

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA**

ETEC SYLVIO DE MATTOS CARVALHO

Curso de Técnico em Eletrotécnica

Abel da Silva Nascimento

Afonso Henrique Pereira Falcai

Ezequiel Rodrigues Lima

Felipe de Freitas dos Santos

Giovana Cristina Rodrigues

**RETROFIT TORNO CONVENCIONAL: ADEQUAÇÃO DO SISTEMA
ELÉTRICO**

**Matão, SP
2025**

Abel da Silva Nascimento
Afonso Henrique Pereira Falcai
Ezequiel Rodrigues Lima
Felipe de Freitas dos Santos
Giovana Cristina Rodrigues

**RETROFIT TORNO CONVENCIONAL: ADEQUAÇÃO DO SISTEMA
ELÉTRICO**

Trabalho de Conclusão do Curso
apresentado ao Curso Técnico em
Eletrotécnica da Escola Técnica Estadual
Sylvio de Mattos Carvalho, orientado pelo
Prof. Jocimar Fernando de Souza, como
parte dos requisitos para a obtenção do
título de Técnico em Eletrotécnica.

Matão, SP
2025

RESUMO

O presente projeto tem por objetivo o retrofit do sistema elétrico de um dos tornos mecânicos da escola ETEC Sylvio de Mattos carvalho utilizado nas aulas do curso técnico de Mecânica para usinagem de peças, tendo como foco principal a substituição de componentes obsoletos de comando da máquina. Conta também com a parceria de um segundo grupo pertencente à mesma turma dos autores deste relatório, que será responsável pela descrição da implementação dos novos itens de segurança. Foram feitas análises do antigo sistema elétrico presente no equipamento para que fossem escolhidos os componentes que melhor atendessem as necessidades sem que comprometessem seu funcionamento.

Palavras-chave: Tornos mecânicos. Componentes. Retrofit. Sistema elétrico.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	5
1.1 Objetivo Geral.....	6
1.2 Objetivos específicos.....	6
1.3 Metodologia.....	6
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	7
2.1 Retrofit.....	7
2.2 Etapas do retrofit.....	7
2.3 Comado elétrico.....	8
3. MATERIAIS UTILIZADOS.....	9
3.1 Disjuntor Motor.....	9
3.2 Contator.....	10
3.3 Borne Sak.....	10
3.4 Canaleta.....	11
3.5 Trilho Din.....	11
3.6 Chave Geral Trifásica.....	12
3.7 Cabos Elétricos.....	12
3.8 Terminal tubular.....	13
3.9 Disjuntor termomagnético.....	13
4. DESENVOLVIMENTO.....	14
4.1 Montagem do novo sistema de comando.....	14
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	23
REFERÊNCIAS.....	24

1 INTRODUÇÃO

Os tornos são ferramentas essenciais para qualquer tipo de oficina, seja ele feito para peças de metal ou madeira, é uma ferramenta extremamente versátil e que auxilia em todos os tipos de processos produtivos e manutenção. Isso porque ele realiza o processo que chamamos de usinagem, isto é, dar forma a um material bruto. Ele permite que esse processo seja realizado em peças que necessitam de rotação, como eixos, pinos, roscas, etc.

O surgimento desta ferramenta vem com o advento da Revolução Industrial. A produção de peças passou a ser realizada em maior escala e velocidade, impulsionada pela adaptação de Henry Moudslay, que incorporou o mecanismo de uma máquina a vapor, baseada no tear de James Watt, ao torno. Posteriormente, o motor a vapor foi substituído pelo motor elétrico, e os tornos continuaram a evoluir, chegando à automação e à introdução dos tornos CNC (Controle Numérico Computadorizado).

Entretanto, em muitas escolas técnicas e oficinas de pequeno porte, ainda é comum encontrar tornos manuais antigos, cujos sistemas elétricos possuem componentes obsoletos e um sistema de proteção contra curto-circuito e sobrecarga defasado. Com isso, a manutenção dessas máquinas tem se tornado cada vez mais difícil, devido à utilização de peças já descontinuadas, comprometendo tanto sua eficiência quanto sua segurança operacional.

Neste contexto, a adaptação e modernização do sistema elétrico dos tornos presentes na oficina mecânica da ETEC Sylvio de Mattos Carvalho torna-se essencial. Essa atualização facilitará a manutenção e prolongará a vida útil dos equipamentos, garantindo a continuidade de seu uso e aumentando a confiabilidade e proteção nas operações.

