

## DESENVOLVIMENTO E AUTOMAÇÃO DE UMA ESTEIRA SELETORA DE OBJETOS: USO DA INTERDISCIPLINARIDADE EM CLP, PNEUMÁTICA E ACIONAMENTO DE MÁQUINAS ELÉTRICAS.

**Victor F V A** – vi\_vince@hotmail.com

Universidade de Fortaleza - UNIFOR

Av. Washington Soares, 1321 – Edson Queiroz, Fortaleza – CE, Brasil

60811-905 – Fortaleza – Ceará

**Afonso H F N S** – afonsof@unifor.br

Professor da Universidade de Fortaleza (UNIFOR)

**Joel S C N** – joelsotero@unifor.br

Professor da Universidade de Fortaleza (UNIFOR)

**Átila G O** – atilagirao@unifor.br

Professor da Universidade de Fortaleza (UNIFOR)

**Halisson A O** – halisson@unifor.br

Professor da Universidade de Fortaleza (UNIFOR)

**Resumo:** *Este trabalho tem o objetivo de desenvolver um projeto interdisciplinar com foco no conhecimento comumente requisitado em indústrias, englobando, assim, controladores lógicos e programáveis, acionamento de máquinas elétricas, e sistemas pneumáticos. O projeto consiste na prototipação completa de uma esteira seletora de caixas, desde a adaptação física da esteira até a programação do controlador. O intuito do trabalho é proporcionar aos alunos o exercício do conhecimento em conjunto, desfocando da visão do conteúdo das disciplinas como algo singular, e demonstrando um pouco do que pode ser requisitado durante o exercício da profissão de engenheiro. Este trabalho foi realizado com a participação de todos os alunos da disciplina de acionamentos de máquinas elétricas, da universidade de Fortaleza, durante o período de 2018.2. Em geral, foram obtidos bons resultados, cumprindo com a função de integrar múltiplos conhecimentos, onde o trabalho em equipe foi primordial para o sucesso do trabalho e proporcionou aos alunos a experiência em novas áreas de conhecimento.*

**Palavras-chave:** *Interdisciplinaridade. Controladores lógicos e programáveis. Acionamento de máquinas elétricas. projetos pneumáticos.*

### 1 INTRODUÇÃO

O cenário competitivo encontrado no mercado de tecnologia e de inovação exige cada vez mais da formação e da competência do profissional de engenharia. Espera-se dele o conhecimento e a competência para que possa solucionar problemas atuais e futuros da sociedade. Contudo, a formação prevista pelo modelo educacional composto apenas pelo ensino tradicional apresenta falhas, causando o desalinhamento entre o conhecimento adquirido pelos profissionais em formação e o conhecimento exigido pelo profissional atuante (COLENCI, 2000). Devido a isso, diversas instituições de ensino buscaram qualificar o ensino através da inserção de novas metodologias, como a metodologia ativa, cooperativa e

participativa. Isso pode ser visto através do acontecimento do processo de Bolonha, que proporcionou mudanças no paradigma educacional europeu e propôs modelos ativos de ensino, visando tornar o ensino superior europeu mais competitivo e atrativo (CARVALHO; LIMA, 2006).

Buscando enriquecer a formação do engenheiro através da participação do estudante de maneira ativa, e, ao mesmo tempo, tentando proporcionar possíveis experiências do cotidiano profissional, identificou-se a interdisciplinaridade como um método bastante promissor. Segundo as pesquisas de Lacutta e Trautvetter (2011) e colaboradores, às abordagens educacionais interdisciplinares são necessárias para promover a inovação e a competitividade global, e que os problemas encontrados no dia a dia, em empresas e em projetos reais, são de natureza interdisciplinar. Segundo a academia nacional de engenharia dos Estados Unidos (2005), as pesquisas de ciência e engenharia evoluem continuamente para ambientes fora das fronteiras do conhecimento específico de suas áreas, e que, quando desenvolvidas, podem levar a oportunidades de emprego. Diversas pesquisas sobre interdisciplinaridade e sua aplicação já são uma realidade hoje. Resultados como o de Chang et al. (2018) apontam que projetos desenvolvidos por equipes interdisciplinares apresentam melhores avanços, do que equipes formadas por indivíduos da mesma área, mostrando que, a interação com ponto de vista de profissionais de outras áreas, bem como o trabalho conjunto, ajuda no avanço desses projetos. Muitos outros trabalhos vêm buscando propor ganhos no ensino, como o trabalho de Fontes et al. (2018) que aplica o controle de posição de um braço robótico utilizando controladores lógicos e programáveis, o de Elias, Motta e Hussein (2018) que propôs a correlação das disciplinas de programação de computadores com matemática financeira através do desenvolvimento de um aplicativo de finanças, e, o projeto de Cunha et al. (2008) que buscou o aprimoramento do conhecimento teórico de programação de sistemas através de projetos complexos que envolviam Sistemas de Banco de Dados, Tecnologias da Informação e Teste de Software.

