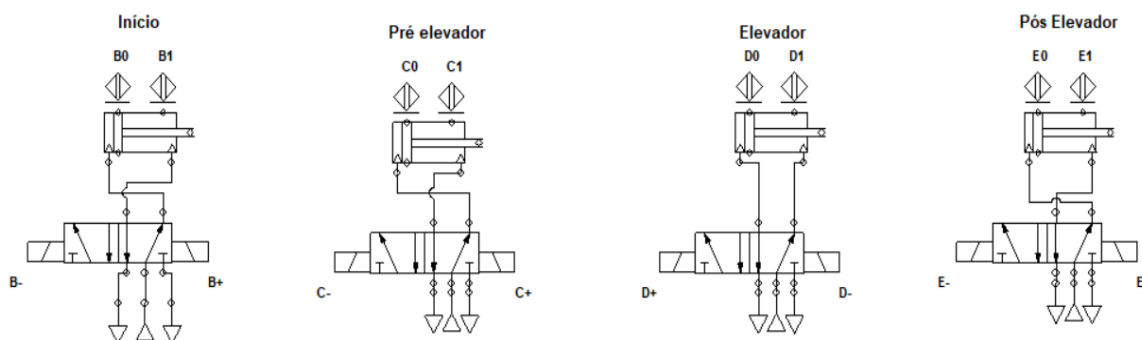
Figura 2- Representação do Processo



Fonte: Autor

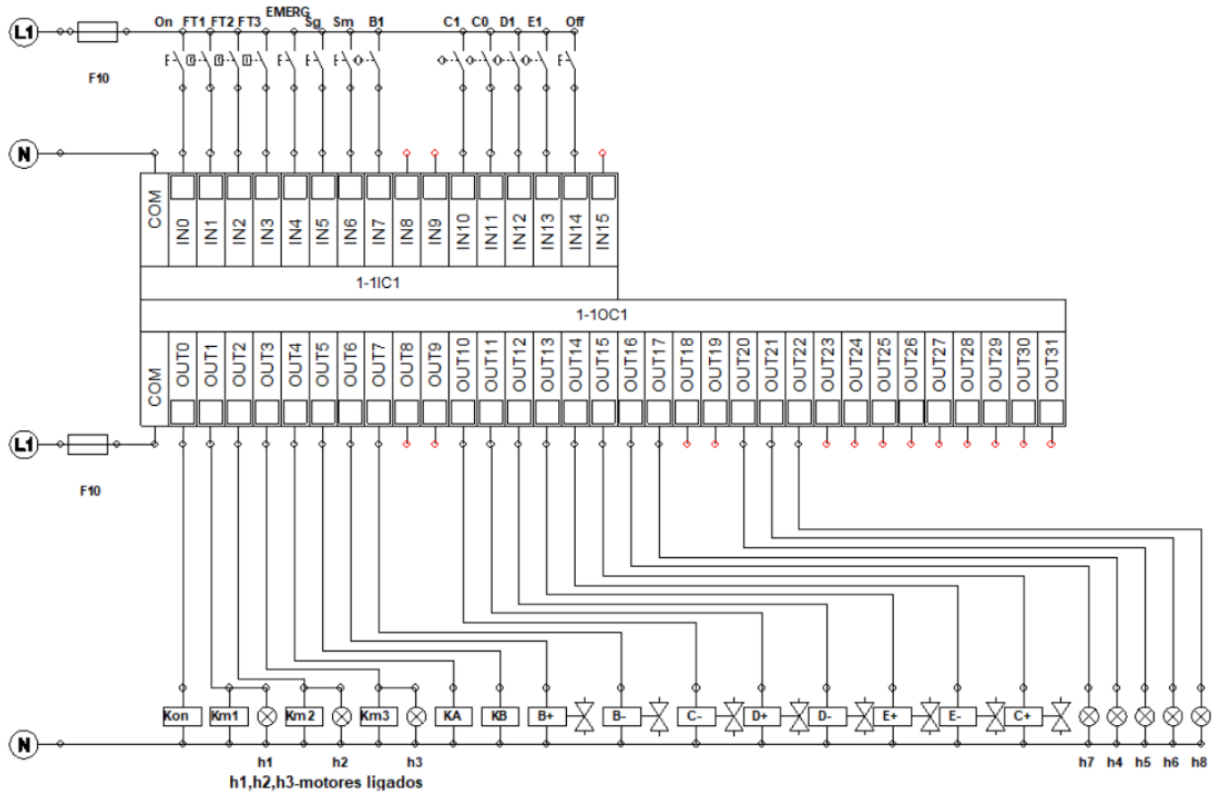
Por meio do software de simulação Automation Studio foi possível simular o funcionamento das entradas e saídas do CLP, conforme processo citado acima. A Figura 3, Figura 4 e Figura 5 demonstram o Acionamento das Eletroválvulas e cilindros, o esquema de ligação para o CLP e a ligação dos motores.