1.1 Objetivo Geral

Este projeto tem como objetivo modernizar e aprimorar o sistema elétrico dos tornos mecânicos da oficina da ETEC Sylvio de Mattos Carvalho

1.2 Objetivos Específicos

Implementar sistemas de proteção elétrica atualizados, assegurando a proteção contra curto-circuito e sobrecarga.

Substituir componentes elétricos danificados e ultrapassados por componentes modernos, promovendo maior confiabilidade e prolongando a vida útil das máquinas.

Elaborar o esquema elétrico dos tornos mecânicos da oficina, tornando-o fácil de compreender por parte dos alunos e profissionais de manutenção.

1.3 Metodologia

Ao longo das visitas à oficina, foi observada a possibilidade de alterar a posição do sistema de comando, transferindo-os para um painel que foi instalado acima da tampa do compartimento de engrenagens. Esta ideia surgiu após um dos auxiliares docentes apontar a falta de um sistema de arrefecimento nos tornos, portanto o painel antigo foi mantido para que futuramente seja instalada uma bomba de óleo.

Além da mudança do antigo sistema contra curtos que utilizava fusíveis Diazed, para o disjuntor motor, a troca do contator para um modelo mais recente, foram introduzidas duas botoeiras de pulso ao lado da caixa, acessíveis da posição convencional de operação, que faram o ligamento e desligamento do torno. Elas têm o papel de criar uma sequência de iniciação do torno com o objetivo de prevenir acidentes, tendo correlação com o novo sistema de segurança elaborado em conjunto com os alunos Alexandre dos Santos Norberto, Antonio de Pádua Cotrim Silva, Daniel Lima Almeida, Douglas Garcia Freitas e Higor Rodrigues, disposto e descrito no trabalho de mesma autoria.

No interior do painel foram dispostos em seu contorno as canaletas e no espaço central os trilhos que comportariam os bornes, contatores, o disjuntor. Após a instalação dos mesmos, foi feita a passagem de cabos devidamente identificados utilização as anilhas numéricas, conforme o diagrama anexado no item em sequência.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Retrofit

A aplicação de retrofit é uma estratégia essencial para a melhoria da performance de equipamentos sem a necessidade de sua substituição total. Além disso, a modernização dos sistemas com tecnologias mais avançadas resulta em uma significativa redução no consumo de energia, aumento da vida útil dos equipamentos e otimização dos custos operacionais, permitindo o bom funcionamento contínuo das instalações industriais. (LIMA et al., 2019)

Com a atualização de componentes específicos, como sistemas de controle, motores, sensores, ou outros elementos críticos, o retrofit permite melhorar o desempenho e a funcionalidade da máquina ou sistema, adequando-se as normas de segurança exigidas, aumentando a produtividade e a qualidade dos produtos ou serviços, e garantindo que as operações sejam mais eficientes e competitivas no mercado.

A obsolescência de equipamentos é resultado da constante busca por melhorias nos sistemas, especialmente os eletrônicos, para atender a crescente demanda de produtividade. Isso acarreta uma redução no ciclo de vida dos equipamentos, tornando a atualização tecnológica uma necessidade imperativa. Frequentemente, os componentes ou sistemas afetados por essa dinâmica tem seu fornecimento interrompido pelos fabricantes, o que reforça a urgência da atualização.

2.1.1 Etapas do retrofit

As etapas do retrofit são: avaliação do equipamento, desenvolvimento do projeto, aquisição de materiais, implementação e testes.

Na etapa de avaliação, define-se o objetivo do projeto e levantam-se os dados necessários por meio de uma análise inicial da máquina.

No desenvolvimento, as modificações são elaboradas com base no projeto original do equipamento.

Em seguida, realiza-se a compra dos materiais e a intervenção no equipamento, desmontando peças antigas e instalando as alterações conforme o projeto elaborado.

Durante a instalação, são conduzidos testes de funcionamento e ajustes para assegurar o desempenho esperado. Ao término dos testes, a máquina é monitorada por um período específico, variando conforme sua complexidade.

2.2. Comando Elétrico

O comando elétrico envolve um conjunto de sistemas e dispositivos que permitem controlar, acionar e regular o funcionamento de máquinas e equipamentos elétricos, sendo fundamental para a automação e controle dos processos industriais. Através de painéis de comando e sistemas de controle, é possível garantir a operação segura e eficiente de diversos sistemas, como motores, circuitos e dispositivos auxiliares. (SOUZA, 2014).

