

CENTRO PAULA SOUZA

ETEC PAULINO BOTELHO



TÉCNICO EM ELETROMECAÂNICA

CARLOS MIGUEL PEREIRA

JOSÉ LUÍS DE OLIVEIRA

RAFAEL SOARES ANTÔNIO

VICTOR LUPPE QUINTINO DOS SANTOS

BRUNIDORA DE CILINDROS

São Carlos

2025

CARLOS MIGUEL PEREIRA
JOSÉ LUÍS DE OLIVEIRA
RAFAEL SOARES ANTONIO
VICTOR LUPPE QUINTINO DOS SANTOS

BRUNIDORA DE CILINDROS

Trabalho de conclusão de curso apresentado à banca examinadora da Etec Paulino Botelho de São Carlos, como exigência para a conclusão do curso Técnico de Eletromecânica, Sob a orientação dos professores Luiz Schiavone Neto e Luiz de Paula Júnior.

São Carlos

2025

CARLOS MIGUEL PEREIRA
JOSÉ LUÍS DE OLIVEIRA
RAFAEL SOARES ANTÔNIO
VICTOR LUPPE QUINTINO DOS SANTOS

BRUNIDORA DE CILINDROS

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à banca examinadora da
ETEC Paulino Botelho de São Carlos,
como exigência para a conclusão do
curso Técnico de Eletromecânica, Sob a
orientação dos professores Luiz
Schiavone Neto e Luiz de Paula Júnior.

São Carlos, ____ de _____ de ____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Avaliador

Prof. Avaliador

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de expressar nossa profunda gratidão à Etec, que nos proporcionou um ambiente de aprendizado enriquecedor, desafiando-nos a ir além e a crescer tanto profissional quanto pessoalmente. Agradecemos a todos os professores, coordenadores e funcionários, cuja dedicação e comprometimento tornaram nossa trajetória acadêmica ainda mais significativa. Também agradecemos às nossas famílias, pelo amor incondicional, pelo apoio constante e por sempre acreditarem em nosso potencial, mesmo nos momentos mais difíceis. O incentivo de vocês foi essencial para nossa perseverança e sucesso. Este trabalho é, portanto, um reflexo de todas essas forças que nos acompanharam ao longo dessa jornada. Nosso sincero obrigado a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste projeto.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar o desenvolvimento e a montagem de uma brunidora de cilindros, projetada no âmbito do curso técnico em Eletromecânica da Etec Paulino Botelho, localizada em São Carlos. Com o uso contínuo, os cilindros hidráulicos sofrem desgastes em suas camisas internas, o que compromete o desempenho do sistema. O processo de brunimento tem como função corrigir imperfeições superficiais, remover riscos e restabelecer as condições ideais da superfície interna, garantindo melhor vedação e eficiência no funcionamento do cilindro. Irregularidades nessa região podem permitir a passagem de óleo entre as câmaras, ocasionando perda de força, velocidade e desempenho do equipamento. Diante desse problema, o projeto propõe o desenvolvimento de uma máquina brunidora de operação eficiente e automatizada, capaz de realizar o processo de forma padronizada e segura. Assim, o equipamento contribui para a manutenção preventiva de sistemas hidráulicos e para o aprendizado prático dos alunos na área de eletromecânica.

Palavras-chave: Hidráulica. Cilindros. Brunimento. Manutenção.

ABSTRACT

This work aims to present the development and assembly of a cylinder honing machine designed within the Technical Course in Electromechanics at ETEC Paulino Botelho, located in São Carlos, Brazil. Over time and with continuous use, hydraulic cylinders experience wear on their internal liners, which affects system performance. The honing process serves to correct surface imperfections, remove scratches, and restore the ideal internal surface conditions, ensuring proper sealing and efficient operation of the cylinder. Irregularities in this area may allow oil to pass between chambers, causing loss of force, speed, and overall efficiency. To address this issue, the project proposes the development of an efficient and automated honing machine capable of performing the process in a standardized and safe manner. Therefore, the equipment contributes both to preventive maintenance of hydraulic systems and to the practical learning of students in the electromechanical field.

