

ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL FREDERICO GUILHERME SCHMIDT

TÉCNICO EM ELETROTÉCNICA



BANCADA DE AUTOMAÇÃO DIDÁTICA

(BANCADA DE AUTOMAÇÃO DIDÁTICA PARA O CURSO DE ELETROTÉCNICA)

DANIEL MORTÁGUA MAIDANA

ERIK FONTES DOS SANTOS

HENRIQUE KAHER NEUMANN

SÃO LEOPOLDO

2025

DANIEL MORTÁGUA MAIDANA
ERIK FONTES DOS SANTOS
HENRIQUE KAHER NEUMANN

BANCADA DE AUTOMAÇÃO DIDÁTICA
(BANCADA DE AUTOMAÇÃO DIDÁTICA PARA O CURSO DE ELETROTÉCNICA)

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso Técnico apresentado ao Curso de Eletrotécnica da Escola Técnica Estadual Frederico Guilherme Schmidt como requisito para aprovação nas disciplinas do curso sob orientação do professor Gerry Sanchez e coorientação do professor Adriano Henrique Hennemann de Freitas.

SÃO LEOPOLDO
2025

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de uma bancada de automação didática para o curso técnico em Eletrotécnica, com a finalidade de suprir a carência de infraestrutura prática nas instituições de ensino. A proposta visa proporcionar aos alunos um ambiente adequado para o aprendizado de comandos elétricos, circuitos industriais e sistemas de automação, com a utilização de Controladores Lógicos Programáveis (CLPs), sensores, relés, contadores e demais componentes utilizados no setor industrial. A pesquisa teve início com o levantamento das principais necessidades da escola, seguido por uma análise de bancadas didáticas já existentes e estudos teóricos sobre automação e ensino técnico. A metodologia envolveu pesquisa bibliográfica, planejamento técnico e construção prática do protótipo, considerando aspectos de segurança, modularidade e viabilidade de aplicação. A bancada foi desenvolvida com foco no uso didático, permitindo a realização de atividades práticas que complementam os conteúdos teóricos ministrados em sala de aula. O projeto contribui diretamente para a formação técnica dos estudantes, aproximando-os de situações reais encontradas no mercado de trabalho e promovendo o desenvolvimento de habilidades práticas e raciocínio lógico. A relevância do trabalho está na sua aplicabilidade educacional, no incentivo à aprendizagem ativa e na possibilidade de replicação em outras instituições com limitações semelhantes de infraestrutura.

Palavras-chave: automação didática; bancada experimental; ensino técnico; eletrotécnica; CLP.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – CLP Altus DU351	18
Figura 2 – Fonte chaveada industrial 24V	18
Figura 3 – Botoeiras pulsadoras sem retenção Ø 16–22 mm	19
Figura 4 – Sinaleiros visuais LED Ø 22 mm	20
Figura 5 – Sinaleiro sonoro Ø 22 mm (led + buzzer)	20
Figura 6 – Chave comutadora seletora 3 posições Ø 22 mm	21
Figura 7 – Botão de emergência tipo cogumelo Ø 30 mm	21
Figura 8 – Atuadores pneumáticos de simples ação com retorno por mola	22
Figura 9 – Sensores ópticos utilizados para detecção de peças	22
Figura 10 – Sensor indutivo Ø 18–30 mm	23
Figura 11 – Sensor capacitivo Ø 18–30 mm	23
Figura 12 – Bloco de válvulas manifold 5/2 vias com 3 saídas	24
Figura 13 – Lubrifil + regulador de pressão em cubo	24
Figura 14 – Motor DC para esteira didática de automação	25
Figura 15 – Esquema Elétrico	27
Figura 16 – Fluxograma do Sistema	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Pesquisa de projetos semelhantes	13
Tabela 2 – Cronograma	30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CLP	Controlador Lógico Programável
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
LED	Light Emitting Diode (Diodo Emissor de Luz)
DC	Direct Current (Corrente Contínua)
AC	Alternating Current (Corrente Alternada)
Hz	Hertz
V	Volt
mm	Milímetro
Ø	Diâmetro
FBD	Function Block Diagram (Diagrama de Blocos Funcionais)
PLC	Programmable Logic Controller (equivalente em inglês a CLP)