Assim, este trabalho vem com o objetivo de apresentar o desenvolvimento um projeto interdisciplinar que envolve as disciplinas de Controladores Lógicos e Programáveis (CLP), Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos, e Acionamento de Máquinas Elétricas da Universidade de Fortaleza. Visto que muitos processos industriais não demandam apenas de leituras de sensores e acionamentos digitais, foi pensado na integração de um sistema de seleção de tamanho de caixa automático com acionamento pneumático e, a opção de funcionamento por modo automático, através do CLP, ou manual, através de botoeiras e contatores, feito por lógica de comandos elétricos. Este projeto foi desenvolvido por todos os estudantes da turma de Acionamentos de Máquinas Elétricas, da Universidade de Fortaleza, durante o período de 2018.2 e, será aplicado como futura atividade laboratorial da disciplina de Controladores Lógicos e Programáveis.

## 2 DESENVOLVIMENTO DA ESTEIRA REAL

Neste capítulo será apresentado, de maneira resumida, o processo de criação da esteira selecionadora de caixas. Apesar de não ser o grande foco do projeto, demandou do conhecimento mecânico e da criatividade dos alunos.

### 2.1 Estruturação da esteira

O corpo principal da esteira é composto por partes reaproveitadas de uma esteira comum, como ilustrada na figura 1, que foi adquirida pelos alunos em conjunto com o professor. No primeiro momento, foi retirada toda essa parte de apoio ao atleta, permitindo à esteira ter um fluxo de objetos sem que haja a necessidade de retirada manual, ou a inserção de algum equipamento no fim de curso. Em seguida, foi substituído o motor original da esteira pois o mesmo apresentava defeitos.

Para a substituição do motor, foram priorizados dois critérios, o primeiro foi o tamanho da carcaça do motor, para que ele pudesse se encaixar na estrutura da esteira, e o segundo foi a compatibilidade do eixo com a polia utilizada para transmissão de movimento. A inserção da polia se tornou o fator mais determinante pois, para haver transmissão de movimento, exige-se um mínimo de tração na correia. Assim, os alunos recorreram a uma curta análise dos fatores de transmissão de potência por correia, utilizando os cálculos de distância e força, e as recomendações dos fabricantes. Com isso, foi vista a necessidade de uma adaptação no local de anexação do motor, para que o encaixe permanecesse firme, com uma boa tração, e sem transmitir muita vibração.

Figura 1 – Ilustração da esteira adquirida pelos alunos.



Fonte: O autor

## 2.2 Composição Pneumática

Após a estruturação do corpo da esteira, começou a ser desenvolvido o modo de seleção pneumático. Para isso, foi realizada uma breve análise, seguida de alguns testes, dos componentes pneumáticos disponíveis no laboratório da universidade. Com isso foi selecionado um atuador semi rotativo (DSR-10-180-P), com amortecimento, dupla ação pneumática, e faixa de trabalho de 2,5 a 8 bar. O atuador é ilustrado na figura 2.

Figura 2 – Ilustração do atuador semi rotativo.



Fonte: O autor

O princípio do atuador semi rotativo é que, quando pressurizado, por exemplo, o lado A e despressurizado o lado B, o atuador move-se até 180° para a esquerda, e, com a chaveta em seu eixo, produz força, sendo capaz de mover um objeto. Por ser um atuador de dupla ação, o mesmo é válido quando pressurizado o lado B e despressurizado o lado A. Tendo isso em mente, os alunos projetaram uma espécie de esbarro, utilizando elementos do descarte do laboratório, para que, quando selecionado um tipo de caixa, o atuador libere uma passagem e bloqueie a outra, fazendo a seleção do fim do curso da esteira.

A comutação do atuador acontece através de uma válvula 5/2 vias eletropneumática, ilustrada na figura 3. Apenas essa válvula é o bastante para fazer o controle do atuador. O sinal de comutação acontece através dos comandos elétricos enviados pelo CLP ou pelos contadores, até os relés da válvula. Para a alimentação do sistema pneumático, foi utilizado o compressor disponível no laboratório. O compressor é um mini compressor SAGYAMA ASW-18, ilustrado na figura 4, que oscila a produção em apenas 3 e 4 bars, e, quando comparado ao consumo de 2,5 a 8 bar do atuador, apresentou uma estreita faixa de trabalho. Contudo, como o atuador não exerce grandes forças, sendo o seu esbarro feito de plástico, o consumo não se eleva, fazendo com que a produção desse compressor seja o suficiente para o funcionamento do sistema.