Keywords: Hydraulics. Cylinders. Honing. Maintenance.

Sumário

Introdução.....	8
Objetivo geral.....	8
Objetivo específico.....	9
Justificativa.....	9
Desenvolvimento.....	10
Procedimento Operacional para o Processo de Brunimento da Camisa do Cilindro.....	11
Principais componentes e suas respectivas funções.....	12
Esquema elétrico.....	21
Figura 18 – diagrama elétrico potência e comando.....	21
Desenvolvimento Estrutural e Montagem do Projeto.....	21
Conclusão.....	23
Referências Bibliográficas.....	25

1. Introdução

Os cilindros hidráulicos estão sujeitos ao desgaste natural decorrente do uso contínuo. Em geral, esse desgaste não é suficiente para causar danos graves, como riscos profundos ou deformações que exijam o processo de brunimento. Contudo, uma das principais causas de deterioração das camisas dos cilindros é a presença de partículas contaminantes no óleo hidráulico, originadas, na maioria das vezes, pela falta de manutenção preventiva ou pelo manuseio inadequado do sistema. Esses contaminantes provocam riscos na superfície interna do cilindro, comprometendo a vedação e reduzindo a eficiência operacional do equipamento.

A brunidora de cilindros é um equipamento essencial utilizado no acabamento interno de superfícies cilíndricas. Seu funcionamento baseia-se no movimento rotativo de uma ferramenta abrasiva, responsável por executar o processo de brunimento, que tem como objetivo melhorar a rugosidade e a qualidade superficial interna dos cilindros. Essa técnica de usinagem é amplamente empregada em processos de manutenção e recuperação de cilindros hidráulicos, além de diversas aplicações na indústria mecânica e automotiva. Assim, as brunidoras representam uma ferramenta fundamental para garantir a precisão dimensional, a durabilidade e o desempenho eficiente dos sistemas hidráulicos. (IAB BRUNIDORES, 2025)

Este trabalho tem como objetivo a construção de uma brunidora de cilindros, desenvolvida a partir do reaproveitamento de materiais.

2. Objetivo geral

Desenvolver e construir uma brunidora de cilindros hidráulicos utilizando materiais reaproveitados, com foco na sustentabilidade e na melhoria do processo de brunimento, visando proporcionar um equipamento funcional, eficiente e acessível para aplicação em manutenções e atividades didáticas no curso técnico em Eletromecânica.

3. Objetivo específico

- a.** Compreender os princípios de funcionamento da brunidora, analisando seu processo operacional, seus componentes e suas principais aplicações industriais.
- b.** Selecionar materiais e componentes de baixo custo para a construção da brunidora, considerando critérios de eficiência, segurança, durabilidade e viabilidade econômica.
- c.** Realizar testes de desempenho e eficiência do equipamento, avaliando parâmetros como capacidade de usinagem, consumo de energia e qualidade do acabamento superficial obtido.
- d.** Analisar as aplicações práticas da brunidora, investigando sua precisão geométrica, o controle da rugosidade superficial e as possibilidades de aperfeiçoamento do projeto para futuras implementações.

4. Justificativa

O presente projeto justifica-se pela necessidade de aprimorar os conhecimentos práticos relacionados aos processos de manutenção e recuperação de cilindros hidráulicos, amplamente utilizados em sistemas industriais e automotivos. Com o uso contínuo, esses componentes sofrem desgastes em suas superfícies internas, o que pode comprometer o desempenho e a eficiência do sistema hidráulico. O brunimento surge como uma técnica fundamental nesse contexto, pois permite restaurar a rugosidade ideal da superfície, garantindo melhor vedação e funcionamento adequado do equipamento.

A construção de uma brunidora de cilindros utilizando materiais reaproveitados contribui para a formação técnica dos estudantes, proporcionando o desenvolvimento de habilidades em projeto, montagem e operação de sistemas mecânicos e eletromecânicos. Além disso, o uso de materiais reaproveitados reforça a importância da sustentabilidade na engenharia e na manutenção industrial, incentivando práticas conscientes e economicamente viáveis.