LISTA DE SÍMBOLOS

W	Watt (unidade de potência)
N	Newton (unidade de força)
Hz	Hertz (frequência)
V	Volt (tensão elétrica)
A	Ampère (corrente elétrica)
Ω	Ohm (resistência elétrica)
m	Metro (unidade de comprimento)
s	Segundo (tempo)
Pa	Pascal (pressão pneumática)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 Tema e sua delimitação	9
1.2 Problema	10
1.3 Objetivos	10
1.3.1 Objetivo Geral	10
1.3.2 Objetivos Específicos	10
1.4 Justificativa	11
2 ESTADO DA ARTE	13
2.1 Bancada Modular de Automação Industrial	13
2.2 Bancada Didática para Controle Automático de Tanque	14
2.3 Bancada Didática para Estudo de Sistemas Pneumáticos	14
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
3.1 Automação Industrial e sua Relevância Educacional	16
3.2 Bancadas Didáticas no Ensino Técnico	16
3.3 Controladores Lógicos Programáveis	17
3.4 Componentes Elétricos e Eletrônicos da Bancada	17
3.4.1 Controlador Lógico Programável (CLP) DU351 – Altus	17
3.4.2 Fonte Chaveada 24V	18
3.4.3 Botoeiras Pulsadoras sem Retenção	19
3.4.4 Sinaleiros Visuais LED	19
3.4.5 Sinaleiro Sonoro com LED (Buzzer)	20
3.4.6 Chave Seletora de 3 Posições	20
3.4.7 Botão de Emergência Tipo Cogumelo	21
3.4.8 Atuadores Pneumáticos de Simples Ação	22
3.4.9 Sensores Ópticos	22
3.4.10 Sensor Indutivo	23
3.4.11 Sensores Capacitivos	23
3.4.12 Bloco de Válvulas Manifold 5/2 Vias	24
3.4.13 Lubrífil	24
3.4.14 Motor DC 24V	25
3.5 Ensino Técnico e Aprendizagem Ativa	25
3.6 Normas Técnicas Aplicadas	25
3.6.1 NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão	26
3.6.2 NBR 12100 – Segurança em Máquinas	26
4 METODOLOGIA	27
4.1 Tipo de Pesquisa	27
4.2 Esquema Elétrico	27
4.3 Programação	28
5 CRONOGRAMA	30
6 RECURSOS	32
7 RESULTADOS ESPERADOS OU PARCIAIS	34
REFERÊNCIAS	35

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como tema o desenvolvimento de uma bancada de automação didática com o intuito de auxiliar o ensino prático no curso técnico em Eletrotécnica. A proposta surge a partir da identificação de uma dificuldade recorrente em instituições de ensino técnico: a carência de infraestrutura adequada para a realização de experimentos práticos e simulações. Essa deficiência se manifesta na escassez de equipamentos atualizados, limitações de espaço físico, falta de materiais suficientes para todos os alunos e ausência de sistemas que representem as tecnologias utilizadas na indústria atual. Esses fatores comprometem diretamente a formação de novos profissionais, que muitas vezes saem da escola sem a vivência prática necessária para o mercado de trabalho.

A bancada didática será projetada com foco na montagem e teste de circuitos elétricos e sistemas automatizados, utilizando Controladores Lógicos Programáveis (CLPs), sensores, atuadores, contadores, relés, entre outros componentes elétricos amplamente empregados na indústria. Dessa forma, busca-se proporcionar aos estudantes um ambiente que simula condições reais de trabalho, favorecendo o aprendizado de conceitos relacionados à automação industrial, comandos elétricos e circuitos industriais.

Considerando a crescente demanda por profissionais qualificados na área de automação e eletrotécnica, a relevância deste trabalho se destaca por contribuir com a melhoria da qualidade do ensino técnico, promovendo maior preparo dos alunos para os desafios do mercado de trabalho.

1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO

O presente trabalho tem como tema o desenvolvimento de uma bancada de automação didática aplicada ao ensino técnico em Eletrotécnica. A proposta surgiu a partir da identificação de uma deficiência recorrente nas instituições de ensino técnico: a escassez de recursos práticos adequados que complementem a formação teórica dos alunos. O tema está diretamente relacionado aos conteúdos abordados no curso de Eletrotécnica, visando promover a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos ao longo da formação.

A delimitação do projeto consiste na concepção, construção e implementação de uma bancada didática voltada ao ensino de comandos elétricos e automação industrial. O equipamento será desenvolvido com foco na funcionalidade, modularidade e segurança, utilizando componentes amplamente empregados no setor industrial, como Controladores Lógicos Programáveis (CLPs), sensores, atuadores, contadores e relés. A bancada permitirá a simulação de situações reais de trabalho, contribuindo de forma efetiva para o aprendizado técnico e o desenvolvimento de competências profissionais.

1.2 PROBLEMA

Quais são os principais desafios envolvidos na construção de uma bancada de automação didática acessível, funcional e de baixo custo para suprir a carência de recursos práticos no ensino técnico em Eletrotécnica

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma bancada de automação didática para auxiliar o ensino prático no curso técnico em Eletrotécnica, visando proporcionar a aplicação prática dos conhecimentos teóricos adquiridos em sala de aula e contribuir para a formação de profissionais mais qualificados na área de automação industrial.

1.3.2 Objetivos Específico

Projetar uma bancada didática voltada ao ensino técnico, com estrutura física e elétrica que possibilite a montagem e análise funcional de circuitos elétricos e sistemas de automação industrial.

Construir a bancada utilizando componentes reais e amplamente empregados na indústria, como Controladores Lógicos Programáveis (CLPs), sensores indutivos

e capacitivos, atuadores pneumáticos e elétricos, contadores e relés eletromecânicos, de forma a simular aplicações práticas.

Garantir que a bancada ofereça segurança operacional, modularidade para diferentes configurações de testes e facilidade de manutenção preventiva e corretiva, seguindo normas técnicas aplicáveis.

Propor atividades práticas contextualizadas com situações industriais reais, com o objetivo de estimular o raciocínio lógico, a resolução de problemas e o desenvolvimento de competências técnicas específicas dos estudantes nas áreas de eletricidade e automação.

Validar a eficácia da bancada por meio de testes práticos supervisionados e aplicação em ambientes educacionais reais, avaliando critérios como aprendizado, engajamento dos alunos e aplicabilidade didática.

