

CAPACITAÇÃO TÉCNICA PARA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Data de aceite: 02/01/2024

Marcelo Musci

Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro - Brasil

Ian Suzano Marques de Sousa

Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro - Brasil

Luis Eduardo Casemiro

Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro - Brasil

Carlos Augusto Cruz da Silva

Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro - Brasil

Marcos de Souza Freitas Machado

Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro - Brasil

George Silva Cardoso Filho

Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro - Brasil

RESUMO: A ausência de ferramentas na área de automação e controle de sistemas elétricos industriais pode dificultar o aprendizado que necessitam desses conhecimentos. Em muitos casos os estudantes sentem-se desmotivados por não conseguirem visualizar aplicações

práticas acerca dos conhecimentos teóricos adquiridos. Uma das formas de se evitar esses problemas é com a utilização de protótipos, que visem permitir ao aluno colocar em prática conhecimentos teóricos e obter uma visão interdisciplinar do curso, principalmente em ambientes industriais, além de estimular a curiosidade científica e incentivar a busca do conhecimento. Diante do exposto, o projeto de Capacitação Técnica para Automação Industrial foi concebido para que os alunos adquiram conhecimentos práticos em equipamentos elétricos e automação industrial, possibilitando com isso não só o autoconhecimento mas também o benefício da construção das bancadas didáticas para a capacitação da comunidade acadêmica, permitindo conhecimentos práticos da automação industrial com o emprego de dispositivos de controle automáticos e sensores do mesmo tipo utilizados em ambientes industriais.

PALAVRAS-CHAVE: bancadas didáticas, controle de motores, CLP, automação.

ABSTRACT: The absence of tools in the field of automation and control of industrial electrical systems can hinder the learning process for those who require this

knowledge. In many cases, students feel demotivated because they cannot visualize practical applications related to the theoretical knowledge acquired. One way to avoid these problems is through the use of prototypes, aiming to allow students to apply theoretical knowledge and gain an interdisciplinary view of the course, especially in industrial environments. This approach also stimulates scientific curiosity and encourages the pursuit of knowledge. In light of the above, the Technical Training Project for Industrial Automation was conceived to enable students to acquire practical knowledge in electrical equipment and industrial automation. This not only facilitates self-discovery but also contributes to the construction of didactic benches for the training of the academic community. It enables practical knowledge of industrial automation using automatic control devices and sensors of the same type used in industrial environments.

e sensores do mesmo tipo utilizados em ambientes industriais. Serão projetados e construídos dois sistemas elétricos a serem instalados nas bancadas didáticas, possibilitando assim trabalhar os conteúdos de comandos de máquinas elétricas e automação industrial com o uso de CLP.

KEYWORDS: teaching benches, motor control, PLC., automation.

1 | INTRODUÇÃO

Quando se considera a vocação da Zona Oeste em relação a outras áreas do município do Rio de Janeiro, predomina uma especialização em atividades industriais, com uma expansão industrial superior à média observada em outras regiões da cidade. Dentre as diversas empresas distribuídas por quatro regiões administrativas: Bangu, Campo Grande, Realengo e Santa Cruz, muitas são do setor industrial, destacando-se empresas de grande porte do setor metal-mecânico e siderúrgico como CSA- Thyssen Krupp, Gerdau Cosigua, Valesul, White Martins, Glasurit e Michelin.

A busca de profissionais na área de tecnologia é uma realidade nas instituições de ensino médio e superior. Entretanto há uma grande necessidade de uma melhor qualificação dos discentes visando a sua inserção no mercado de trabalho. Atualizar o conhecimento constantemente é primordial na formação dos alunos. Para isso, além do interesse do aluno, é importante o investimento da Instituição em sua infraestrutura.

A constante concorrência exige que os profissionais saiam das universidades cada vez mais preparados para atuar da melhor forma possível no mercado de trabalho, não havendo tempo para adaptações longas e aprendizagens básicas. O domínio da tecnologia é um ponto determinante para o bom desempenho no mercado e está diretamente ligado ao conhecimento prático adquirido durante a formação.

No sentido de reverter a situação descrita o presente artigo propõe a capacitação técnica em automação industrial para os alunos de ensino superior da Faculdade de Ciências Exatas e Engenharias (FCEE) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro campus Zona Oeste (UERJ-ZO), com a criação do projeto de ensino nas dependências do Laboratório de Modelos Reduzidos (LMR) da UERJ-ZO, financiado pela Fundação de Amparo a Pesquisa

do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ). O projeto através da facilitação da aprendizagem de conceitos teóricos e práticos visa não somente o apoio as aulas teóricas ministradas, mas também suprir a carência de mão de obra especializada em conceitos de automação e capacitação dos discentes para o Parque Industrial da Zona Oeste do Município do Rio de Janeiro. Além de promover uma maior interação entre a comunidade da Zona Oeste e a comunidade acadêmica da UERJ-ZO com a oferta de cursos de extensão. Outrossim, o projeto tem a oportunidade de oferecer aos discentes do curso superior de Engenharia de Produção da FCEE, a capacitação em automação industrial, preparando-os para oferecer serviços relacionados ao novo conceito de Indústria 4.0.