Dessa forma, o projeto integra aprendizado teórico e prático, promove a aplicação de conceitos estudados ao longo do curso e oferece uma contribuição relevante para o ambiente educacional da ETEC Paulino Botelho, servindo como ferramenta de apoio em aulas e atividades experimentais.

5. Desenvolvimento

O projeto de construção de uma brunidora de cilindros surgiu a partir da necessidade de recuperar peças cilíndricas utilizadas em sistemas pneumáticos e hidráulicos. Em diversos contextos industriais e de manutenção, o uso de uma brunidora é essencial para garantir o bom funcionamento desses equipamentos, assegurando o ajuste adequado, a vedação eficiente e a durabilidade dos componentes. Dessa forma, este projeto busca demonstrar a viabilidade técnica da fabricação de uma brunidora, apresentando seus principais desafios, soluções e alternativas de construção.

A brunidora é uma máquina-ferramenta projetada para realizar o acabamento interno e o aprimoramento da superfície de cilindros, por meio de um processo mecânico conhecido como brunimento. Esse processo consiste na utilização de uma ferramenta abrasiva rotativa, que executa abrasões internas controladas com o objetivo de melhorar a rugosidade, a precisão dimensional e a qualidade superficial da peça. A técnica é amplamente aplicada em manutenção e recuperação de cilindros hidráulicos e pneumáticos, sendo especialmente adequada para pequenas e médias empresas, como oficinas de motocicletas e retíficas, que necessitam restaurar componentes com elevado grau de precisão.

Para a construção do projeto, foram selecionados materiais e componentes que garantissem tanto a funcionalidade quanto a segurança operacional do equipamento. Priorizou-se o reaproveitamento de materiais, prática que contribui para a sustentabilidade do projeto ao reduzir o descarte e otimizar o uso de recursos disponíveis. Essa abordagem reforça o compromisso com o desenvolvimento sustentável, além de demonstrar a viabilidade econômica e ambiental da fabricação de uma brunidora eficiente, de baixo custo e aplicável em diferentes contextos de manutenção industrial.

6. Procedimento Operacional para o Processo de Brunimento da Camisa do Cilindro

- I.** Antes de iniciar o processo de brunimento, é fundamental garantir que todos os componentes estejam corretamente posicionados e ajustados, de forma a assegurar a precisão e a eficiência do procedimento. A seguir, são descritas as etapas do processo:
- II.** Posicionamento da Camisa: Inicialmente, deve-se verificar se a camisa a ser brunida está devidamente posicionada no cilindro. O correto alinhamento da peça é essencial para garantir a qualidade do brunimento e evitar desgastes irregulares.
- III.** Acionamento do Motor Elétrico: Com a camisa devidamente instalada, aciona-se o motor elétrico da unidade hidráulica por meio do botão de liga/desliga. Este botão possui três posições, permitindo o controle manual do movimento da ferramenta, o que facilita a realização de ajustes finos antes do início da operação automática.
- IV.** Ajuste do Curso da Ferramenta: No modo manual, utiliza-se o controle de três posições para ajustar o curso da ferramenta, definindo a altura do fim de curso. Essa etapa garante que a ferramenta alcance a profundidade adequada dentro da camisa, evitando danos à peça e assegurando a eficiência do processo.
- V.** Aplicação da Pressão da Ferramenta: Após o ajuste do curso, a ferramenta de brunir deve ser aberta até exercer pressão suficiente sobre a superfície interna da camisa. Esse contato é indispensável para que o brunimento ocorra de maneira uniforme e eficaz.
- VI.** Acionamento da Bomba de Diesel: Em seguida, liga-se a bomba de diesel da unidade hidráulica. Após o acionamento, a chave de três posições deve ser alterada para o modo automático, iniciando o processo de brunimento de forma contínua, estável e controlada.
- VII.** Finalização e Desligamento do Sistema: Ao término do brunimento, deve-se:
 - Aguardar o retorno da ferramenta à posição superior da camisa;
 - Colocar a chave de três posições na posição “desligado”, removendo a pressão exercida pela ferramenta;

- Retornar a chave para o modo manual, possibilitando a retirada segura da ferramenta de dentro do cilindro.