Os comandos elétricos iniciaram seu desenvolvimento com a utilização de relés e, a partir daí, evoluíram vigorosamente, utilizando nos dias de hoje os controladores e chaves de controle eletrônico. Um exemplo de comando elétrico automático é uma lâmpada de iluminação pública que acende de noite e apaga de dia, independentemente da ação do homem. Uma das funções dos comandos elétricos é principalmente automatizar os processos de produção.

A eletricidade é a principal responsável pelo modo de vida que temos hoje, desde a comunicação à distância, desenvolvimento das indústrias e o surgimento de um só mundo com a internet, sendo seu estudo dividido normalmente em 4 grandes áreas que são a geração, transmissão, distribuição e consumo. Os comandos elétricos são referentes ao uso desta energia, na transformação da mesma como parte de um produto, constituindo em técnicas e métodos para o acionamento das máquinas elétricas e equipamentos. Basicamente os comandos elétricos dividem-se em dois módulos, o de potência (motores e equipamentos) onde as cargas se encontram, e o de comando que são onde ficam os dispositivos de acionamento e sinalização. Este circuito de cargas pode ser monofásico (uma fase), bifásico (duas fases) ou trifásico (três fases). O comando elétrico além de ser usado para acionar máquinas alguns componentes que estão presentes são usados para interromper o circuito elétrico em caso de proteção da máquina como fusíveis, disjuntores, relé térmico e rele de falta de fase, ou para proteger o operador em situações de emergência utilizando, botoeira de emergência, chave magnética, rele de segurança e sensor magnético.

3 MATERIAIS UTILIZADOS

Frente a necessidade de melhoria no comando dos tornos manuais da escola, utilizados nas aulas de usinagem, unindo experiências e pesquisas de campo, foram escolhidos os componentes visando a otimização de espaço e melhor organização do painel, sem que o funcionamento do equipamento fosse comprometido, e que não fugisse do qual a equipe docente esteja acostumada. A fim de complementar o entendimento do novo sistema, foi desenvolvido um diagrama em *software* especializado, que receberá melhores explicações adiante, para que seja arquivado e utilizado em futuras manutenções.

3.1 Disjuntor Motor

O disjuntor motor se assemelha ao disjuntor térmico comum, porém possui a estrutura muito mais reforçadas. É comum que seja utilizado em motores e máquinas pois possui uma tecnologia que se assemelha ao relé térmico e permite que, em caso de falhas, o comando também seja interrompido.

Ele irá substituir os fusíveis Diazed, que já estão ultrapassados e não têm um funcionamento tão eficaz para os dias de hoje.



Figura 1: Disjuntor motor
FONTE: <https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt>

3.2 Contator

Entre os componentes usados nos comandos elétricos, os mais importantes são os contadores. Eles se igualam funcionalmente aos interruptores, portanto são dispositivos de manobra mecânica que utilizam força eletromagnética gerada pela passagem de uma corrente elétrica através da bobina, fazendo com que o corpo móvel se desloque provocando a mudança de estado em seus contatos NA (normalmente aberto) e NF (normalmente fechado). Além de realizar a partida de motores de maneira mais segura, pois oferece mais segurança contra a corrente de pico de partida.



Figura 2: Contator

FONTE: <https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt>

3.3 Borne Sak

O borne sak se trata de um componente utilizado para distribuir as linhas de alimentação do painel, protegendo as partes “vivas” para evitar acidentes. São também, uma maneira segura de realizar emendas nos condutores.

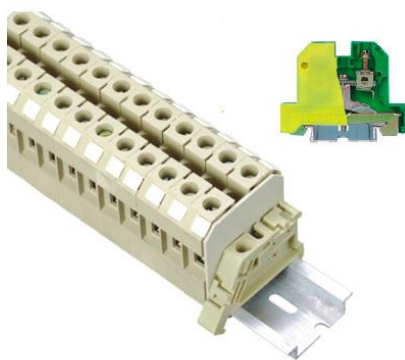


Figura 3: Bornes Sak
FONTE: <https://www.multiacessorios.com.br>

3.4 Canaleta

As canaletas são implementadas para organizar e proteger os condutores, deixando-os fora de contato com os operadores e responsáveis pela manutenção.