Diante dos novos conceitos industriais em renovação tecnológica que faz uso de equipamentos automatizados para a supervisão, controle e principalmente o gerenciamento das instalações, a automação está intrinsecamente associada aos equipamentos que controlam os processos de produção. Diante disso, torna-se de suma importância o conhecimento e os métodos de comandos dos motores elétricos no meio industrial. Ainda no âmbito da automação, o Controlador Lógico Programável (CLP) ou do inglês PLC (*Programmable Logic Controller*), é Segundo a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), “um equipamento eletrônico digital com *hardware* e *software* compatíveis com aplicações industriais”. O seu desenvolvimento foi essencial para a substituição de equipamentos eletromecânicos, particularmente temporizadores e relês, sendo necessário serem programados para exercerem suas funções. O CLP é capaz de controlar sistemas automatizados, utilizando instruções armazenadas em uma memória programável interna, que implementa funções de controle específicas (Parede e Gomes, 2011). Sua programação é realizada mediante algumas linguagens definidas pela norma técnica IEC 61131- 3:2003, sendo a linguagem *ladder* a mais utilizada, estando presente praticamente em todos os CLPs dos diversos fabricantes.

No setor industrial são utilizados sistemas automáticos ou semiautomáticos de controle e intertravamento de máquinas, mediante painéis elétricos de automação monitorados a partir de um sistema supervisão, também denominado SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*), realizam o monitoramento de um processo produtivo, coletando dados e rastreando informações importantes, como a atualização das variáveis da planta em tempo real. Além disso, estes sistemas possibilitam o controle do processo ligando ou desligando atuadores, alterando malhas de controle e a operação dos equipamentos sem depender de um nível intermediário de controle. Possíveis demandas para qualificação dentro do paradigma da Indústria 4.0 mostram a importância da qualificação e do desenvolvimento de recursos humanos em um futuro próximo. Sendo assim, a capacitação técnica de recursos humanos deve abranger diversas categorias de habilidades (Garcia Junior, 2019).

A utilização de CLPs em conjunto com um sistema supervisão possibilita efetuar o monitoramento de diversas grandezas como geradores, velocidade de motores de propulsão, viscosidade de óleo, temperatura de gases, controle de níveis, abertura e

fechamento de válvulas e diversos outros sistemas essenciais. Igualmente é possível o controle de um sistema elétrico automático sem a ajuda do CLP, utilizando-se painéis puramente de comandos elétricos, que são constituídos de dispositivos cuja função é a proteção de circuitos, e de dispositivos que controlam os equipamentos, recebendo e enviando valores para o sistema. Esses dispositivos, conforme descritos por Prudente (2020), são constituídos por contatores, relés, chaves, botoeiras, fusíveis, disjuntores, sensores entre outros. No âmbito do projeto e com a utilização de equipamentos financiados pela FAPERJ, torna-se possível a capacitação dos discentes no conhecimento sobre o tema Capacitação Técnica para Automação Industrial.

2 | ACIONAMENTO DE MOTORES ELÉTRICOS TRIFÁSICOS

Para instalações elétricas de motores trifásicos devem ser analisados fatores que ofereçam danos ao funcionamento de seus circuitos elétricos de acionamentos. A aplicação de um método adequado de partida é uma solução de forma a garantir um bom funcionamento do circuito elétrico, melhorar o rendimento do motor, prolongar sua vida útil, proporcionar segurança, além de reduzir os custos operacionais (Creder, 2016).

2.1 Motores de Indução

O motor de indução trifásico do tipo gaiola de esquilo é formado por duas partes distintas, sendo elas o estator, componente que recebe a tensão oriunda da rede elétrica, e o rotor, componente móvel onde se origina a tensão induzida pelo estator.

Para entender o comportamento dos motores de indução, é importante saber sobre o princípio de funcionamento e as principais equações que os regem. É imprescindível também conhecer as características nominais. No entanto, somente esses fatores não são garantias para a segurança do motor e do circuito em que o motor será instalado, é preciso conhecer as diversas maneiras de acionamento dessas máquinas para determinar a carga a ser acionada.

Dentre algumas formas de acionamento de motores de indução, do tipo gaiola de esquilo, as mais importantes são: partida direta; partida indireta por estrela-triângulo; além dos acionamentos mais modernos por meio de equipamentos eletrônicos como o inversor de frequência e por intermédio do Controlador Lógico Programável (CLP).

2.2 Partidas de Motores Elétricos Trifásicos

2.2.1 Partida Direta

Representa um acionamento simples e fácil de ser executado, pois não precisa de

dispositivos auxiliares, bastando conectar os terminais de fase do motor diretamente ao Sistema trifásico proveniente das instalações elétricas. Em virtude dessas características a partida direta é encontrada tanto em instalações industriais quanto em instalações residenciais. No entanto, deve-se tomar cuidado nesse tipo de partida devido à corrente de pico apresentada no instante inicial do acionamento.