1.4 JUSTIFICATIVA

A formação prática é um dos pilares fundamentais para a qualificação de profissionais na área de Eletrotécnica, especialmente diante das exigências crescentes do setor industrial, que demanda mão de obra cada vez mais preparada para lidar com sistemas automatizados. No entanto, muitas instituições de ensino técnico enfrentam sérias limitações quanto à infraestrutura disponível para a realização de atividades práticas, o que compromete significativamente a assimilação dos conteúdos teóricos e o desenvolvimento de competências essenciais.

Diante desse cenário, o desenvolvimento de uma bancada de automação didática surge como uma solução concreta e acessível para suprir essa carência. Ao proporcionar aos estudantes um ambiente seguro e funcional para a montagem e o teste de circuitos elétricos e sistemas automatizados, o projeto contribui de forma direta para o aperfeiçoamento do processo de ensino-aprendizagem, tornando-o mais dinâmico, interativo e conectado com a realidade da indústria.

Do ponto de vista científico e tecnológico, o estudo contribui para o avanço do conhecimento aplicado na área de ensino técnico, oferecendo uma alternativa prática para integrar conteúdos de automação industrial, comandos elétricos e lógica de programação com o uso de CLPs e demais componentes industriais. Do ponto de

vista científico e tecnológico, o estudo contribui para o avanço do conhecimento aplicado na área de ensino técnico, oferecendo uma alternativa prática para integrar conteúdos de automação industrial, comandos elétricos e lógica de programação com o uso de CLPs e demais componentes industriais. Além disso, promove a inovação pedagógica ao incorporar metodologias ativas de aprendizagem, como a experimentação prática, a resolução de problemas e o aprendizado baseado em projetos. Tais abordagens estimulam o raciocínio lógico, a autonomia e o pensamento crítico dos alunos, alinhando-se às diretrizes contemporâneas de ensino voltadas à formação de profissionais mais qualificados e adaptáveis às demandas da Indústria 4.0.

A proposta também apresenta impacto econômico e social relevante, ao utilizar materiais acessíveis e promover uma alternativa viável para aprimorar o ensino técnico dentro da própria instituição. O projeto visa atender diretamente às necessidades da Escola Técnica Estadual Frederico Guilherme Schmidt, contribuindo para a melhoria da infraestrutura disponível e oferecendo aos estudantes um recurso prático e eficiente para o desenvolvimento de suas habilidades técnicas. Ao preparar profissionais mais capacitados, o trabalho fortalece a inserção dos alunos no mercado de trabalho e colabora com o desenvolvimento regional, valorizando o papel da escola na formação de mão de obra qualificada.

Por fim, a relevância da pesquisa justifica-se pela sua aplicabilidade imediata, pela possibilidade de gerar melhorias concretas no processo educacional e pela sua contribuição efetiva na formação de técnicos mais preparados para os desafios da Indústria 4.0.

2. ESTADO DA ARTE

Tabela 1: Pesquisa de projetos semelhantes

Pesquisa	Autoria	Ano de publicação
BANCADA MODULAR DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL	Gabriel Senger Dellazari	2023
BANCADA DIDÁTICA PARA CONTROLE AUTOMÁTICO DE TANQUE	Thiago Ponciano Teles e Lucas Oliveira Cabral	2021
BANCADA DIDÁTICA PARA ESTUDO DE SISTEMAS PNEUMÁTICOS	Gabriel Gonçalves Fabián	2017

Fonte: Autores

2.1 BANCADA MODULAR DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

O trabalho de DELLAZARI (2023) apresenta o desenvolvimento de uma bancada modular para automação industrial, cujo objetivo principal é proporcionar aos alunos uma vivência prática com Controladores Lógicos Programáveis (CLPs), sensores e atuadores. A proposta enfatiza a integração entre teoria e prática no processo de ensino, priorizando a experimentação e o desenvolvimento de habilidades técnicas essenciais para a área.

Diferentemente da bancada aqui apresentada, a estrutura modular desenvolvida por DELLAZARI permite maior flexibilidade por ser expansível, possibilitando a simulação de diversos cenários industriais. Além disso, o autor utiliza CLPs da Siemens e recursos gráficos avançados para o monitoramento dos

processos, o que, apesar de agregar valor ao projeto, pode aumentar seu custo e complexidade. Em contrapartida, a presente pesquisa prioriza uma abordagem simplificada e de baixo custo, visando acessibilidade para instituições de ensino técnico com recursos limitados.

2.2 BANCADA DIDÁTICA PARA CONTROLE AUTOMÁTICO DE TANQUE

O trabalho de TELES e CABRAL (2021) consiste no desenvolvimento de uma bancada didática destinada à simulação do controle automático de um tanque, utilizando um CLP WEG modelo CLW-02/20HR-A, temporizadores, contadores, sensores de nível, bombas e o software Clic 02.

Há notável similaridade entre este estudo e o presente, especialmente no uso do mesmo modelo de CLP da WEG e no enfoque voltado para o ensino prático por meio das linguagens Ladder e FBD. Ambos os projetos buscam aproximar os estudantes da realidade da automação industrial, com ênfase no ambiente educacional. Contudo, enquanto o trabalho de TELES e CABRAL concentra-se em processos contínuos envolvendo líquidos, com sensores e atuadores específicos para controle de nível e bombeamento, a bancada atual foca em comandos elétricos e lógica de controle mais genérica, ampliando seu potencial de aplicação para diferentes tipos de processos industriais.