VIII. Esse procedimento garante a execução segura e precisa do brunimento, assegurando a integridade da peça e a qualidade final do acabamento superficial.

7. Principais componentes e suas respectivas funções

Motor elétrico: é um equipamento que transforma a energia elétrica em energia mecânica através da interação entre campos magnéticos (FESTO, 2025).

Figura 1 – Motor Elétrico



Fonte: Próprio autor, 2025

Motor hidráulico: é um equipamento que converte a energia de um fluido sob pressão em energia mecânica, gerando movimento rotativo (MANPEC, 2025).

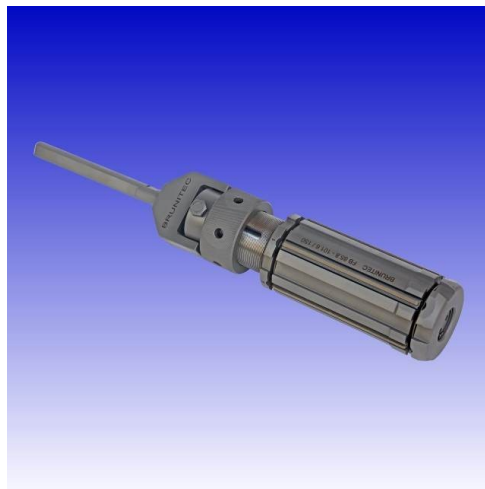
Figura 2 – Motor Hidráulico



Fonte: MANPEC, 2025

Ferramenta de brunimento: A ferramenta de brunir tem como finalidade principal ajustar sua expansão quando preciso, realizar movimentos axiais e radiais. (BRUNITEC).

Figura 3 – Ferramenta de brunimento



Fonte: Brunitec, 2025

Bomba hidráulica: é um equipamento muito empregado em diversos setores industriais. É um elemento essencial, também chamado de “máquina hidráulica operatriz”, que integra sistemas responsáveis por transformar energia potencial em energia cinética (movimento) e/ou em energia de pressão (força) (GLOBAL HP).

Figura 4 – Bomba Hidráulica



Fonte: Próprio autor

Bloco *manifold*: é um elemento do sistema hidráulico responsável por direcionar e controlar o fluxo de fluido, permitindo a distribuição e o gerenciamento da energia entre bombas, atuadores e demais componentes do circuito (GLOBAL HIDRÁULICA E PNEUMÁTICA, 2025)

Figura 5 – Bloco *manifold*



Fonte: Próprio autor

Atuador hidráulico: para transformar energia hidráulica em energia mecânica, produzindo movimento linear ou rotativo, é necessário empregar um atuador hidráulico (GLOBAL HIDRÁULICA E PNEUMÁTICA, 2021)

Figura – 6 Atuador hidráulico



Fonte: GLOBAL HIDRÁULICA E PNEUMÁTICA, 2021

Válvula direcional: é um tipo de válvula cujo propósito, como o próprio nome sugere, é controlar o caminho do fluido, de modo a atender às demandas de um circuito específico e assegurar que determinadas funções sejam executadas (GLOBAL HIDRÁULICA E PNEUMÁTICA 2017)

Imagem 6 – válvula direcional



Fonte: Próprio autor

Visor de nível: utilizado para ver o nível do reservatório de óleo.

Imagem 7 – visor de nível



Fonte Próprio autor

Filtro de sucção: os filtros hidráulicos atuam como elementos de proteção, eliminando partículas sólidas e regulando a umidade do óleo, assegurando que o fluido percorra o sistema de forma limpa e estável (GLOBAL HIDRÁULICA E PNEUMÁTICA, 2025).