2.2.2 Partida Estrela-Triângulo

Este tipo de acionamento ocorre quando um motor é ligado na configuração estrela, de seus terminais e após certo período em que o motor atinge sua velocidade nominal, a ligação dos terminais é convertida em triângulo assumindo a tensão nominal da rede elétrica. Para que isso ocorra, o motor precisa ter no mínimo seis terminais de ligação.

2.2.3 Partida com Inversor de Frequência

O uso do equipamento inversor de frequência permite alterar a frequência de alimentação do motor de indução, com a finalidade de controlar a velocidade, o conjugado e também o sentido de rotação do motor. Nos bornes de entrada do inversor, é inserida uma tensão alternada (CA) fixa de alimentação, sendo convertida em uma saída CA de tensão e frequência variáveis.

2.2.4 Partida com CLP

O uso de CLPs para acionamento de motores é bastante difundido atualmente. O CLP executa instruções baseadas em um conjunto de entradas e saídas. As entradas do CLP recebem um sinal (digital ou analógico) do meio externo e em seguida é transmitido para o equipamento para que seja transformado em atividade no processo através de seus terminais de saída. Um CLP está dividido em três partes fundamentais, sejam quais:

Unidade central de processamento ou CPU (*Central Processing Unit*), tem a função de organizar todas as funções de controle e programação, suas características definem a performance de velocidade e potência do equipamento;

Unidade de entrada/saída: responsável por fazer a comunicação do CLP com dispositivos externos ao equipamento, como contatores, motores, sensores, botoeiras, etc.

Unidade de programação: é a responsável pela interface homem-máquina (IHM) por intermédio de teclados ou monitores. Pela IHM o usuário do equipamento tem acesso ao controle do CLP. A IHM é um periférico que pode ser um computador ou um dispositivo portátil composto por teclado e display. Além de enviar informações ao CLP, a IHM também pode enviar sinais de atuação e monitoração em tempo real (Franchi e Camargo, 2020).

O CLP pode ser programado de diversas formas, dependendo do tipo e fabricante do equipamento. Sendo a forma mais comum o uso da linguagem de programação Ladder ou diagrama Ladder. Esse diagrama foi umas das primeiras linguagens de programação criada

para que técnicos e engenheiros tivessem facilidade na elaboração de programas. O layout dessa forma de programação é fundamentado em esquemas elétricos e seu funcionamento baseado em instruções correspondente aos contatos normalmente abertos (NA) e contatos normalmente fechados (NF) dos relés (Prudente, 2013).

2.3 Aquisição de Dados

A coleta de dados refere-se à obtenção de informações para posterior armazenamento e uso, como análise de dados, controle e monitoramento de processos. Nas aplicações industriais, a aquisição de dados precisa ocorrer em tempo real, o que significa que o sistema deve ser capaz de coletar dados ou executar tarefas de controle dentro de uma janela de tempo aceitável. A duração dessa janela de tempo depende da rapidez necessária para a resposta do sistema, a qual está relacionada à velocidade e precisão requeridas para uma aplicação específica.

O dispositivo utilizado para coletar dados é conhecido como sistema de aquisição de dados. Este sistema é amplamente utilizado, sendo oferecido por vários fabricantes em pacotes mais ou menos padronizados. Ele combina o controle supervisorio e a aquisição de dados (SCADA - *Supervisory Control And Data Acquisition*), competindo em aplicações com sistemas digitais de controle distribuído (SDCD) ou controladores lógicos programáveis (CLP). Esse sistema atua como uma interface entre o ambiente real, composto por parâmetros físicos analógicos do processo, e o ambiente computacional, que é digital (Ribeiro, 1999).

3 | METODOLOGIA

O presente projeto tem como objetivo principal a construção de duas bancadas de controle e automação industrial de forma a realizar o treinamento e a capacitação na área de tecnologias para a automação industrial, incluído noções sobre a indústria 4.0. Além disso, agrega competências para o desenvolvimento de pesquisas experimentais que possibilitem aos discentes da UERJ-ZO uma visão mais ampla na área de automação industrial.

O projeto prevê como metodologia as etapas:

3.1 Desenho do Projeto de Trabalho

Todos os materiais elétricos e equipamentos serão adquiridos por intermédio da verba destinada a construção do Laboratório Didático de Comandos e Instalações Elétricas pela FAPERJ. Os esquemas de ligação elétrica serão confeccionados com a utilização do software CADe SIMU 4.0.

