

DESENVOLVIMENTO E UTILIZAÇÃO DE UMA MALETA DE COMANDOS ELÉTRICOS COMO FERRAMENTA DE ENSINO- APRENDIZAGEM

Resumo:

Este artigo apresenta a elaboração de uma maleta de comandos elétricos como ferramenta para a melhoria do ensino no curso de Engenharia Elétrica da Faculdade Estácio de Belém, Campus Nazaré. No desenvolvimento deste trabalho, foi enfatizada a importância da execução de atividades práticas para aprimoramento do ensino, facilitando a compreensão da temática de comandos elétricos. No entanto, com base em uma pesquisa de opinião direcionada aos professores e alunos, foram observadas dificuldades na utilização do laboratório para aulas práticas. Desta forma, evidenciou-se a necessidade de criar uma ferramenta portátil e de fácil deslocamento que pudesse ser utilizada em sala de aula para auxiliar os alunos e professores na realização de experimentos. E, assim, promover o aprendizado de comandos elétricos, entre eles, o funcionamento das três principais partidas para o acionamento de um motor de indução trifásico (direta, com reversão e estrela-triângulo). Quando se trata de comandos elétricos, é necessária uma adequada leitura e interpretação dos diagramas de máquinas elétricas e o conhecimento dos métodos de acionamento das mesmas. Além disso, o dimensionamento e especificação dos componentes associados aos motores elétricos, acima de tudo, promove a segurança aos processos industriais.

Palavras-chave: Maleta. Comandos elétricos. Ensino.

1 INTRODUÇÃO

As Instituições de Ensino Superior (IES) tem buscado aprimorar sua qualidade de ensino e procuram garantir o sucesso acadêmico dos estudantes matriculados, bem como a efetividade do ensino para a aprendizagem do aluno. (CAMPOS et al., 2014). A academia necessita melhorar continuamente seus serviços e processos, para poderem manter seus discentes e atrair novos ingressantes (SILVA; PEREIRA, 2012).

Com base no conceito em aplicar de forma prática os conteúdos estudados em sala de aula, o presente trabalho tem como objetivo a utilização de uma maleta de comandos elétricos nas aulas de engenharia para aprimoramento no ensino, bem com facilitar seu entendimento de como funcionam as partidas dos motores; e, assim, permitir ao discente, o real funcionamento das técnicas de comandos elétricos. Pois, o sucesso que o estudante pode alcançar e que, conseqüentemente, potencializará seus níveis de satisfação, está ligado a toda experiência vivida no contexto educacional (SCHLEICH et al., 2006).

A maleta de comandos elétricos torna-se uma importante ferramenta para auxiliar na realização de experimentos, possibilitando ao discente compreender e se familiarizar com o estudo de forma satisfatória, haja vista que o mesmo interage e expõe ideias, dúvidas e ou opiniões em função da solução desejada, permitindo a discussão do conhecimento e o aprendizado. (SILVA; PEREIRA, 2012).

No trabalho de BALBINOT et al., foi criada uma bancada didática para sistemas hidrelétricos com a perspectiva de integração de equipamentos de indústria 4.0 evidenciando a importância da disciplina profissional com a prática exigida pelo mercado de trabalho. Assim

como NOGAREDE et al., destacam que o conhecimento sobre máquinas e acionamentos elétricos traz para os alunos a concretização de cálculos e de fundamentos já vistos para o desenvolvimento de uma maleta experimental.

O presente trabalho está dividido nos seguintes tópicos: referencial teórico, metodologia, resultados e discussões e considerações finais. No referencial teórico foi realizada a pesquisa bibliográfica acerca da temática de comandos elétricos, instalações industriais e as normas de regulamentação; na metodologia é mostrado todo o processo de construção da maleta; nos resultados é apresentada a modelagem da maleta e nas considerações finais são apresentadas as propostas de continuidade deste trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O conhecimento sobre instalações elétricas industriais é de suma importância para o desenvolvimento e execução de um projeto. Principalmente quando se trata de comandos elétricos, onde se faz necessária adequada leitura e interpretação dos circuitos de comandos de máquinas elétricas e o conhecimento dos métodos de acionamento destas máquinas. Desta forma, o correto dimensionamento e especificação dos componentes associados aos motores elétricos, acima de tudo, promove a segurança aos processos industriais.