2.3 BANCADA DIDÁTICA PARA ESTUDO DE SISTEMAS PNEUMÁTICOS

O projeto desenvolvido por FABIÁN (2017) tem como foco o estudo de sistemas pneumáticos para o curso de Engenharia Mecânica. A bancada utiliza componentes como válvulas, cilindros pneumáticos e compressores, possibilitando a montagem e simulação de circuitos típicos utilizados na indústria.

Embora todos os projetos analisados compartilhem o propósito educacional de aproximar os alunos da prática profissional e fortalecer o aprendizado por meio da experimentação, cada um destaca-se por sua ênfase em diferentes tecnologias: sistemas elétricos, processos com líquidos ou pneumáticos.

A proposta apresentada neste estudo diferencia-se por integrar comandos elétricos, lógica de programação e Controladores Lógicos Programáveis (CLPs) em

uma estrutura acessível, adaptada ao contexto do ensino técnico. Além disso, busca-se oferecer uma alternativa prática, de baixo custo e facilmente replicável, que atenda às necessidades específicas das instituições educacionais com recursos limitados.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta uma revisão da literatura e conceitos essenciais relacionados à automação industrial, ao ensino técnico e à aplicação de bancadas didáticas no processo educacional. São abordados os fundamentos teóricos que sustentam o desenvolvimento do projeto, além da descrição técnica dos principais componentes utilizados, evidenciando lacunas existentes no ensino prático de automação na própria instituição de ensino onde o projeto foi desenvolvido.

3.1 AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL E SUA RELEVÂNCIA EDUCACIONAL

A automação industrial é definida como o conjunto de tecnologias que permitem o controle automático de processos industriais com o uso de sistemas eletrônicos e computacionais, reduzindo a intervenção humana e aumentando a eficiência produtiva (GROOVER, 2002). Nas últimas décadas, o avanço da automação tem transformado profundamente o setor industrial, exigindo profissionais capacitados para operar e manter sistemas automatizados.

Para atender a essa demanda, torna-se essencial a formação técnica de qualidade, com ênfase na prática. Segundo OLIVEIRA e ANDRADE (2019), a aprendizagem prática por meio de bancadas didáticas é fundamental para consolidar o conhecimento teórico, permitindo ao aluno compreender o funcionamento real dos sistemas e desenvolver competências técnicas. A realidade observada na nossa escola evidencia a necessidade de ampliar os recursos voltados à prática, o que reforça a importância de iniciativas como o projeto aqui apresentado.

3.2 BANCADAS DIDÁTICAS NO ENSINO TÉCNICO

As bancadas didáticas são ferramentas pedagógicas que simulam processos industriais em ambiente controlado. Elas possibilitam a aplicação prática de conceitos de eletrotécnica, comandos elétricos, pneumática e automação, contribuindo significativamente para o desenvolvimento de habilidades técnicas.

Conforme MOREIRA (2020), essas estruturas são fundamentais para o aprendizado em cursos técnicos, pois proporcionam aos alunos uma visão concreta de aplicações industriais, permitindo testes e montagem de circuitos com

segurança.

Além disso, elas favorecem a aprendizagem ativa, conforme preconizado por PIAGET e VIGOTSKY (2005), ao permitir a experimentação e o raciocínio lógico durante a resolução de problemas.

3.3 CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS

Os CLPs (Controladores Lógicos Programáveis) são dispositivos utilizados para automatizar máquinas e processos industriais. Segundo BOLZAN (2017), o CLP substitui os circuitos eletromecânicos tradicionais por sistemas programáveis, sendo programado em linguagens como Ladder ou FBD (Diagrama de Blocos Funcionais).

No contexto educacional, o uso de CLPs permite simular condições reais de controle e automação, reforçando o aprendizado de lógica de programação, sensores, atuadores e dispositivos de proteção. No projeto em questão, o CLP utilizado é o CLP DUAL MASTERTOOL DA ALTUS, disponível na nossa própria instituição de ensino e compatível com a linguagem Ladder.

3.4 COMPONENTES ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS DA BANCADA DE AUTOMAÇÃO

Este capítulo descreve de forma detalhada os principais componentes utilizados na construção da bancada didática de automação desenvolvida neste projeto. Cada item apresentado possui função específica no controle, acionamento e sinalização do sistema, sendo fundamental para o funcionamento e para o processo de ensino-aprendizagem.

3.4.1 Controlador Lógico Programável (CLP) DU351 – Altus

O CLP (Controlador Lógico Programável) modelo DU351 da Altus é o cérebro da bancada de automação. Ele é responsável por receber sinais dos sensores, processar essas informações com base em uma lógica previamente programada (geralmente em linguagem Ladder) e comandar os atuadores, motores e sinalizadores. Com entradas e saídas digitais, ele se comunica diretamente com os dispositivos da bancada, controlando o funcionamento da esteira, identificando tipos de peças e ativando atuadores pneumáticos para separação. Sua utilização

proporciona ao aluno uma simulação real de sistemas industriais de controle e automação.



Figura 1 – CLP Altus DU351

Fonte: Descrição de Produto – Altus (2025)

3.4.2 Fonte Chaveada 24V

A fonte chaveada 24V (como o modelo Alfacom S-25) é responsável por alimentar todos os componentes eletrônicos da bancada com a tensão necessária, de forma segura e estável. Ela converte a tensão da rede elétrica (geralmente 110V ou 220V) para 24V contínuos, usados por sensores, CLP, sinaleiros e demais dispositivos de controle. Sua presença é fundamental para garantir o funcionamento confiável dos circuitos de comando e sinalização.