3.2 Familiarização dos alunos com o tema

Descrição do material teórico e as tarefas a serem realizadas, como noções de funcionamento de equipamentos e peças, linguagem de programação ladder e softwares supervisórios;

3.3 Construção das Bancadas

Serão construídas duas bancadas. A primeira contendo vários módulos para partida de motores, elaborada para demonstração dos acionamentos manuais tipo partida direta, partida estrela-triângulo, reversão de motores trifásicos e controle de velocidade, através de inversor de frequência. A segunda bancada consiste de um módulo para demonstração dos acionamentos automáticos via Controlador Lógico Programável. Composto por um CLP, fonte de alimentação contadores e diversos dispositivos para acionamento de motores trifásicos. O objetivo deste módulo é a utilização do CLP como substituto de comandos elétricos para o intertravamento de máquinas e motores elétricos.

3.4 Sistema supervisório

Uso de um computador com sistema de Supervisão e Aquisição de Dados (SCADA) e um CLP modular com capacidade de desenvolvimento de projetos isolados ou interligados por redes industriais através dos protocolos *Ethernet* e *ModBus*. Objetivo: possibilitar o uso de equipamentos e acessórios necessários para confecção de um sistema elétrico industrial com a utilização de diversos tipos de sensores, para medição de temperatura, pressão, vazão, nível entre outros.

4 | MATERIAIS E MÉTODOS

A estrutura de cada bancada a ser construída em etapa posterior, é mostrada na Figura 1, onde em um painel confeccionado em madeira e pintado com tinta à base de poliéster serão instalados os equipamentos elétricos após a definição dos diagramas esquemáticos previstos neste trabalho. Cada painel possui medidas de 500mm de altura por 700 mm de largura. Sendo sustentados por uma estrutura de ferro galvanizado (metalon) de dimensões 40 x 30 mm e espessura de 1,6 mm, formando um suporte de comprimento de 800 mm soldada em ângulo de 70 graus com a base horizontal de 500 mm de comprimento. Toda a estrutura metálica deverá ser pintada com base metálica e tinta esmalte.

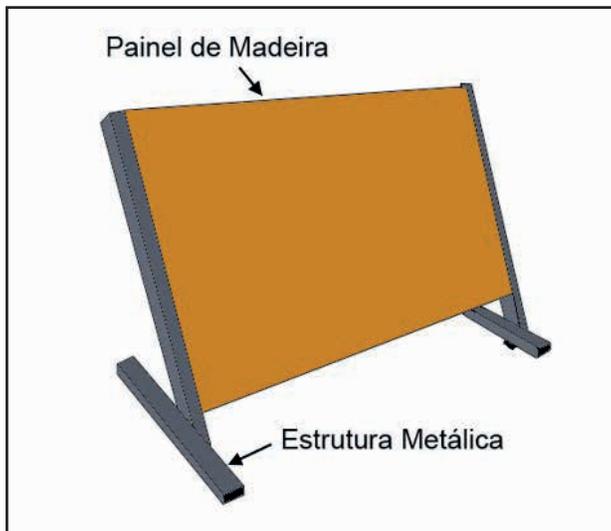


Figura 1: Estrutura para montagem das bancadas didáticas.

Fonte: Os autores (2022).

As especificações dos componentes principais a serem utilizados nos módulos das duas bancadas são mostrados na Tabela 1.

Item	Material
1	Fonte chaveada 120W 24V 5A
2	Chave 14123 A1B1P1Q Liga/Desliga Alavanca 15A
3	Disjuntor TRIPOLAR PARA MOTOR 1,80-2,50A 3RV10211CA10
4	Botão 22,5MM cogumelo vermelho com trava cromado E2 3603
5	Rele de tempo multifunção 0,1 seg a 10 HRS TMF MA 24 A 240VCA-VCC
6	Relé de tempo RTW-ET ESTRELA/TRIANG. 3-30S 220V/24VDC
7	Motor elétrico WEG CA 1CV 4 POLOS 220V 380V TRIFÁSICO
8	Motor Elétrico Monofásico Aberto 1CV 2P 110/220V - NOVA
9	Motor Elétrico Voges 0,75 CV/0,40 CV - Dahlander
10	Disjuntor tripolar para motor 03,50-05,00A 3RV10211FA10
11	Fusível diazed retardado 6A 500V FDW-6S
12	Rele Térmico Sd293z2a 23-32a
13	Contator 32A 2NA2NF 220V CT32-H5-322
14	Contator 32A 2NA2NF 110V CT32-E5-322
15	Contator AUXILIAR CA2-KN31 M7 220VCA 3NA1NF
16	Contator 12A 1NA 220V MINI CTM12H5310
17	Botão pulsador Nf e NA
18	Botão de emergência sem retenção
19	Sinaleiro 22MM COM LÂMPADA 110V

20	Chaves Comutadoras - CC e CA
21	Chave estrela triangulo 3X30A 220V 10CV SECA TET30 SCHAK
22	Inversor de frequência WEG CFW08 3cv 220V 10a Mono/Tri
23	Controlador logico programável CLW-02 20HR-A 3RD CLIC02 127/220VCA
24	Chave de Partida Direta - TBSP

Tabela 1: Especificações dos componentes principais utilizados.

A seguir serão descritas de forma resumida os módulos das bancadas.