Figura 3- Acionamento das Eletroválvulas e cilindros



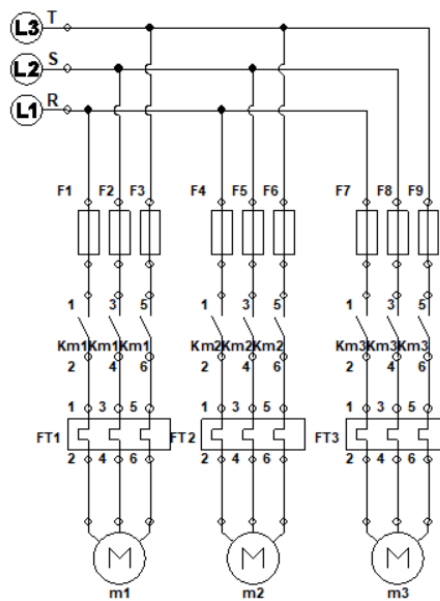
Fonte: Autor

Figura 4- Circuito de ligações CLP



Fonte: Autor

Figura 5- Ligação dos motores

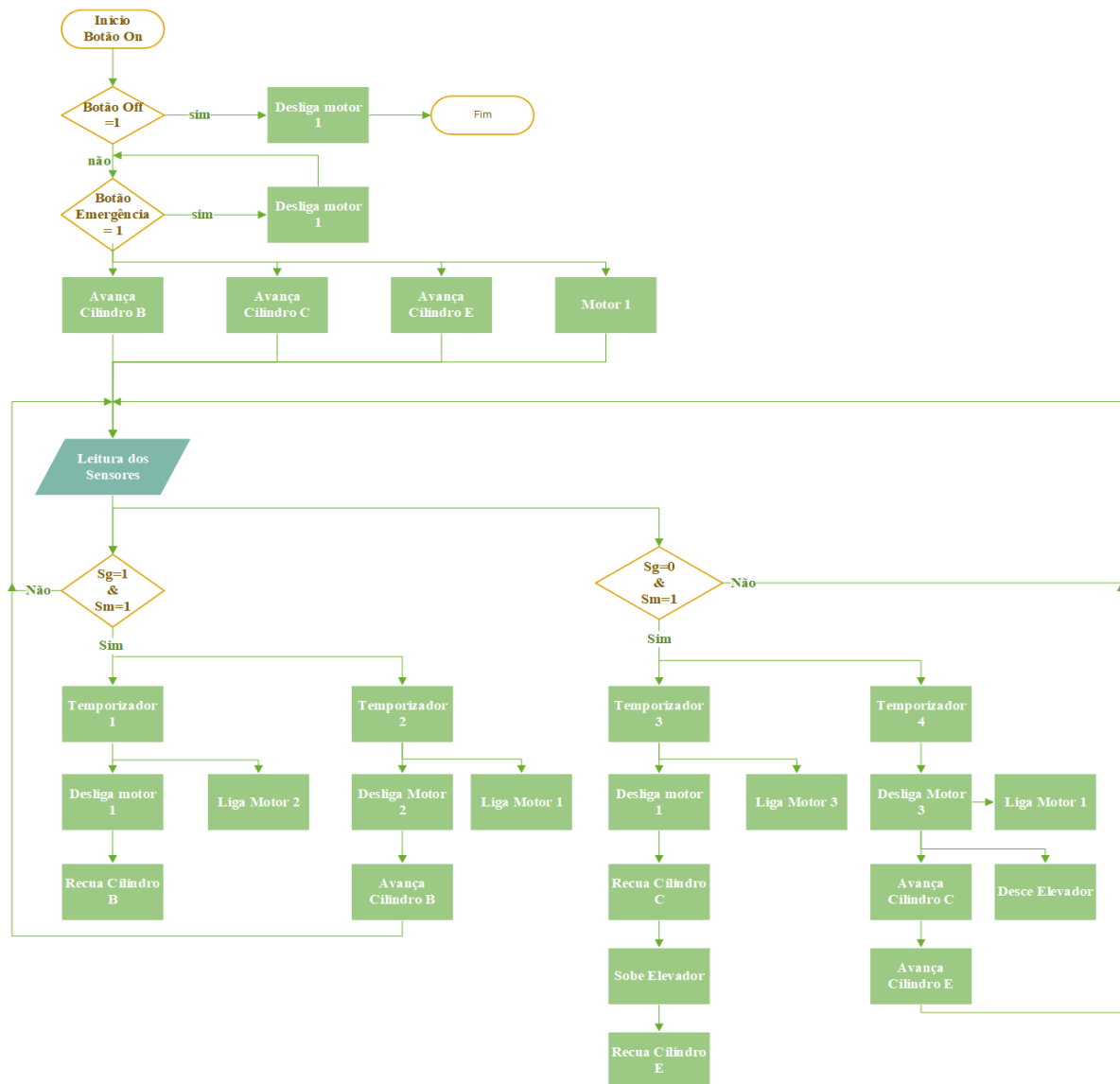


Fonte: Autor

3.4 Fluxograma programação do CLP

A Figura 6 demonstra em forma de fluxograma a programação LADER do CLP, conforme o processo descrito no item 3.3.