Figura 3 - Ilustração da Válvula 5/2 via SAGYAMA.



Fonte: O autor

Figura 4 – Ilustração do compressor



Fonte: O autor

## 2.3 Sensores ópticos

Para ser feita a seleção do tamanho das caixas, foram utilizados 2 sensores ópticos digitais da IFM, ambos localizados um pouco após o início da esteira, que se diferem em

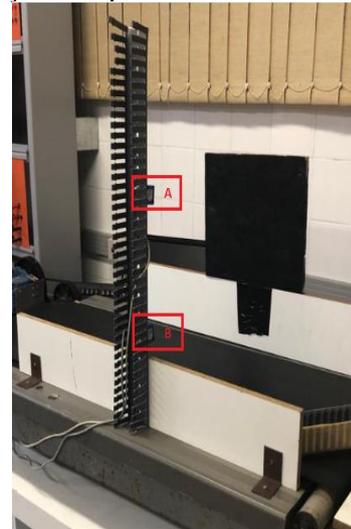
altura, para que assim possa ser feita a distinção das caixas. Para isso foi instalado um suporte na borda da esteira, onde os sensores são posicionados, e, em seguida, foi feita a regulagem da distância de percepção do sensor, para que ele não perceba nada que passe além da largura da esteira, caso tenham objetos atrás e até mesmo a parede. Na figura 5 ilustramos o tipo de sensor óptico utilizado e, na figura 6 o suporte desenvolvido pelos alunos, destacando os sensores e diferenciando em A o sensor da caixa alta e em B o sensor de caixa baixa.

Figura 5 – Ilustração do sensor ifm



Fonte: O autor

Figura 6 – Ilustração do suporte com os sensores



Fonte: O autor

Um fato curioso e que ajudou na montagem do sistema, foi que, durante os testes, ocorreram erros na detecção de objetos pelo sensor, onde a lógica estava correta mas os tamanhos não eram selecionados corretamente. Isso ocorria, pela conclusão dos alunos, por problemas na reflexão do sinal luminoso do sensor, por parte dos azulejos da parede, atrás do sistema. Para consertar isso, os alunos colocaram uma tábua de madeira, revestida em tinta preta, até a altura do sensor mais alto. Está tábua também pode ser visualizada na figura 6.

## 2.4 Sistema de controle do projeto

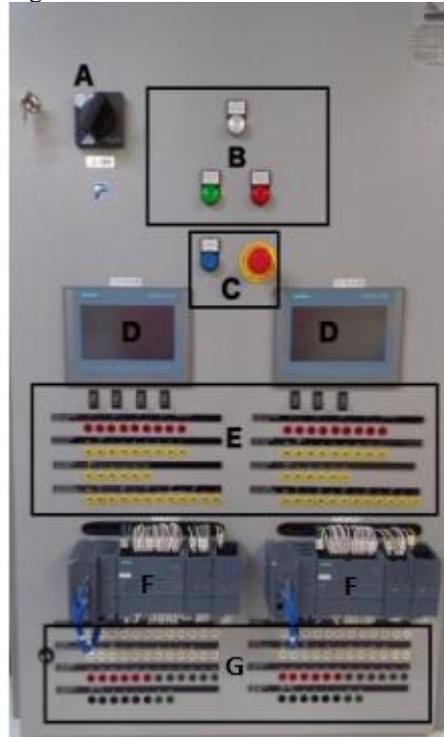
A lógica de controle da esteira foi desenvolvida em um controlador lógico programável (CLP). Caso haja um defeito no CLP, um sistema independente, com contadores, assume o controle. Para o desenvolvimento do sistema foi utilizado a bancada do laboratório de automação da universidade.

### 2.4.1. Bancada de CLP

No laboratório de práticas de CLP da Universidade de Fortaleza é utilizado uma bancada para facilitar o uso de periféricos, as conexões do controlador e proporcionar segurança aos alunos durante as práticas. Na figura 7 ilustramos e diferenciamos os componentes que compõem a bancada. A bancada pode ser ligada e desligada por uma chave, visualizada na figura 7(A), e tem seus indicadores de estado, figura 7(B), que indicam se a emergência da bancada está ou não acionada, e se tem ou não energia nas saídas. Caso seja necessário energizar a bancada, deve ser desligado o botão de emergência e em seguida feito o rearme, ambos os botões estão na figura 7(C). As IHM's e os CLP's, encontrados em figura 7(D) e

figura 7(F). Em figura 7(E) e figura 7(G) estão ,respectivamente, os bornes de conexão das entradas e saídas do CLP. A conexão feita por borne facilita a ligação entre componentes.