- Módulo para partida de motores. Elaborado para demonstração dos acionamentos manuais tipo partida direta. O modelo didático será formado com algumas configurações de acionamentos elétricos, usando um motor de indução trifásico, tipo gaiola de esquilo. Seu objetivo é a demonstração dos acionamentos manuais tipo partida direta de motores trifásicos, partida estrela-triângulo e reversão de motores trifásicos. Instalação - Bancada 1.
- Módulo para acionamento automático e controle de velocidade, através de inversor de frequência. O objetivo é o controle de velocidade de motores e partida de motores em baixa velocidade. Instalação - Bancada 1.
- Módulo para demonstração dos acionamentos automáticos via Controlador Lógico Programável. Composto por um CLP, fonte de alimentação contadores e diversos dispositivos para acionamento de motores. O objetivo deste módulo é a utilização do CLP como substituto de comandos elétricos para o intertravamento de máquinas e motores elétricos. Instalação - Bancada 2.
- Computador com sistema supervisório ScadaBR® interligado ao CLP para controle dos processos desenvolvidos.

5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho são os diagramas elétricos dos diversos dispositivos e equipamentos elétricos das duas bancadas propostas e as suas implementações físicas.

5.1 Diagramas Elétricos da Bancada 1

Na Figura 2 é mostrado o esquema de partida direta de motor, na Figura 3 temos a partida com reversão de motor sinalizada, na Figura 4 é mostrada a reversão de motor com temporização, na Figura 5 temos a partida de motor com chave estrela-triângulo e na Figura 6 a partida de motor com inversor de frequência.

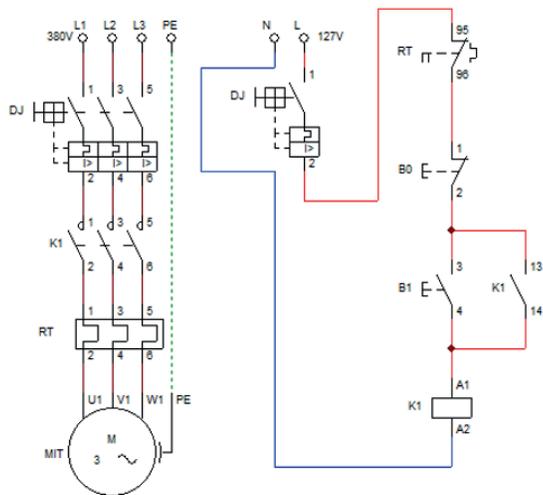


Figura 2: Partida direta de motor.

Fonte: Os autores (2023).

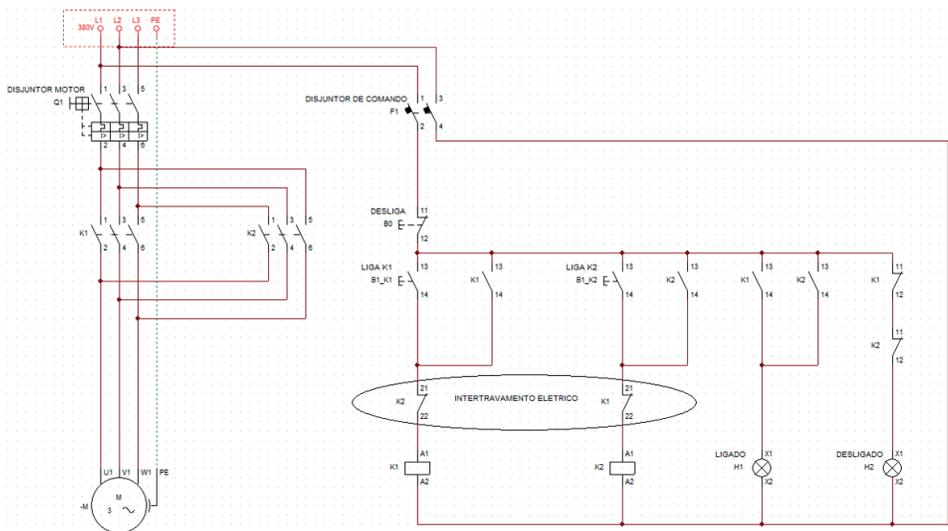


Figura 3: Partida reversão de motor sinalizada.

Fonte: Os autores (2023).