2.1 COMANDOS ELÉTRICOS

Comandos elétricos são dispositivos elétricos ou eletrônicos usados para realizar o acionamento de motores ou outros equipamentos elétricos, permitindo o controle sobre o funcionamento dessas máquinas e proteção contra manuseio equivocado.

Para montagem de um esquema de acionamento elétrico, é necessário conhecimento a respeito do funcionamento de cada equipamento individualmente, além da representação em desenhos e função a ser executada dentro do conjunto (FRANCHI, 2008). Os dispositivos utilizados normalmente em baixa tensão podem ser classificados como:

- a) **Acionamento:** Botoneira (tem a função de acionamento de motores, seja para controle de energização ou operação de manobra); Sinaleiros (dispositivos usados para indicar as condições atuais de uma máquina, como máquina ligada, desligada, com defeito, entre várias outras funções. São normatizados pela NR26 e NR12)
- b) **Seccionamento:** Contator (dispositivo usado para ligar ou desligar à distância o circuito do motor. Dentro do contator, existem os contatos principais e os auxiliares, os quais podem ser apresentados como NF - normalmente fechado e NA - normalmente aberto).
- c) **Proteção:** Relés (dispositivos de interrupção parametrizáveis usados em circuitos de comando e potência. Não atuam de forma direta no sistema, eles detectam uma falha e enviam um sinal para outro dispositivo que irá atuar diretamente no sistema. Geralmente usados em situações de curto-circuito, sobrecarga, variação de frequência ou tensão).

Além dos dispositivos mencionados acima, cita-se também os disjuntores como sendo o mais completo de todos, visto que este integra em um só componente as funções de seccionamento e proteção contra sobrecarga e curto circuitos (WEG).

Os esquemas de acionamentos elétricos normalmente são representados por diagramas multifilares. Entre esses diagramas destaca-se potência e comando. O primeiro tem a função energização do motor e o segundo de controlar e garantir que as operações sejam realizadas de maneira correta. Neles estão contidos os componentes que fazem parte do circuito, permitindo melhor visualização e compreensão.

Existem técnicas usadas em circuitos de comandos que garantem um acionamento seguro de motores. As técnicas de selo - feito pela ligação em paralelo do contato com uma botoeira, de forma a manter a corrente circulando pelo contator, mesmo após o operador ter parado de pressionar o a botoeira - e intertravamento - utilizado quando há mais de dois contatores no circuito, e assim, evita a ocorrência de curtos-circuitos indesejáveis.

Os motores elétricos de indução trifásicos são utilizados em processos industriais por serem simples, com baixo custo, alta eficiência e sem grande exigência de manutenção. Um dos instantes mais críticos é partida de motores elétricos, pois nesse momento, os motores solicitam uma corrente muito maior do que em serviço contínuo devido à mudança de um estado de inércia de um motor. A isso chamamos de pico de corrente. Em um instante de partida, esta corrente costuma variar na faixa de 6 a 8 vezes a corrente nominal do motor (SIEMENS, 2003).

Normalmente uma partida de motor é composta por dispositivos de seccionamento, proteção e acionamento. Neste trabalho, os tipos de partidas que serão utilizados estão descritos a seguir:

Partida direta - é o método mais simples para partida de motores, na qual as três fases são ligadas diretamente ao motor, ocorrendo um pico de corrente. De acordo com a norma brasileira NBR-5410, existe um limite para as partidas diretas à potência de 5cv (MARIANO, 2011). Em instalações industriais, esse limite não pode exceder 10cv.