Figura 8 – Filtro de sucção



Fonte: GLOBAL HIDRÁULICA E PNEUMÁTICA, 2025

Bocal de enchimento: utilizado para encher o reservatório de óleo.

Figura 9 – Bocal de enchimento



Fonte: Próprio autor

Tubo *schedule*: utilizado para os guias da brunidora.

Figura 10 – tubo *schedule*



Fonte: CENTURY TUBOS 2024

Reservatório de óleo: utilizado para armazenar óleo do sistema hidráulico.

Figura 10 – reservatório de óleo



Fonte: Próprio autor

Chapa de aço de $\frac{1}{4}$ x 300x500: base do motor hidráulico.

Figura 11 – Chapa base do motor hidráulico



Fonte: Mercado livre

Painel elétrico: utilizado para armazenar os componentes elétricos.

Figura 12 – Quadro elétrico



Fonte: Mercado livre

Contator: Os contadores são dispositivos eletromecânicos que, ao serem acionados por botões, chaves seletoras ou comandos remotos, permitem ligar ou desligar circuitos elétricos que operam com correntes elevadas (MATTeDe, Henrique)

Figura 13 – Contator



Fonte: EMELIE

Chave seletora: utilizado para selecionar entre manual e automático.

Figura 14: chave seletora



Fonte: SCHNEIDER ELECTRIC

Chave fim de curso: é um dispositivo eletromecânico capaz de identificar quando um motor ou outra estrutura conectada ao seu eixo atingiu o limite de seu movimento, ou seja, o término do seu curso de atuação (Henrique Mattede).

Figura 15 – chave fim de curso



Fonte: COMERCIAL UNIVERSO

Mangueiras Hidráulica: utilizadas para alimentar o atuador hidráulico.

Figura 16 – mangueira hidráulica.