Figura 2 – Fonte chaveada industrial 24V

Fonte: Alfacom (2020)

3.4.3 Botoeiras Pulsadoras sem Retenção

As botoeiras são botões de pulso usados para interações manuais com o sistema. Na bancada, são utilizadas para iniciar ou parar processos, simular falhas ou resetar o sistema. Por não possuírem retenção, voltam automaticamente à posição original após o acionamento, sendo ideais para comandos momentâneos, como o “start” de uma esteira. Suas cores variadas facilitam a identificação rápida da função de cada uma.



Figura 3 – Botoeiras pulsadoras sem retenção Ø 16–22 mm

Fonte: EletroRastro (2023)

3.4.4 Sinaleiros Visuais LED

Os sinaleiros visuais são indicadores luminosos utilizados para mostrar o status de funcionamento do sistema. Na bancada, podem indicar situações como: esteira em movimento (verde), erro no processo (vermelho), peça detectada (amarelo), etc. Com LED, consomem pouca energia e possuem alta durabilidade. Contribuem para a visualização clara do estado do sistema em tempo real.



Figura 4 – Sinaleiros visuais LED Ø 22 mm
Fonte: Casa da Robótica (2021)

3.4.5 Sinaleiro Sonoro com LED (Buzzer)

Esse dispositivo combina sinalização sonora e luminosa. Na bancada, pode ser usado para indicar alarmes de falha, fim de processo ou necessidade de intervenção do operador. O sinal sonoro chama a atenção, enquanto o LED reforça visualmente a informação. É um recurso importante para situações que exigem rápida resposta do usuário.



Figura 5 – Sinaleiro sonoro Ø 22 mm (led + buzzer)
Fonte: Mercado Livre (2025)

3.4.6 Chave Seletora de 3 Posições

A chave seletora é um dispositivo que permite alternar entre diferentes modos de operação. Na bancada, pode ser usada para alternar entre “manual”, “automático”

e “parado”, por exemplo. Cada posição ativa um circuito diferente dentro do CLP, oferecendo ao aluno a possibilidade de testar diferentes lógicas de controle com o mesmo equipamento.



Figura 6 – Chave comutadora seletora 3 posições Ø 22 mm
Fonte: GMC Automação (2024)

3.4.7 Botão de Emergência Tipo Cogumelo

Este botão, de grande tamanho e formato “cogumelo”, é projetado para ser facilmente acionado em situações de emergência. Quando pressionado, ele interrompe imediatamente o funcionamento da bancada, cortando a alimentação ou enviando um comando de parada geral ao CLP. É obrigatório em qualquer sistema didático ou industrial, garantindo a segurança dos operadores.

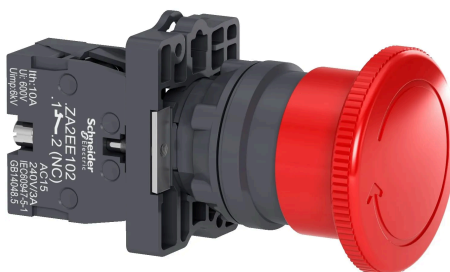


Figura 7 – Botão de emergência tipo cogumelo Ø 30 mm
Fonte: Eletrolico (2019)

3.4.8 Atuadores Pneumáticos de Simples Ação

Esses atuadores transformam energia pneumática em movimento mecânico linear. Na bancada, são usados para separar peças identificadas pelos sensores, empurrando-as para diferentes compartimentos. Por serem de simples ação, se movimentam apenas em uma direção quando recebem ar comprimido e retornam automaticamente à posição inicial por meio de uma mola interna, o que simplifica o controle.



Figura 8 – Atuadores pneumáticos de simples ação com retorno por mola

Fonte: Mercado Livre (2025)

3.4.9 Sensores Ópticos

Sensores ópticos detectam a presença de objetos por meio da interrupção de um feixe de luz. Na bancada, são úteis para contar peças, detectar passagem de objetos ou identificar ausência/presença em determinadas posições da esteira. Sua instalação permite a verificação precisa do fluxo de materiais no processo automatizado.



Figura 9 – Sensores ópticos utilizados para detecção de peças

Fonte: CETTI (2023)

3.4.10 Sensor Indutivo

O sensor indutivo detecta a presença de materiais metálicos sem contato físico. Na bancada, é colocado no início da esteira para identificar se a peça contém partes metálicas. Ao detectar o metal, envia um sinal ao CLP, que poderá tomar uma ação, como ativar um atuador ou sinalizador. Sua vantagem é a durabilidade e resistência em ambientes industriais.



Figura 10 – Sensor indutivo Ø 18–30 mm

Fonte: AXXES Automação e Materiais Elétricos (2022)

3.4.11 Sensores Capacitivos

Os sensores capacitivos detectam qualquer tipo de material (metálico ou não) com base na variação do campo elétrico. Na bancada, trabalham em conjunto com o sensor indutivo, permitindo distinguir diferentes tipos de peças – como as cilíndricas, com diferentes alturas ou materiais. Um exemplo prático é usá-los para separar peças plásticas de peças metálicas ou para distinguir tamanhos.