Partida direta com reversão - utilizado para se obter a mudança de sentido de rotação de motores trifásicos, invertendo entre si duas fases quaisquer que alimentam o motor. Isso às vezes é necessário para que uma máquina ou equipamento complete o seu ciclo de funcionamento. (SEGUNDO, RODRIGUES, 2015). Assim, certas aplicações exigem que o motor gire em algum momento no sentido horário e em outro no anti-horário. Os motores elétricos trifásicos permitem que sua rotação seja invertida, desde que também se tomem os devidos cuidados na elaboração dessa partida.

Partida Estrela-Triângulo - em instalações elétricas industriais, principalmente aquelas sobrecarregadas, podem ser usadas esse tipo de partida como forma de suavizar os efeitos de partida dos motores elétricos. Neste tipo de partida só é possível o acionamento de um motor elétrico se este possuir seis terminais acessíveis e dispuser de dupla tensão nominal, tal como 220/380 V, sendo a menor delas igual à tensão da rede (FILHO, J.M. 2017).

Este motor elétrico partirá em ligação estrela, e depois de um tempo, passará a ser ligado em triângulo. Com isso, o motor perde cerca de 1/3 do torque, porém a corrente de partida diminui na mesma proporção, tornando essa partida viável em relação a algumas outras.

Assim, o objetivo desta temática é promover o aprendizado dos conceitos e técnicas fundamentais necessárias para o dimensionamento, montagem e partida de motores elétricos. Para isso, torna-se necessário ter conhecimento das normas de segurança.

A adoção de normas, além de ser uma exigência técnica profissional, conduz a resultados altamente positivos no desempenho operativo das instalações. (FILHO, J.M. 2017). O projetista deve conhecer as normas para que se estabeleçam condições técnicas mínimas de qualidade e segurança. Desta forma, destaca-se a NR 12, que diz respeito a operações em extra-baixa tensão de até 25VCA e também a NR 26 a qual estabelece os padrões de cores dos dispositivos de sinalização e acionamento.

Além disso, a utilização de softwares é extremamente importante para visualização e simulação de um projeto. Entre eles, destacam-se o AutoCAD que é um programa usado para o desenvolvimento de projeto e produtos gráficos.

3 METODOLOGIA

As atividades experimentais constituem uma relevante ferramenta que permite ao professor constatar e problematizar o conhecimento prévio dos seus alunos, estimular a pesquisa, a investigação e a busca da solução de problemas. Desta maneira, a realização de atividades experimentais permite que os alunos, além de compreenderem a teoria, participem do processo de construção do conhecimento (SILVA, E. D, 2017). Para tanto, evidencia a importância do ensino prático para a formação de um discente.

Primeiramente, foi realizada uma pesquisa de opinião para evidenciar a dificuldade de utilização do laboratório para práticas de comandos elétricos. Essa pesquisa consiste em uma investigação qualitativa, de caráter exploratório, descritivo e estudo de caso, e foi direcionada aos professores e alunos do curso de Engenharia Elétrica da Faculdade Estácio de Belém através da plataforma Google Forms - ferramenta gratuita, elaborada e disponibilizada online. Foram elaborados dois formulários: um para os docentes e outro para os discentes com as seguintes perguntas.

Docentes:

- Qual a importância da utilização do laboratório na formação do engenheiro?
- Você tem dificuldade em marcar horário no laboratório?
- Já houve situações de incompatibilidade entre o horário de aula e a disponibilidade do laboratório?
- A carga horária da disciplina é suficiente para a utilização do laboratório?
- A quantidade de alunos é compatível com o espaço do laboratório?
- Você gostaria de utilizar um equipamento do laboratório que pudesse ser usado em sala?

Discentes:

- Qual a importância da utilização do laboratório na formação do engenheiro?
- A carga horária da disciplina é suficiente para a utilização do laboratório?
- A quantidade de alunos é compatível com o espaço do laboratório?
- Você possui dificuldade em identificar e manipular os componentes e ferramentas do laboratório?
- Você possui dificuldade em absorver o conteúdo ministrado no laboratório?
- Você gostaria de utilizar um equipamento do laboratório que pudesse ser usado em sala?