Fonte: Coterflex

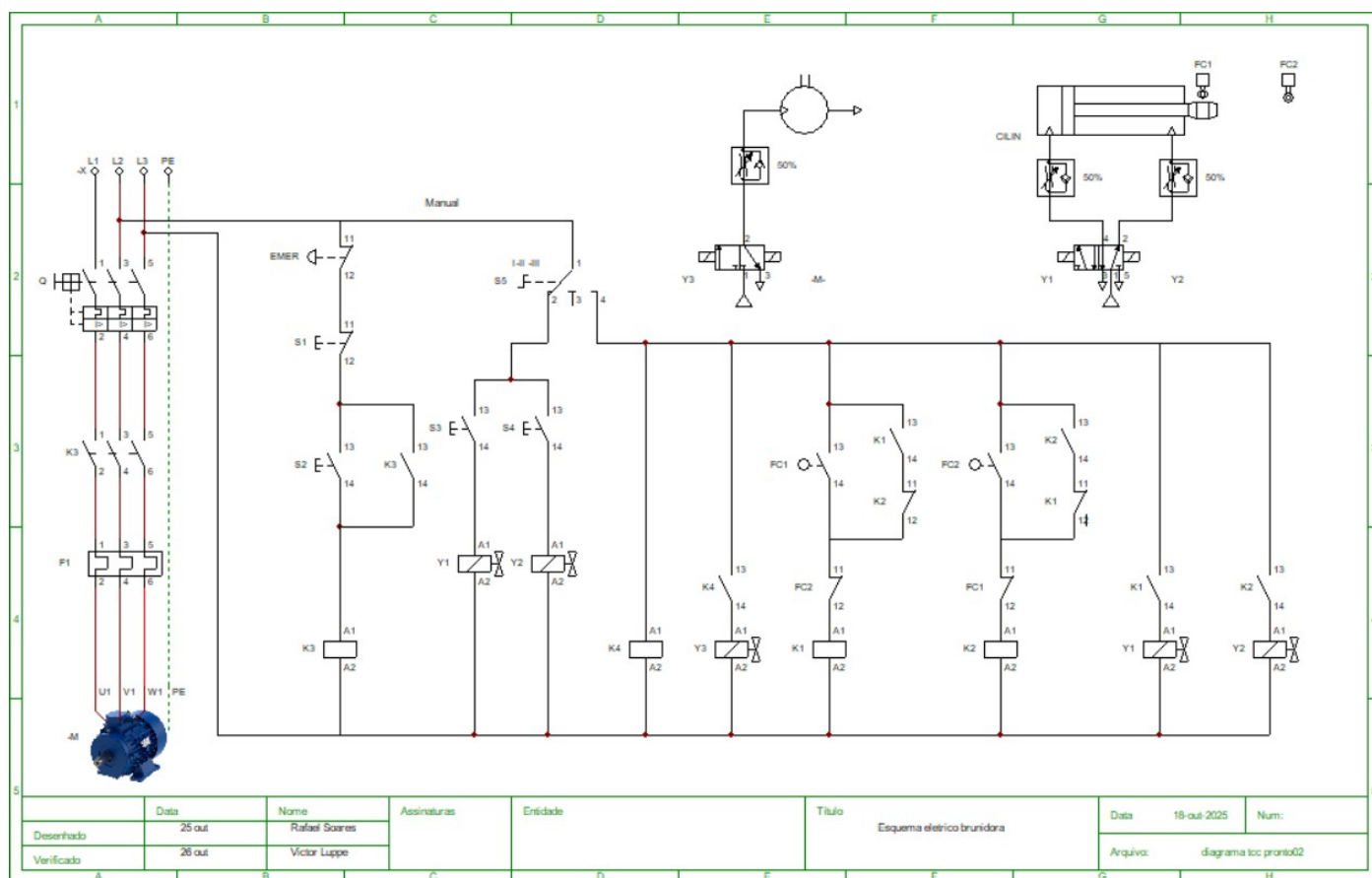
Tabela 1 – Lista de materiais detalhado

Quantidade	Material	Custo	
1	Motor hidráulico 1.5cv	Reaproveitado	R\$ 690,00
1	Motor elétrico	Reaproveitado	R\$ 1.800,00
2	Válvula duplo solenoide	Reaproveitado	R\$ 800,00
1	Bomba de engrenagem	Novo	R\$ 820,00
1	Visor de nível	Novo	R\$ 60,00
1	Bocal de enchimento	Novo	R\$ 80,00
2	Tubo schedule 2" x 1900 mm	Reaproveitado	R\$ 300,00
1	Atuador hidráulico 2"x 800	Reaproveitado	R\$ 2.000,00
1	Reservatório de óleo 70 litros	Reaproveitado	R\$ 300,00
1	Chapa de aço ¼ x 300 x 500	Novo	R\$ 80,00
2	Flange classe 300 2"	Reaproveitado	R\$ 220,00
1	Mangueira hidráulica 3/8 x 300 mm	Novo	R\$ 70,00
2	Mangueira hidráulica 3/8 x 1500 mm	Novo	R\$ 250,00
1	Mangueira hidráulica 3/8 x 2000 mm	Novo	R\$ 200,00
2	Nilon 3.1/2 x 80 mm	Novo	R\$ 60,00
1	Filtro de sucção ¾	Novo	R\$ 110,00
1	Tubo hidráulico ½ x 1000 mm	Novo	R\$ 30,00
1	Ferramenta de brunimento	Novo	R\$ 1.200,00
1	Acoplamento	Novo	R\$ 95,00
3	Contator auxiliar	Novo	R\$ 270,00
1	Contatora	Novo	R\$ 90,00
1	Trilho perfurado	Novo	R\$ 16,00
1	Chave seletora 3 posições	Novo	R\$ 22,00
1	Bloco de contado auxiliar	Novo	R\$ 35,00
2	Botão pulsador	Novo	R\$ 40,00
1	Botão de emergência	Novo	R\$ 25,00
2	Chave fim de curso	Novo	R\$ 175,00
1	Quadro de comandos	Novo	R\$ 120,00
4000 mm	Cabo flex 1.5mm²	Novo	R\$ 8,00
1	Disjuntor tripolar	Novo	R\$ 50,00
1	Disjuntor bipolar	Novo	R\$ 35,00
1	Relé térmico	Novo	R\$ 80,00
Custo real			R\$ 4.021,00
Custo total			R\$ 10.131,00