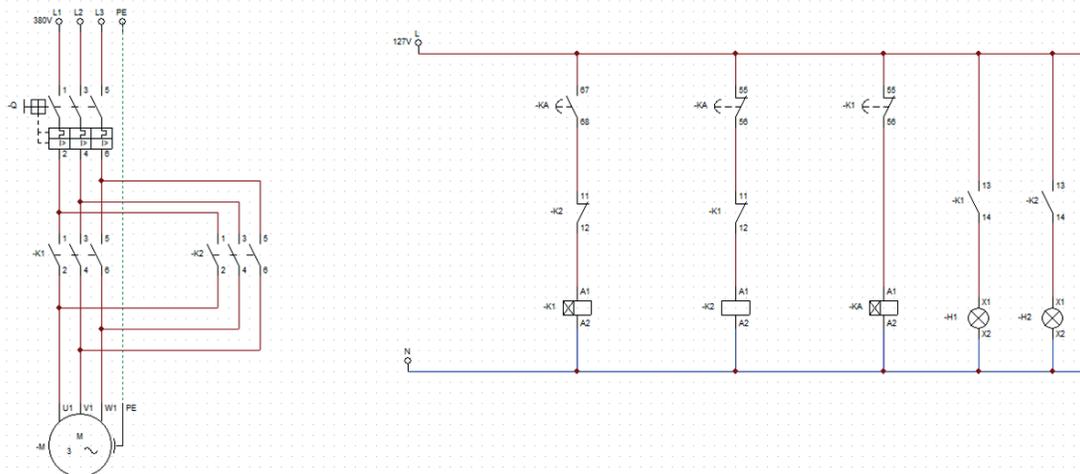


Figura 4: Partida reversão de motor com temporização.

Fonte: Os autores (2023).

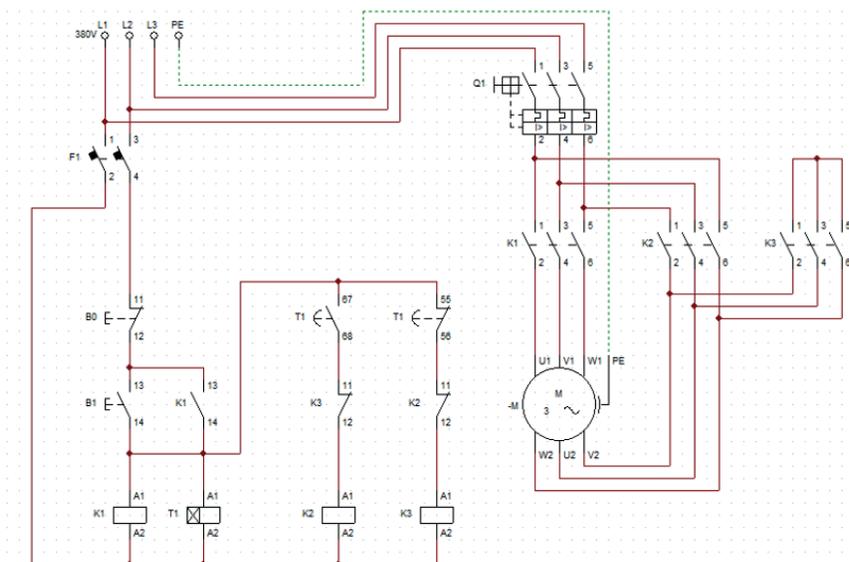


Figura 5: Partida de motor com chave estrela-triângulo.

Fonte: Os autores (2023).

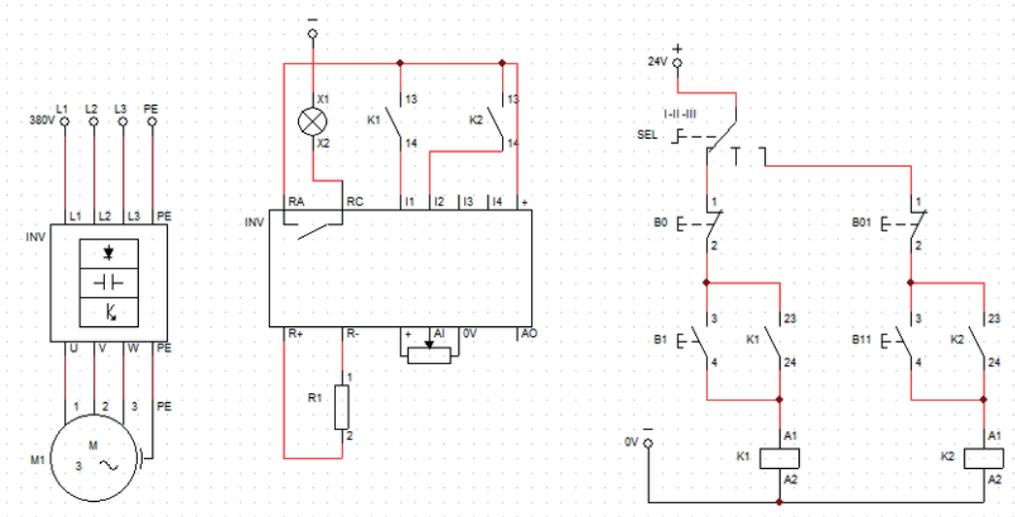


Figura 6: Partida de motor com inversor de frequência.

Fonte: Os autores (2023).

5.2 Diagramas Elétricos da Bancada 2

Na Figura 6 vemos o esquema de ligação para partida de motor com o CLP CLIC02 da WEG.