Nesta etapa do projeto, foi realizado o estudo através de livros e artigos acadêmicos relacionados à temática de comandos elétricos, entre elas, seus componentes e diagramas. Também foi realizada a busca por modelos de maletas que serviriam de exemplo para a realização do projeto.

Após a realização do estudo bibliográfico foi definido o modelo da maleta, a qual possui as seguintes características: modelo aberto, com os componentes embutidos e com capacidade para fazer ligação com um motor de indução trifásico, com conectores e pinos tipo banana para facilitar a conexão entre os componentes, além de ser portátil e de fácil deslocamento.

A partir da escolha do modelo da maleta, foram definidas as partidas do motor: Partida Direta, Partida Direta com Reversão e Estrela-Triângulo.

Definido o modelo da maleta e as partidas, foi realizado, através de pesquisa, o levantamento e a descrição dos materiais, como mostra a tabela 1.

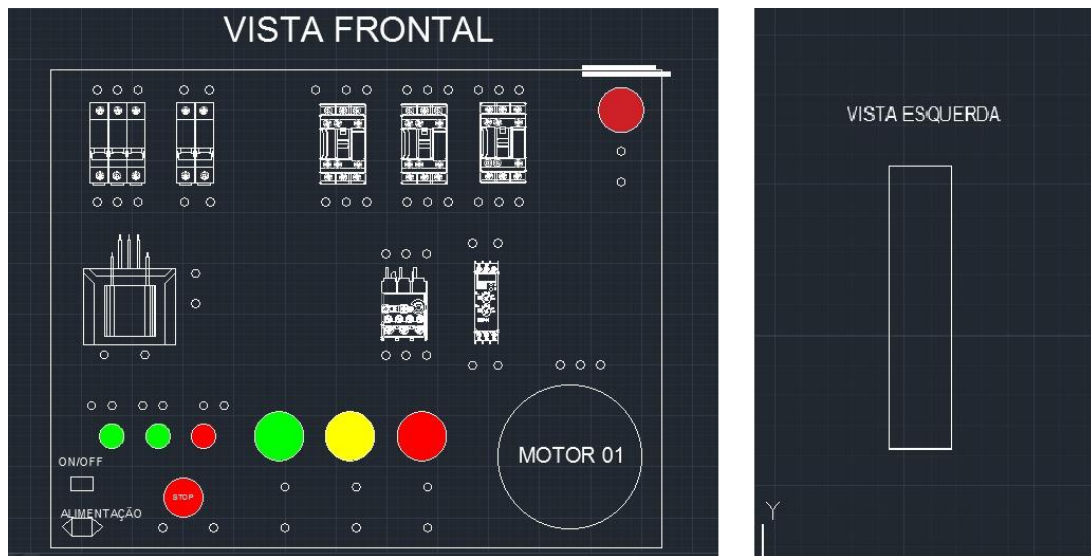
Tabela 1 - Componentes da Maleta

Componente	Quantidade	Características técnicas
Motor De Indução 0,75 Cv	1 peça	In = 3,02A (220V) e 1,75 A (380V)
Contator	3 peças	9A e 24 VCA
Relés De Sobrecarga	2 peças	2,8-4 A . Classe de disparo 10.
Botoeira Liga	1 peça	12mm
Botoeira Desliga	1 peça	12mm
Botoeira Trava	1 peça	12mm
Botão De Emergência	1 peça	19mm
Relé Falta De Fase	1 peça	220V/240V
Relé Sequência De Fase	1 peça	220V/240V
Relé De Sequencia E Falta De Fase	1 peça	220V/240V
Sinaleiro Verde	2 peças	9mm / 24VCA
Sinaleiro Amarelo	1 peça	9mm / 24VCA "
Sinaleiro Vermelho	1 peça	9mm/ 24VCA
Disjuntor Bipolar (Comando)	1 peça	(1P+N)) e 4 A
Disjuntor Tripolar (Força)	1 peça	Tripolar (3P) 4 A
Transformador Para 24V	1 peça	24VCA / 3A Bivolt 127/220v
Cigarra	1 peça	9A e 24 VCA
Trilho	2 peças	Padrão "Din" Perfurado - 35mm
Terminais (Dep. Do N° De Conexões)	35 peças	Tipo Banana - 4mm
Cabo 1mm E 2,5 Circuito De Força	2 peças	Cabo 1mm - 5m Cabo 2,5mm - 3m
Acrílico (Proteção)	1 peça	45,5 x 15,2 cm
Anilha	50 peças	Para Cabos de 1mm e 2,5mm
Mala Média	1 peça	45,5 x 15,2 x 33 cm