Figura 6- Fluxograma programação



Fonte: Autor

4 USO DA PLANTA DIDÁTICA

Em 2018-2, a máquina didática em estudo possuirá uma clientela média semestral de 108 alunos, considerando cursos Técnicos de Eletrotécnica, Tecnólogo em Sistemas de Energia e Engenharia Elétrica. Tal aparato pedagógico permitirá explorar níveis diferentes de

complexidade a saber: reconhecimento de partes mecânicas (conexões, disposição e identificação de equipamentos e instrumentos), partes elétricas (pontos elétricos em régua de bornes, em equipamentos e entre equipamentos/instrumentos) e estudo prévio de seus respectivos princípios de funcionamento; reconhecimento de circuitação elétrica por meio de teste de continuidade e monitoramento de tensão CA; reconhecimento de circuitação eletropneumática por meio de monitoramento de tensão CC e pilotagem forçada em eletroválvulas; projeto, simulação em software educacional denominado Automation Studio assim como softwares WEG (clic02 edit e PC12) e montagem de circuito elétrico por comando tradicional ou por Reles Programáveis (CLIC 02 - com restrição de quantidade e tipos de entradas e saídas) e Controladores Lógicos Programáveis (TPW04 - sem restrição de quantidades e/ou tipos de entradas e saídas).

Diferentes níveis de dificuldade também poderão ser explorados por meio de abordagens de diferentes tipos de linguagem de programação (ladder tradicional com limitação no número de colunas de programação, ladder tradicional sem limite de colunas, ladder set/reset e linguagem FBD (Function Block Diagram)).

Ainda tal máquina ou processo poderá ser utilizada para descoberta de erros por meio de alterações reais (nas ligações elétricas ou eletropneumáticas) ou virtuais (na programação) estrategicamente pedagógicas, por parte do professor, que exigirão do estudante desenvolvimento e aperfeiçoamento de competências e habilidades no rastreamento dos problemas e ação para solução seja ela de ordem mecânica, elétrica, eletropneumática ou programação.

5 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

O desenvolvimento dessa planta didática foi realizado como um trabalho de conclusão de curso de Engenharia Mecatrônica, objetivando o retrofitting da mesma, de forma que seja um facilitador para o ensino dos conteúdos nos cursos Técnicos de nível médio, de Engenharia Elétrica e Mecatrônica.

A planta didática contou com a substituição dos sensores, cilindros, eletroválvulas e contadores, recebendo também um CLP profissional industrial. Sua mecânica também sofreu

alterações, com a usinagem dos rolos e eixos para as esteiras, usinagem de novas buchas, placas de suporte para as esteiras e a substituição dos puxadores dos cilindros.

Com essa grande evolução e a inclusão de um CLP industrial há a possibilidade de uma interligação futura com sistemas SCADA, que auxiliaria o ensino das disciplinas de informática industrial do curso de Engenharia Mecatrônica.

REFERÊNCIAS

- [1] LEMAQUI. **Esteira para Triagem de Produtos Recicláveis**. Disponível em:
<<http://www.lemacqui.com.br/horizontal-esteira-transportadora/esteira-para-triagem-de-produtos-reciclaveis--9>> Acesso em: abr. 2018.
- [2] UOL. **Defasagem entre faculdade e mercado de trabalho: como driblar isso?** Disponível em:<<https://economia.uol.com.br/planodecarreira/ultnot/infomoney/2009/02/20/ult4229u2324.jhtm>> Acesso em: fev. 2018.
- [3] BELHOT, Renato V; FIGUEIREDO, Reginaldo S.; MALAVÉ, Cesar O. **O Uso da Simulação no ensino de Engenharia**. Cobenge. 2001.
- [4] FAMICTECH. **Automation Studio**. Disponível em:
<<https://www.famictech.com/edu/index.html>> Acesso em: fev. 2018.
- [5] DASSAULT SYSTEMS. **SolidWorks**. Disponível em:
<<https://www.solidworks.com/>> Acesso em: fev. 2018.

DEVELOPMENT OF A DIDACTIC PLANT FOR THE TEACHING OF ELECTRO-PNEUMATIC DRIVES

Abstract: *This work plan proposes a differentiated didactic strategy. It is a case of study whose main objective is to provide a certain experience of reality, based on the discussion, the analysis and the search for a solution of a certain proposal from real life. Therefore, there will be used the proposal of a retrofitting of a process of selection of parts via programmable logic controller, with electropneumatic drives. The project is a low cost, initially to be studied in the real model. It will then be designed and simulated in a virtual environment (simulation software called Automation Studio) and, finally, physically reformed. It is intended to prove that replicas based on real models of productive processes, combined with the curricular objectives pre-established by the course, it is possible in a differentiated and innovative way to contribute to the expansion of skills and competences.*

Key-words: *Screening Process, Didactic Prototyping, Programmable Logic Controller- PLC, Mechatronics, Electropneumatic.*