Fonte: Próprio autor

8. Esquema elétrico

Figura 18 – diagrama elétrico potência e comando



Fonte: Próprio autor

9. Desenvolvimento Estrutural e Montagem do Projeto

A brunidora de cilindros foi montada iniciando-se pela estrutura principal, com a soldagem dos tubos *schedule* às flanges da base. Duas guias, fixadas a uma chapa de $\frac{1}{4}$ ", realizam movimentos verticais acionadas por um atuador hidráulico. Sobre essa chapa, um motor hidráulico gira um tubo de aço conectado à ferramenta de brunimento.

No processo, também foram confeccionadas duas buchas de *nylon* por meio de usinagem em torno convencional, proporcionando aprendizado prático sobre a fabricação de componentes e sua integração ao sistema de guias da brunidora.

A unidade hidráulica foi construída a partir de um reservatório de óleo de 70 litros, integrando bomba, motor, bloco *manifold* e válvulas direcionais, compondo o sistema de acionamento completo.

Figura 19 – unidade hidráulica



Fonte: Próprio autor

Durante o processo de montagem, foi possível adquirir aprendizado prático sobre a integração de sistemas mecânicos e hidráulicos, técnicas de alinhamento de guias, acionamento de ferramentas hidráulicas, manuseio de ferramentas manuais e aplicação do processo de soldagem TIG, essencial para garantir a precisão e resistência das junções da estrutura.

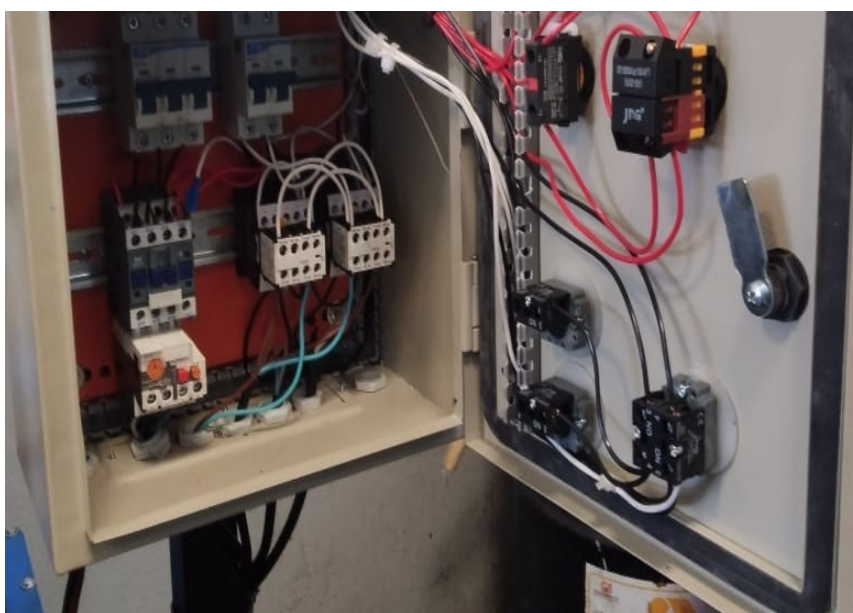
Figura 20 – Brunidora



Fonte: Próprio autor

Na montagem do esquema elétrico, foi implementado um circuito operando em modo manual, permitindo a preparação da máquina antes do processo de brunimento e um modo automático para realizar o processo de brunimento. Para o desenvolvimento do sistema elétrico, utilizou-se o programa CADe SIMU, facilitando o projeto e simulação do circuito. O sistema foi projetado com contadoras auxiliares em cascata, formando uma sequência que controla o movimento de subida e descida do atuador hidráulico com fins de curso determinando os pontos exatos de parada, garantindo precisão, segurança e operação coordenada do equipamento.