Fonte: os autores

Nesta etapa, foi realizado o processo de modelagem da maleta através da utilização do software AUTOCAD. Nele estão dispostas as vistas: frontal, lateral esquerda e superior, como ilustram as figuras 1 e 2.

Figura 1- Vista frontal e lateral esquerda.



Fonte: os autores

Figura 2- Vista superior.



Fonte: os autores

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a aplicação do formulário, no qual foram entrevistados 19 (dezenove) docentes, obtiveram-se as seguintes respostas:

- 100% responderam que “Sim, o laboratório é uma importante ferramenta porque possibilita a prática do conteúdo ministrado em sala”.
- 100% responderam que “Não possuem, dificuldade em marcar horário no laboratório”.
- 100% responderam que “Sim, algumas vezes já houve situações de incompatibilidade entre o horário de aula e a disponibilidade do laboratório”.
- 66,7% responderam “Sim” e 33,3% responderam “Não”, com relação à carga horaria da disciplina ser insuficiente para a utilização do laboratório.



- e) 66,7% responderam “Sim” e 33,3% responderam “Não”, com relação à quantidade de alunos ser incompatível com o espaço do laboratório.
- f) 66,7% responderam “Sim” e 33,3% responderam “Não”, se gostariam de utilizar um equipamento do laboratório que pudesse ser usado em sala de aula.

No formulário dos discentes, dos 45 (quarenta e cinco) entrevistados, obtiveram-se as seguintes respostas:

- a) 100% responderam que “Sim, o laboratório é uma importante ferramenta porque possibilita a prática do conteúdo ministrado em sala”.
- b) 100% responderam “Não”, a respeito da carga horária da disciplina ser suficiente para a utilização do laboratório.
- c) 100% responderam “Não”, que a quantidade de alunos é incompatível com o espaço do laboratório.
- d) 80% responderam “Sim” e 20% responderam “Não”, que possuem dificuldade em identificar e manipular os componentes e ferramentas do laboratório.
- e) 80% responderam “Sim” e 20% responderam “Não”, sobre a dificuldade em absorver o conteúdo ministrado no laboratório.
- f) 100% responderam “Sim”, que gostariam de utilizar um equipamento do laboratório que pudesse ser usado em sala.

A partir da análise dos dados obtidos na pesquisa, destaca-se a importância de utilizar o laboratório, no entanto, os entrevistados enfrentam dificuldades em utilizá-lo, entre elas, a incompatibilidade entre o horário de aula e a disponibilidade do laboratório, a carga horária da disciplina ser insuficiente e o laboratório não comporta a quantidade de alunos. Desta maneira, evidenciou a importância de criar uma ferramenta que pudesse ser utilizada em sala de aula para auxiliar os alunos e os professores no aprimoramento do ensino e também na realização de experimentos em sala de aula, para assim, suprir essa dificuldade em utilizar o laboratório nas aulas práticas. Desta forma, foi pensado em elaborar uma ferramenta portátil, em formato de mala e que pudesse abarcar o conteúdo de comandos elétricos, visto que essa temática é relevante para a formação dos alunos e requer prática.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante de tudo que foi exposto, mostrou-se viável a construção da maleta, pois possibilita a melhoria da qualidade do ensino e permite aos alunos uma maior clareza na compreensão teórica do assunto, com a utilização da maleta em sala de aula; dada a importância da compreensão da temática de comandos elétricos no ensino da engenharia elétrica. E assim, contribuindo para o aperfeiçoamento do ensino-aprendizagem dos discentes. Entretanto, não foi possível realizar a montagem física da maleta, devido a pandemia.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: Instalações Elétricas de Baixa Tensão 2004. Atualizada 2008.