Figura 7 – Bancada do laboratório de CLP



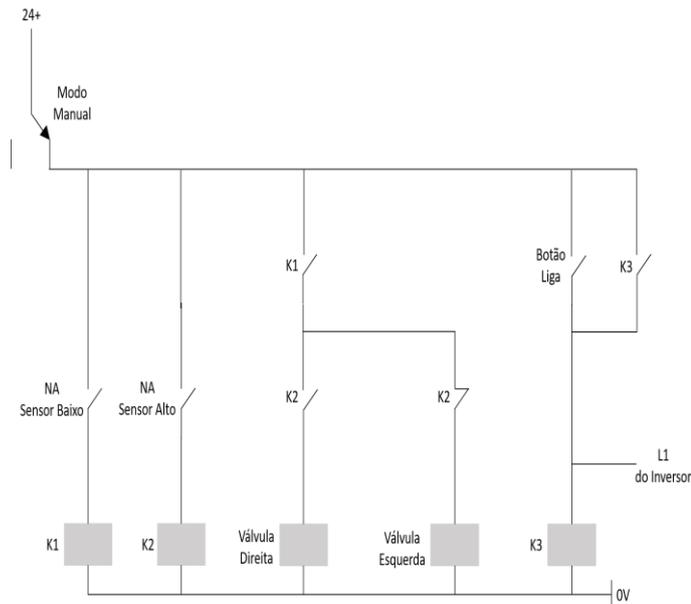
Fonte: O autor

#### 2.4.2. Processo de controle

A distinção do tamanho das caixas segue a lógica: se apenas o sensor de baixo está ativado, a caixa é considerada pequena, e quando ambos estão acionados, a caixa é considerada grande. O sinal do sensor é então enviado para o CLP, que avalia a condição do sistema, e comuta a saída do relé referente ao lado do tamanho da caixa. Além da lógica de seleção de caixa, foi inserida uma lógica de acionamento, desacionamento e controle de velocidade na esteira. O controle de velocidade é feito através da interligação entre o CLP e o inversor de frequência utilizado para controlar o motor. O CLP envia sinais analógicos de 0 a 10V, o inversor interpreta esse sinal dentro de faixa de 0 a 60Hz. Uma chave Na programação também foi adicionada a condição de que, o CLP só interpreta e comanda a esteira caso o sistema esteja trabalhando voltado para ele. Caso não, a esteira é controlada pela lógica de acionamentos, usando contadores. Essa seleção é feita através de uma chave de dois estados.

A lógica de acionamentos segue o mesmo princípio da programação, contudo, não há controle de velocidade, a esteira funciona a 30% da velocidade total. Na figura 8 e 9 demonstramos a lógica através de um esquemático e a montagem completa do projeto.

Figura 8 – Esquemático do acionamento



Fonte: O autor

Figura 9 – Projeto completo da esteira



Fonte: O autor

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sucesso do projeto deu-se primordialmente devido a atitude de engajamento da equipe de alunos, à orientação e ao apoio dos professores de acionamentos de máquinas elétricas, sistemas hidráulicos e pneumáticos, controladores lógicos e programáveis, e a disponibilidade dos equipamentos e laboratórios da universidade.

Durante o processo de montagem da esteira, foi visto ressaltada a necessidade do conhecimento interdisciplinar para realizar a prototipação de um sistema simples de automação. Mesmo a solução de problemas, aparentemente pequenos, como a interligação do motor a esteira, requer vastas competências conceituais e procedimentais. Os alunos presentes neste trabalho alegam que, para além dos conhecimentos individuais adquiridos em cada área,

o processo de integração desses conhecimentos trouxe um novo desafio a ser superado. Para muitos, foi o primeiro contato com eletropneumática e/ou dimensionamento de correia.

A integração entre áreas também despertou interesse por parte dos professores, que planejam que este projeto seja passado adiante, re-implementado, melhorado, sejam adicionadas novas complexidades, podendo se tornar uma ferramenta de estudo de um processo industrial criada e mantida inteiramente pelos alunos, proporcionando o exercício da interdisciplinaridade e do trabalho em equipe durante sua execução.