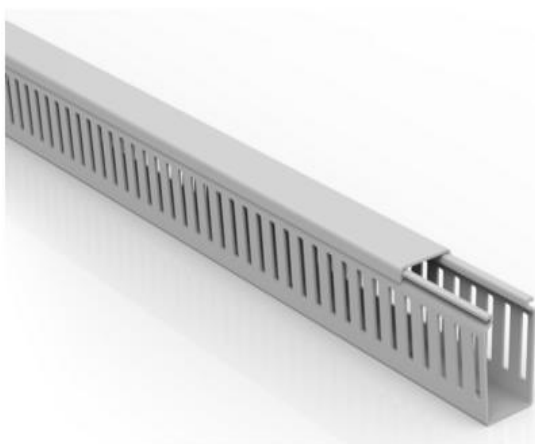


Figura 4: Canaleta
FONTE: <https://www.tekdistribuidor.com.br>

3.5 Trilho Din

Os trilhos *Din* são comumente utilizados no desenvolvimento de painéis elétricos para fixar os componentes, como disjuntores, contadores, bornes sak, etc. Quando utilizado, dispensa o uso de parafusos e outros suportes de fixação.



Figura 5: Trilho Din

FONTE: <https://www.eletocenterlondrina.com.br>

3.6 Chave geral trifásica

A chave geral funciona como um primeiro dispositivo de proteção, sendo instalada antes dos disjuntores e impedindo que haja tensão nos mesmo o tempo todo. Isso faz com que exista redundância no sistema de proteção do comando.



Figura 7: Chave geral trifásica Margirius

FONTE: <https://produto.mercadolivre.com.br>

3.7 Cabos elétricos

Os cabos elétricos do comando são responsáveis por conduzir a energia pelos componentes que ele interliga, possibilitando o funcionamento do equipamento.



Figura 8: Chave geral trifásica Margirius

FONTE: <https://www.leroymerlin.com.br>

3.8 Terminal tubular

Os terminais são componentes utilizados para proteger as extremidades dos condutores e dar acabamento no mesmo.



Figura 9: Terminal tubular
FONTE: <https://www.mrtdistribuidora.com.br/>

3.9 Disjuntor termomagnético

O disjuntor termomagnético é o dispositivo de proteção mais usado quando se trata de circuitos elétricos, tanto industriais quanto residenciais. Ele funciona de maneira a impedir que os condutores se aqueçam por sobre corrente ao ponto de ocasionarem um princípio de incêndio ou algo do tipo.



Figura 9: Disjuntor termomagnético
FONTE: <https://www.elgin.com.br/>

4 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

4.1 Montagem do novo sistema de comando

O primeiro passo foi entender o funcionamento do antigo comando, uma aula foi dedicada para seguir os cabos com o multímetro e estudar o funcionamento do torno

O painel estava extremamente deteriorado devido a sujeira e ao tempo, portanto foi necessária uma reforma interna e externa. Depois de compreender e marcar os cabos do motor e da chave de reversão, o segundo passo foi remover todos os componentes obsoletos e desacoplar o painel.



Figura 10: Torno com painel antigo
FONTE: Próprio autor, 2025



Figura 11: Retirada do painel antigo
FONTE: Próprio autor, 2025

Ele foi limpo e recebeu uma nova pintura utilizando tinta spray. Foi decidido manter a mesma cor padrão do restante do torno.



Figura 12: Pintura do painel antigo
FONTE: Próprio autor, 2025

Na parte interna, foi fixada uma nova bandeja na cor laranja padrão dos painéis de comando atuais.



Figura 13: Perfuração da chapa do painel para a fixação dos trilhos
FONTE: Próprio autor, 2025

Na antiga organização do painel, os condutores ficavam expostos e não estavam fixados na bandeja, a conexão era feita utilizando bornes sindal. Em resumo, não existiam meios que protegessem e organizassem os cabos, pensando nisso foram instaladas canaletas com 2 cm de largura, por 2 cm de comprimento, e trilhos din.



Figura 14: Bandeja com todos os trilhos e canaletas
FONTE: próprio autor

Após a etapa de preparação estrutural, foi dado início no desenvolvimento do comando, que a princípio foi feito apenas um esboço do diagrama utilizando o programa QElectrotech.