BALBINOT, Gustavo; SANTOS, Artur; ALVES, Kariston. **Confecção de bancada didática para simulação de sistemas hidrelétricos com perspectiva à integração da indústria 4.0**. Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia COBENGE 2019, Fortaleza, Set. de 2019.

BRASIL. Ministério Do Trabalho e Emprego. **NR 12: Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos**. Atualizada 2016.

BRASIL. Ministério Do Trabalho e Emprego. **NR26: Sinalização de segurança**. 2011.

CAMPOS, Domingos; NETO, Manoel; MARTINS, Leonardo. **Qualidade dos serviços na educação superior: uma visão comparativa entre dois cursos de graduação**. v. 24, n. 2, p 16, 2013.

FILHO, João Mamede. **Instalações elétricas industriais: de acordo com a norma brasileira NBR 5419:2015**. p. 24-25, 9. ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2017.

FRANCHI, Claiton. **Acionamentos Elétricos**. p.113-115, 4. ed - São Paulo: Érica, 2008.

NOGAREDE, Bertrand et al. **Educational bench: self-controlled synchronous machine**. International Conference on Electrical Machines ICEM 2008, Vilamoura, Portugal, 2008.

SCHLEICH Ana Lúcia; POLYDORO, Soely; SANTOS, Acácia. **Escala de satisfação com a experiência acadêmica de estudantes de ensino superior**. Avaliação Psicológica, v. 5, n. 1, p. 11-20, 2006.

SEGUNDO, Alan Kardek; RODRIGUES, Cristiano Lúcio. **Eletrônica de Potência e Acionamentos Elétricos**. p.34, Ouro Preto – MG, 2015.

SILVA, Alexandre; PEREIRA, Raquel. **Avaliação da qualidade dos serviços educacionais prestados por uma instituição de ensino superior (IES)**. RAEP – Administração: Ensino & Pesquisa, v. 13, n. 1, p. 1-34, 2012

SILVA, Edson. **A Importância das Atividades Experimentais da Educação**. Monografia (Pós Graduação *Lato Sensu*) - Universidade Candido Mendes: Avm – Faculdade Integrada, p. 8, Rio de Janeiro, 2017

SIEMENS. **Métodos de partida versão 2**. Disponível em:
<https://new.siemens.com/br/pt.html>. Acesso em 24 jun, 2020

TONIDANDEL, Danny. **Dispositivos de manobra: contatores**. Ouro Preto: Ufop, 2015. 15 slides, color;

WEG. Disponível em: <https://www.weg.net/institucional/BR/pt/>. Acesso em: 22 abr. 2020

DEVELOPMENT AND USE OF AN ELECTRIC CONTROLS BRIEFCASE AS A TEACHING-LEARNING TOOL

Abstract: This article presents the elaboration of a briefcase of electrical controls as a tool for improving teaching in the Electrical Engineering course at Estácio de Belém College, Nazaré Campus. In the development of this work, the importance of carrying out practical activities to improve teaching was emphasized, facilitating the understanding of the theme of electrical commands. However, based on an opinion form directed at teachers and students, difficulties were observed in using the laboratory for practical classes. Thus, the need to create a portable and easy-to-move tool that could be used in the classroom to assist students and teachers in carrying out experiments. Furthermore, promote the learning of electric commands, among them, the operation of the three main starts for the activation of a three-phase induction motor



(direct, with reversion and star-triangle). When it comes to electrical controls, it is necessary to read and interpret the diagrams of electrical machines and to know the methods of driving them. Also, the dimensioning and specification of the components associated with electric motors promote safety to industrial processes.

Keywords: *Briefcase. Electrical commands. Teaching.*