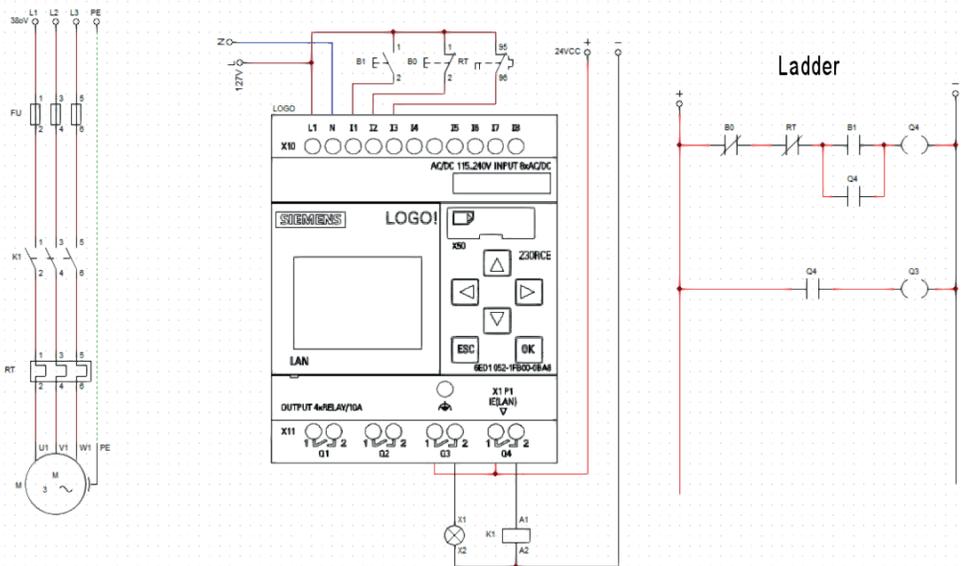


Figura 6: Partida de motor com CLP CLIC02 WEG

Fonte: Os autores (2023).

Na figura 7 são mostrados as bancadas construídas e os três tipos de motores utilizados para funcionamento, motor elétrico trifásico de 1/2 CV, motor elétrico monofásico de 1 CV e motor elétrico Dahlander de 0,75/040 CV.



Figura 7 – Bancadas didáticas para automação industrial.

Fonte: Os autores (2023).

Foram realizados diversos experimentos com partida de motores utilizando as bancadas projetadas.

Além disso, houve a criação de diversas palestras e cursos com o software CAde SIMU 4.0®, visando uma maior interação entre os discentes da universidade.

5.3 Partida Direta de Motores

A partida direta é relativamente a ligação mais simples dentre todas as partidas usadas para acionar os motores elétricos trifásicos, pois o motor recebe a alimentação diretamente da fonte de energia trifásica, e dependem apenas de dispositivos de seccionamento para interferirem diretamente no seu funcionamento, como por exemplo os disjuntores, relés térmicos ou contatores. Embora a partida direta seja simples e fácil de ser realizada, ela possui algumas características que devem ser observadas. A partida direta interfere diretamente no desempenho do motor trifásico e principalmente na rede elétrica onde o motor está instalado. O uso da partida direta é mais interessante em situações em que deseja obter o desempenho máximo do motor logo no momento da partida, uma das principais características a ser aproveitada é o torque de partida, mas dependendo da situação, é recomendado a aplicação da partida indireta.

O resultado obtido com esse tipo de acionamento mostrou uma corrente inicial de aproximadamente 15 amperes para o motor trifásico, durante um curto intervalo de tempo, até chegar a corrente nominal do motor de 4 amperes.

5.4 Partida com Reversão

A partida direta com reversão consistiu em aplicar ao motor elétrico 100% da tensão necessária para que ele funcione com potência total, esse tipo de partida fornece ao operador a opção de realizar a inversão de rotação do motor quando desejado.

A utilização de contatores, botoeiras e sinalizadores permitiu uma reversão do motor trifásico de forma manual e com sinalização do sentido de rotação.

O funcionamento foi simples funcionamento e possui baixa manutenção e alto torque na ponta do eixo, ou seja, potência máxima com a possibilidade de executar a inversão de rotação do motor quando necessário de forma rápida e segura.

Ressalta-se também a utilização de uma chave manual de reversão de motores trifásicos, apenas para ilustrar o funcionamento de forma manual.

As correntes de partida foram idênticas aos do caso anterior, ou seja, 15 amperes para o motor trifásico, durante um curto intervalo de tempo, até chegar a corrente nominal do motor de 4 amperes.

5.5 Partida Reversão de Motor com Temporização

Nesse experimento ao invés da utilização de botoeiras para reversão do motor, foi utilizado um relé temporizador para reversão de forma automática, sendo os resultados de corrente de partida semelhantes ao caso anterior.

5.6 Partida Estrela-triângulo

O princípio básico foi aplicar uma tensão menor, cerca de 220V em um fechamento estrela feito para 380V, até que o motor atingiu uma rotação nominal para então comutar para o fechamento em triângulo. Para essa partida de forma automática, o esquema elétrico contemplou 3 contatores para ligar o motor e um temporizador para a comutação do contator que fecha o motor em estrela para o que feche em triângulo.