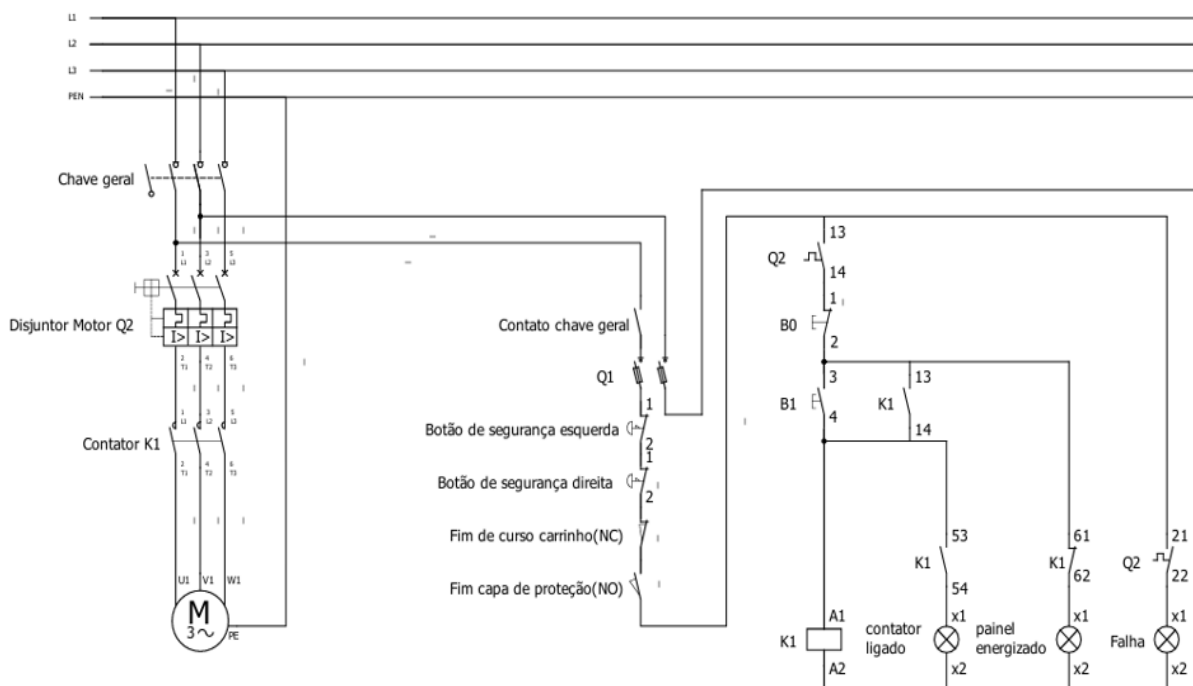


Figura 15: Diagrama elétrico
FONTE: Próprio autor, 2025

Para o novo comando todos os cabos antigos foram descartados, com exceção dos que estavam ligados a chave de reversão e ao motor, que apenas receberam terminais novos. Os demais apresentavam defeitos graves devido ao acúmulo de sujeira, ao tempo de uso e falta de manutenção. A parte aproveitada dos condutores foi identificada com fita para que pudessem ser reconhecidos no momento da montagem.

Seguindo a lógica do diagrama, o primeiro passo foi ligar a sequência de botões, fins de curso e contatos em série partindo de uma das fases do disjuntor bipolar de comando e utilizando os bornes Sak para interligá-los, até o borne A1 da bobina do contator. O borne A2 foi ligado em outra fase.



Figura 16: ligação dos componentes
FONTE: Próprio autor, 2025

Em seguida, dando início a montagem da potência, o motor se trata de um exemplar de aproximadamente 5 cavalos e é alimentado por uma rede trifásica de 220 volts, ou seja, em cada uma das três fases temos 127 volts. Para a proteção do mesmo foi utilizado o disjuntor motor no lugar dos fusíveis *Diazed*.



Figura 17: Fusíveis Diazed
FONTE: Próprio autor, 2025



Figura: Disjuntor motor e disjuntor termomagnético
FONTE: Próprio autor, 2025

A última parte foi a instalação da chave geral “tic tac”. O torno possuía uma chave de mesmo tipo, porém foi desativada devido sua quebra. O grupo optou por deixa-la por último pois a alimentação do painel deveria passar primeiramente por ela para então chegar aos disjuntores.