Figura 11 – Sensor capacitivo Ø 18–30 mm

Fonte: Digimec (2018)

3.4.12 Bloco de Válvulas Manifold 5/2 Vias

Esse bloco contém válvulas pneumáticas que controlam o fluxo de ar para os atuadores. Na bancada, ele recebe sinais elétricos do CLP e distribui o ar comprimido para os cilindros pneumáticos que separam as peças. As válvulas 5/2 vias são ideais para controlar atuadores com duas posições (avanço/retorno). O uso do manifold facilita a instalação e organização dos tubos pneumáticos.

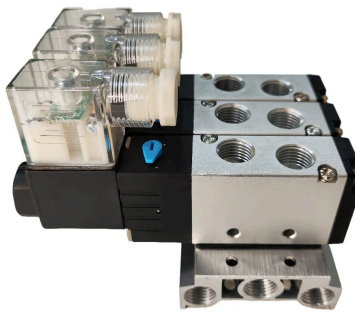


Figura 12 – Bloco de válvulas manifold 5/2 vias com 3 saídas

Fonte: Mercado Livre (2025)

3.4.13 Lubrifil

O conjunto lubrifil e regulador é responsável por preparar o ar comprimido que será usado nos atuadores pneumáticos. Ele regula a pressão adequada, retira a umidade e impurezas e lubrifica o ar para aumentar a vida útil dos componentes pneumáticos. É essencial para garantir o funcionamento seguro e eficiente da parte pneumática da bancada.



Figura 13 – Lubrifil + regulador de pressão em cubo

Fonte: Bozza (2020)

3.4.14 Motor DC 24V

O motor DC é o componente que aciona o movimento da esteira. Ele é controlado pelo CLP e pode ser ligado ou desligado conforme a lógica do sistema. Também pode ter sua velocidade ajustada com controle de tensão. Sua função é transportar as peças entre os sensores e os atuadores, simulando uma linha de produção real.



Figura 14 – Motor DC para esteira didática de automação

Fonte: TechMakers (2024)

3.5 ENSINO TÉCNICO E APRENDIZAGEM ATIVA

O ensino técnico profissionalizante exige metodologias que estimulem a autonomia, o raciocínio e a aplicação prática do conhecimento. Segundo FREITAS (2021), a utilização de recursos como bancadas didáticas promove a aprendizagem ativa, contribuindo para a formação de profissionais mais preparados para os desafios da Indústria 4.0.

O projeto desenvolvido neste trabalho visa suprir uma lacuna observada na realidade da nossa escola: a escassez de infraestrutura prática disponível aos alunos. Ao possibilitar a simulação de processos industriais reais, a bancada contribui para a melhoria da qualidade do ensino e prepara os estudantes para a inserção no mercado de trabalho.

3.6 NORMAS TÉCNICAS APLICADAS

A construção da bancada didática foi realizada com base em normas técnicas brasileiras que asseguram não apenas o bom funcionamento dos sistemas elétricos e mecânicos, mas também a segurança dos usuários e a conformidade com práticas industriais. A seguir, são detalhadas as normas aplicadas neste projeto.

3.6.1 NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão

A norma NBR 5410 da ABNT estabelece as condições exigidas para a realização de instalações elétricas de baixa tensão, ou seja, sistemas com tensão nominal igual ou inferior a 1000V em corrente alternada e 1500V em corrente contínua. Esta norma orienta sobre o dimensionamento de condutores, proteções contra sobrecarga, curto-circuito e choques elétricos, além de critérios para aterramento e seccionamento.

Na bancada didática desenvolvida, a NBR 5410 foi aplicada principalmente no projeto dos circuitos de alimentação e controle, garantindo a escolha adequada dos fios, disjuntores e componentes de proteção. O cumprimento dessa norma contribui para a segurança elétrica, a confiabilidade operacional e a facilidade de manutenção do sistema, além de ser uma exigência essencial para ambientes educacionais.

3.6.2 NBR 12100 – Segurança em Máquinas

A NBR 12100 trata da segurança de máquinas e equipamentos, sendo voltada para a prevenção de riscos mecânicos, elétricos e outros perigos associados à operação de sistemas automatizados. Essa norma estabelece princípios gerais de projeto, análise de risco e medidas de proteção, além de definir critérios para identificação de falhas e modos seguros de operação.

No caso da bancada didática, essa norma foi observada na organização dos dispositivos de comando (como botões de emergência e chaves seletoras), na proteção de partes móveis, na disposição dos atuadores pneumáticos e na separação entre componentes energizados e acessíveis ao usuário. A aplicação da NBR 12100 garante que os alunos possam interagir com a bancada de forma segura, minimizando o risco de acidentes durante as atividades práticas.

4. METODOLOGIA

Neste capítulo serão apresentados os procedimentos adotados para o desenvolvimento do projeto, respondendo a questões como: de que forma a pesquisa foi realizada, quais ferramentas foram utilizadas, onde e quando ocorreu.

São descritos o tipo de pesquisa, as funções de cada componente, o esquema elétrico, o protótipo 3D da bancada e os códigos de programação.

4.1 TIPO DE PESQUISA

O presente trabalho foi desenvolvido por meio de uma abordagem quali-quantitativa, com objetivos de pesquisa exploratória, descritiva e explicativa.