## REFERÊNCIAS

### Internet:

CARVALHO, José; LIMA, Rui. ORGANIZAÇÃO DE UM PROCESSO DE APRENDIZAGEM BASEADO EM PROJECTOS INTERDISCIPLINARES EM ENGENHARIA. In: COBENGE, 2006, Universidade de Passo Fundo - UPF. Anais [...]. Passo Fundo/RS: COBENGE, 2006. Disponível em: <http://pessoais.dps.uminho.pt/jdac/ensino/Artigo%20cobenge%202006.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2019.

CHANG, Chi-Ning *et al.* Assessing Student Interdisciplinarity: Results from an Interdisciplinary Graduate Program in Science and Engineering Fields Presented at Multidisciplinary Curricular Design and Assessment. In: ASEE ANNUAL CONFERENCE & EXPOSITION, 2018, Salt Lake City. Paper [...]. Salt Lake City: The National Academies Press, 2018. Disponível em: <https://www.asee.org/public/conferences/106/papers/22614/view>. Acesso em: 21 abr. 2019

CUNHA, Adilson Marques *et al.* Estudo de Caso abrangendo o Ensino Interdisciplinar de Engenharia de Software. FEES, Puc-Rio, 10 abr. 2008. Disponível em: [http://fees.inf.puc-rio.br/FEESArtigos/artigos/artigos\\_FEES08/cunha.pdf](http://fees.inf.puc-rio.br/FEESArtigos/artigos/artigos_FEES08/cunha.pdf). Acesso em: 21 abr. 2019.

COLENCI, Ana Teresa. O ensino de engenharia como uma atividade de serviços: a exigência de atuação em novos patamares de qualidade acadêmica. 2000. Dissertação (Mestre - Engenharia de produção) - Mestre, São Paulo, 2000. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde-14052004-150657/en.php>. Acesso em: 20 abr. 2019

ELIAS, Ana Paula de Andrade; MOTTA, Marcelo Souza; HUSSEIN, Fabiana Roberta Gonçalves e Silva. Uma proposta interdisciplinar para o desenvolvimento de aplicativos de matemática financeira em um curso de graduação em Engenharia Elétrica. Revista de educação, ciência e Tecnologia, Rio Grande do Sul, 4 dez. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/2740/2017>. Acesso em: 20 abr. 2019.

FONTES, Afonso Henriques Neto Segundo *et al.* Desenvolvimento e controle de braço robótico: aplicação da interdisciplinaridade entre controladores lógicos programáveis e robótica. Brazilian Applied Science Review, Curitiba, p. 101 - 112, 7 nov. 2018. Disponível em: <http://www.brazilianjournals.com/index.php/BASR/article/view/700/595>. Acesso em: 21 abr. 2019.

LACUTTA, Lisa. R; TRAUTVETTER, Lois Calian. AS A TEAM: ENHANCING INTERDISCIPLINARITY FOR THE ENGINEER OF 2020. AC 2011-994, American Society for Engineering Education, 10 ago. 2011. Disponível em: <https://peer.asee.org/working-as-a-team-enhancing-interdisciplinarity-for-the-engineer-of-2020.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2019.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. FACILITATING INTERDISCIPLINARY RESEARCH. WASHINGTON, D.C.: The National Academies Press, 2005. Disponível em: <https://www.nap.edu/read/11153/chapter/1>. Acesso em: 25 abr. 2019.

### **DEVELOPMENT AND AUTOMATION OF OBJECT SELECTOR CONVEYOR: USE OF INTERDISCIPLINARITY IN PLC, PNEUMATIC AND ELECTRONIC ELETRIC MACHINE DRIVES.**

**Abstract:** *This work has the objective of developing an interdisciplinary project focused on the knowledge commonly requested in industries, encompassing, therefore, programmable logical controllers, electric machine drives, and pneumatic systems. The project consists of the complete prototyping of object selector conveyor, from the physical adaptation of the conveyor to the controller programming. The purpose of the work is to provide students with the exercise of knowledge together, blurring the view of the content of the disciplines as something singular, and demonstrating some of what may be required during the exercise of the profession of engineer. This work was carried out with the participation of all the students of the discipline of electric machine drives, of the University of Fortaleza, during the period of 2018.2. In general, good results were obtained, fulfilling the function of integrating multiple knowledge, where teamwork was paramount to the success of the work and provided the students with experience in new areas of knowledge.*

**Keywords:** *Interdisciplinarity. Programmable Logic Controllers. Electric Machine Drives. pneumatic projects.*