Devido à complexidade do comando e a utilização recorrente dessa técnica de partida de motores, os fabricantes criaram temporizadores específicos para essa função.

Nesse experimento o temporizador foi ajustado em 5 segundo e o motor trifásico utilizado teve sua corrente de partida reduzida para 9 amperes antes de atingir a corrente nominal de 4 amperes.

Ressalta-se que neste experimento também foi utilizada a chave manual estrela-triângulo para comparação, obtendo-se os mesmos resultados de corrente.

5.7 Partida de motor com inversor de frequência.

Esse controle proporciona além da total flexibilidade de controle de velocidade sem grande perda de torque do motor, aceleração suave através de programação, sendo um aparelho eletrônico com a função de controlar a velocidade de um motor elétrico trifásico.

Para a partida com inversor de frequência, observou-se que ao acionar a botoeira, presente no painel do equipamento, o inversor aplicou de forma gradual valores de corrente no bobinado do motor, permitindo que ele saísse do seu momento de inércia de forma suave até atingir a rotação nominal. Observou-se que a aplicação de corrente foi em rampa. A rampa foi pré-programada nas configurações do inversor. No amperímetro analógico presente na bancada notou-se a mínima deflexão do seu ponteiro. A corrente apresentada em sua IHM foi de 1,3A. A tensão de alimentação permaneceu em 218 Volts.

Assim, ele garante que o motor trabalhe em diferentes velocidades, sem a necessidade do uso de meios mecânicos, como polias, válvulas e redutores.

5.8 Partida de Motor com CLP

O uso do CLP na partida do motor trifásico foi apenas para demonstração de sua funcionalidade e a familiarização com a linguagem *ladder* utilizada pelo dispositivo.

O CLP foi programado para acionar o motor trifásico em configuração de partida direta, o resultado obtido com esse tipo de acionamento mostrou uma corrente inicial de aproximadamente 15 amperes para o motor trifásico, durante um curto intervalo de tempo, até chegar a corrente nominal do motor de 4 amperes, de forma semelhante ao primeiro circuito analisado.

Observa-se que o CLP pode ser utilizado, com a configuração e programação adequada, para acionar um motor elétrico de diversas outras formas, como: partida estrela-triângulo e partida direta com reversão. O CLP também pode ser utilizado para o monitoramento, com o uso de sensores, em uma aplicação com sistema supervisor.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho propôs a capacitação técnica em automação industrial direcionada à discentes de cursos superiores de área tecnologia, com a utilização de bancadas didáticas para acionamento de motores elétricos, O projeto propôs o desenvolvimento e a construção de duas bancadas didáticas A primeira uma bancada para demonstração de diversas formas acionamento de motores elétricos, como partida direta, partida estrela-triângulo, reversão de motores trifásicos e controle de velocidade com o uso de inversor de frequência. Dessa forma, a bancada projetada oferece a possibilidade de adaptar a forma de acionamento do motor trifásico de acordo com as necessidades.

A segunda bancada foi idealizada para demonstração de acionamentos automáticos

via Controlador Lógico Programável (CLP). Composto por um CLP, fonte de alimentação contadores e diversos dispositivos para acionamento de motores. O objetivo deste módulo é a utilização do CLP como substituto de comandos elétricos para o intertravamento de máquinas e motores elétricos. Além disso, existe a possibilidade de construção do sistema supervisórios, como a utilização do software ScadaBR®, fazendo a interface entre o CLP da bancada e o computador com o sistema instalado para controle de processos.

O uso dessas bancadas torna o processo de investigação e prática de sistemas elétricos completos, proporcionando assim, praticamente todas as características técnicas que seriam encontradas no sistema real. Convém ressaltar que a área de automação e controle de sistemas elétricos industriais tem exigido cada vez mais o desenvolvimento de métodos e ferramentas para a melhor formação de profissionais para o mercado de trabalho.

REFERÊNCIAS

Creder, H. (2016). Instalações Elétricas (14ª ed.). Rio de Janeiro: LTC.

Franchi, C. M., & Camargo, V. L. A. (2020). Controladores Lógicos Programáveis: Sistemas Discretos (3ª ed.). São Paulo: ERICA.

Garcia Junior, E. (2019). Introdução a sistemas de supervisão, controle e aquisição de dados – SCADA (1ª ed.). São Paulo: Alta Books.

Parede, I. M., & Gomes, L. E. L. (2011). Eletrônica: Automação Industrial (Vol. 6). São Paulo: Fundação Padre Anchieta.

Prudente, F. (2020). Automação Industrial - PLC: Programação e Instalação (2ª ed.). São Paulo: LTC.

Ribeiro, M. A. (1999). Automação Industrial (4ª ed.). Salvador: Tek Treinamento & Consultoria Ltda.