4.2 ESQUEMA ELÉTRICO

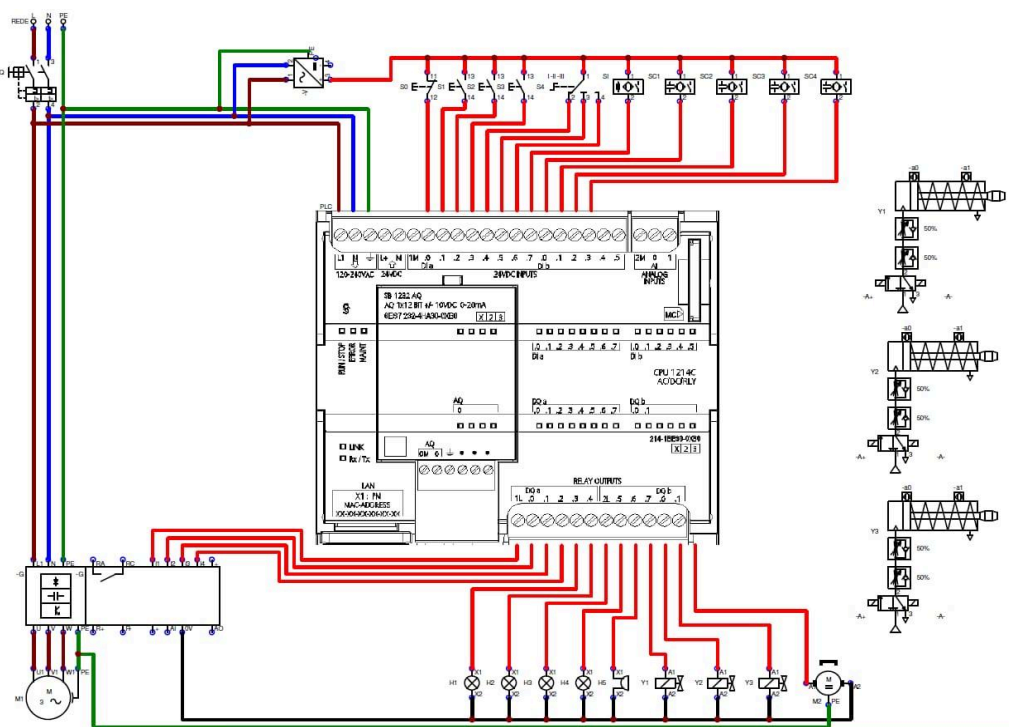


Figura 15: Esquema Elétrico

Fonte: Autores

O esquema elétrico da bancada mostra a alimentação proveniente da rede monofásica 220 V (fase, neutro e terra), que passa por uma chave seccionadora e por um botão de emergência responsável por interromper toda a energia do sistema em caso de necessidade. A partir daí, a rede alimenta dois elementos principais: a fonte que converte a tensão para 24 VCC alimenta o CLP, e o inversor de frequência que converte a tensão monofásica em tensão trifásica para acionar o motor M1.

O CLP Altus Duo DU351 recebe sinais de botoeiras, chaves seletoras e sensores em suas entradas digitais, processa a lógica programada e, pelas saídas, aciona o motor DC da esteira, os sinaleiros luminosos, o alarme sonoro, as bobinas das válvulas pneumáticas e envia comandos ao inversor. Os três cilindros pneumáticos de dupla ação são controlados por válvulas 5/2 vias em bloco manifold, cada uma com duas bobinas, totalizando seis saídas dedicadas.

Assim, o sistema integra o controle elétrico, eletrônico e pneumático: o inversor aciona o motor trifásico, o CLP comanda os atuadores e dispositivos de sinalização, e a bancada permite simular de forma prática processos industriais com segurança e flexibilidade.

4.3 PROGRAMAÇÃO

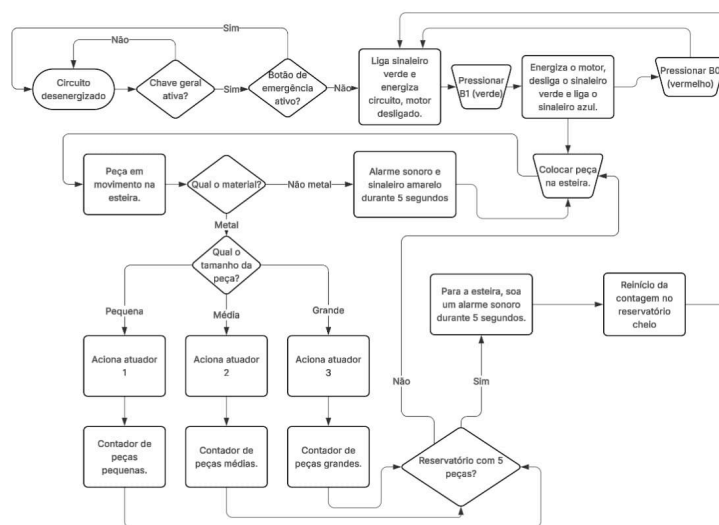


Figura 16: Fluxograma do Sistema

Fonte: Autores

O fluxograma descreve o funcionamento da esteira classificadora de peças. Ao acionar a chave geral, o circuito é energizado e a lâmpada verde indica máquina pronta. Com a botoeira B1, o motor da esteira liga, desligando a lâmpada verde e acionando a azul. Peças não metálicas disparam alarme sonoro e visual por cinco segundos, enquanto peças metálicas são classificadas pelo tamanho: pequenas, médias ou grandes, direcionadas aos respectivos reservatórios por atuadores pneumáticos. Cada reservatório comporta até cinco peças; ao atingir o limite, a esteira para e um alarme soa por cinco segundos, reiniciando a contagem apenas após a retirada das peças. A botoeira B0 desliga a esteira sem zerar contagens, e o botão de emergência interrompe todo o processo instantaneamente.