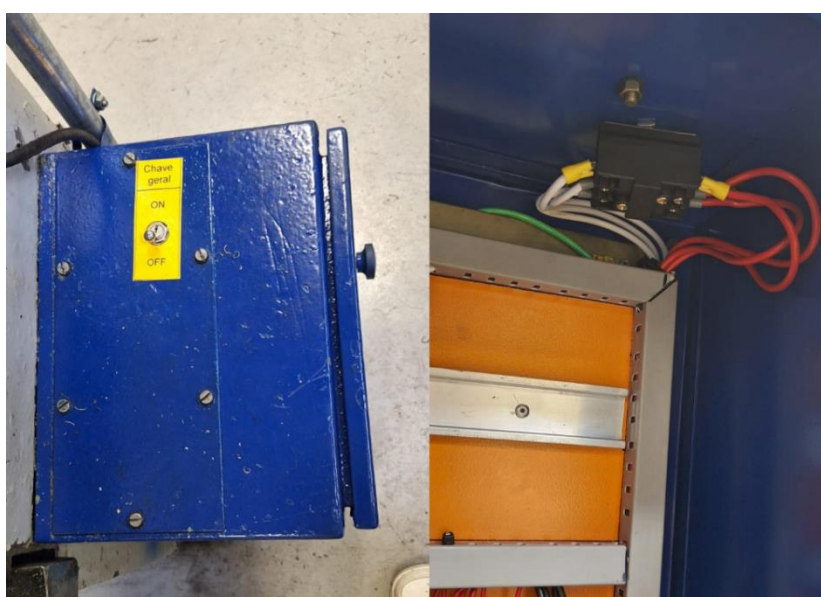


Figura 18: Chave trifásica
FONTE: Próprio autor, 2025

Finalizado a distribuição das fases no comando foram feitos os primeiros testes, que ocorreram como esperado. Todos os dispositivos de proteção apresentaram perfeito funcionamento, não foram observados pontos de aquecimento, fugas de corrente, quedas de tensão ou sintomas que pudessem afetar o funcionamento do equipamento.



Figura 19: Painel antigo
FONTE: Próprio autor, 2025



Figura 20: Painel novo
FONTE: Próprio autor, 2025

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo deste trabalho foi aprimorar o sistema de comando do torno mecânico, sem comprometer seu funcionamento original — meta que foi plenamente alcançada. A modernização implementada proporcionou não apenas avanços funcionais, mas também uma notável melhoria na organização e na estética do painel elétrico, com destaque para a utilização de canaletas e trilhos de fixação, que contribuíram para um roteamento mais eficiente e seguro dos condutores.

A substituição de componentes elétricos danificados e obsoletos por dispositivos modernos resultou em um sistema mais confiável, com maior facilidade de manutenção e potencial de prolongamento da vida útil da máquina. Embora esse benefício só possa ser verificado ao longo do tempo de uso contínuo, a adoção de práticas como a manutenção preventiva, com reaperto de conexões, inspeções periódicas e substituição de terminais, será essencial para garantir a durabilidade e o bom desempenho do sistema.

Destaca-se ainda a substituição dos fusíveis por um disjuntor motor, o que representou um avanço significativo em termos de segurança e praticidade. Essa atualização assegura maior proteção contra curto-circuitos e sobrecargas, alinhando o sistema às exigências atuais de segurança elétrica.

Conclui-se, portanto, que o retrofit elétrico realizado no torno convencional atendeu de forma satisfatória a todos os objetivos propostos. O sistema de comando foi modernizado com sucesso, tornando-se mais seguro, funcional e adequado tanto ao ambiente didático quanto às demandas operacionais da oficina, contribuindo diretamente para a formação técnica dos alunos e para a eficiência das atividades práticas.

REFERÊNCIAS

BRAGA, George Costa. Modernização do comando elétrico de uma máquina de serra utilizada na fabricação de cabeçotes de motocicletas de uma empresa do Polo Industrial de Manaus. 2016.

CIMM. Torno: a mais antiga das máquinas-ferramenta. 2015. Disponível em: https://www.cimm.com.br/portal/noticia/exibir_noticia/7118-torno-a-mais-antiga-das-maquinas-ferramenta. Acesso em: 10 fevereiro. 2025.

FERREIRA, José Haroldo Gemaque; BENTO, Letícia Ferreira; MORALES, Israel Mazaira. Aplicação de retrofit em sistema de comando e controle de um chiller. Revista Científica Semana Acadêmica. Fortaleza, ano MMXVIII, n. 000147, 2018.

LIMA, R. C. et al. *Retrofit como estratégia para modernização de plantas industriais e otimização de processos*. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Industrial, 2019. Anais... São Paulo: Instituto de Engenharia, 2019

SOUZA, José Carlos de. *Comando elétrico: fundamentos e aplicações*. 3. ed. São Paulo: Editora Ciência e Tecnologia, 2014