5. CRONOGRAMA

Tabela 2 – Cronograma

2025	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Escolha do tema	X									
Levantamento de literatura científica	X	X								
Introdução		X	X	X						
Tema			X	X						
Problema			X	X						
Objetivos			X	X						
Justificativa			X	X						
Estado da Arte				X	X					
Fundamentação teórica					X	X				
Metodologia							X			
Cronograma							X			
Recursos							X			
Resultados esperados ou parciais							X			
Referências							X			
Avaliação do CRC								X		
Produção do Banner								X	X	

[illegible]

6. RECURSOS

Material	Valor unitário	Quantidade	Valor total	Fonte	Data
CLP Altus DU351	Doado pela escola	01	Doado pela escola	Altus	02/03/2025
Fonte chaveada industrial 24V	R\$75,50	01	R\$75,50	Alfacomp	27/08/2025
Botoeiras pulsadoras sem retenção Ø 16–22 mm	R\$09,90	03	R\$29,70	EletroRastro	27/08/2025
Sinaleiros visuais LED Ø 22mm	R\$16,99	04	R\$67,96	Casa da Robótica	27/08/2025
Sinaleiro sonoro Ø 22 mm (led + buzzer)	R\$22,90	01	R\$22,90	Mercado Livre	27/08/2025
Chave comutadora seletora 3 posições Ø 22 mm	R\$28,85	01	R\$28,85	GMC AUTOMAÇÃO	27/08/2025
Botão de emergência tipo cogumelo Ø 30 mm	R\$64,79	01	R\$64,79	Eletrolico	27/08/2025
Atuadores pneumáticos de simples ação com retorno por mola	R\$122,90	03	R\$368,70	Mercado Livre	27/08/2025
Sensor indutivo Ø 18–30 mm	R\$127,37	01	R\$127,37	AXXES	27/08/2025

Sensor capacitivo Ø 18–30 mm	R\$204,00	01	R\$204,00	Mundo Elétrico	27/08/2025
Bloco de válvulas manifold 5/2 vias com 3 saídas	R\$287,38	01	R\$287,38	Mercado Livre	27/08/2025
Lubrifiil + regulador de pressão em cubo	R\$247,94	01	R\$297,94	Mabore Ferramentas	27/08/2025
Motor DC para esteira didática de automação	R\$13,43	01	R\$13,43	Tech Makers	27/08/2025
Valor final: R\$1.589,67					

7. RESULTADOS ESPERADOS OU PARCIAIS

O produto final desta pesquisa consiste no desenvolvimento de uma bancada didática de automação projetada para servir como ferramenta prática de apoio ao ensino e à aprendizagem em cursos técnicos e de graduação na área elétrica e de automação industrial. A bancada foi concebida com o objetivo de simular aplicações reais de comandos elétricos, contatos e sistemas automatizados, possibilitando que os alunos pratiquem os conceitos teóricos aprendidos de forma segura e objetiva.

A solução contribui para a formação de profissionais mais qualificados, aptos a atender às demandas do mercado de trabalho, além de oferecer uma alternativa de baixo custo em relação a equipamentos industriais de grande porte, que não se encontram disponíveis em nossa instituição de ensino.

O desempenho esperado da bancada inclui a realização de ensaios práticos de comandos elétricos, partidas de motores, sistemas de sinalização, intertravamentos e aplicações básicas de CLP, atendendo aos objetivos de ensino.

É importante ressaltar que algumas limitações podem ser observadas, como a restrição da bancada a aplicações de pequeno porte e a necessidade de constante manutenção preventiva para garantir sua durabilidade. Ainda assim, esses desafios não comprometem sua aplicabilidade.

Esperamos conseguir realizar a montagem do protótipo dentro de 6 meses, por conta das comunicações necessárias que ainda é preciso fazer em relação a compra e doação de componentes e materiais para o protótipo. Após a montagem planejamos começar imediatamente os testes práticos de cada aplicação contida no projeto.

REFERÊNCIAS

GROOVER, Mikell P. Automação industrial e sistemas de manufatura. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2002.

OLIVEIRA, André Luiz de; ANDRADE, José Renato de. A importância do uso de bancadas didáticas no ensino técnico profissionalizante. Revista Educação em Foco, v. 14, n. 2, 2019.

MOREIRA, João Marcos. Bancadas didáticas no ensino técnico: aplicações e desafios. Cadernos de Educação Profissional, v. 5, n. 1, p. 43-58, 2020.

PIAGET, Jean; VIGOTSKY, Lev S. Psicologia e aprendizagem: fundamentos da pedagogia construtivista. São Paulo: Editora Vozes, 2005.

BOLZAN, Rogério. Controladores Lógicos Programáveis: fundamentos e aplicações. Porto Alegre: SAGAH, 2017.

ALTUS SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO. Manual técnico CLP DU351 – Série MasterTool. Porto Alegre: Altus, 2023. Disponível em: <https://www.altus.com.br>