Figura 21 – Painel elétrico da brunidora



Fonte: Próprio autor

10. Conclusão

A montagem da brunidora de cilindros permitiu a integração completa de sistemas mecânicos, hidráulicos e elétricos, resultando em um equipamento funcional e seguro. A construção da estrutura principal, a fixação das guias e o acionamento pelo atuador hidráulico demonstraram a importância do alinhamento preciso e da soldagem TIG para a resistência e estabilidade da máquina. A confecção das buchas de nylon por usinagem em torno convencional proporcionou aprendizado prático relevante sobre a fabricação e integração de componentes mecânicos.

A unidade hidráulica, composta por reservatório, bomba, motor, bloco *manifold* e válvulas direcionais, mostrou-se eficiente para o CADe SIMU acionamento do sistema, enquanto o desenvolvimento do circuito elétrico, utilizando o CADe SIMU, evidenciou a

importância da simulação prévia e do controle sequencial por contadoras auxiliares e fins de curso, garantindo precisão e segurança na operação do equipamento.

Portanto, o projeto proporcionou um aprendizado abrangente, envolvendo desde a fabricação de componentes e montagem mecânica até o dimensionamento e implementação de sistemas hidráulicos e elétricos, consolidando competências técnicas essenciais para a construção e operação de máquinas industriais.

Os resultados obtidos pelo processo de brunimento mostraram-se altamente satisfatórios, evidenciando melhorias significativas no acabamento e na precisão das peças cilíndricas. O processo proporcionou superfícies internas mais lisas e homogêneas, redução de atrito e desgaste, além de garantir tolerâncias dimensionais precisas. Também foi possível corrigir pequenas imperfeições provenientes de etapas anteriores de usinagem, aumentando a confiabilidade e a durabilidade dos componentes. Dessa forma, o brunimento demonstrou ser uma técnica essencial para a produção de peças de alta qualidade, com desempenho mecânico aprimorado e maior vida útil em aplicações industriais.

11. Referências Bibliográficas

FESTO. Tipos de motores elétricos: entenda as diferenças e aplicações principais. Festo Brasil. Disponível em: https://www.festo.com.br/pt/e/sobre-a-festo/blog/in-practice/tipos-de-motores-eletricos-entenda-as-diferencas-e-aplicacoes-principais-id_2160150/. Acesso em: 25 out. 2025.

MANPEC. Motor hidráulico: para que serve e como funciona. Manpec. Disponível em: <https://manpec.com.br/motor-hidraulico-para-que-serve-e-como-funciona/>. Acesso em: 25 out. 2025.

BRUNITEC. O que é brunimento? Brunitec. Disponível em: <https://www.brunitec.com.br/o-que-e-brunimento/>. Acesso em: 25 out. 2025.

BRUNITEC. Cilindros hidráulicos. [imagem]. Disponível em: <https://www.brunitec.com.br/novo-brunitec/wp-content/gallery/cilindros-hidraulicos/cilindros-hidraulicos-2.jpg>. Acesso em: 25 out. 2025.

GLOBAL HP. Bombas hidráulicas: o que são e como funcionam. Global Hidráulica e Pneumática. Disponível em: <https://www.globalhp.com.br/bombas-hidraulicas-o-que-sao-e-como-funcionam/>. Acesso em: 25 out. 2025.

GLOBAL HIDRÁULICA E PNEUMÁTICA. Global Hidráulica e Pneumática. Disponível em: <https://www.globalhp.com.br/>. Acesso em: 25 out. 2025.

GLOBAL HIDRÁULICA E PNEUMÁTICA. O que é e como funciona um atuador hidráulico. Global Hidráulica e Pneumática. 29 jun. 2021. Disponível em: <https://www.globalhp.com.br/o-que-e-e-como-funciona-um-atuador-hidraulico/>. Acesso em: 25 out. 2025.

GLOBAL HIDRÁULICA E PNEUMÁTICA. Tudo sobre válvulas direcionais. Global Hidráulica e Pneumática, 20 maio 2017. Disponível em: <https://www.globalhp.com.br/tudo-sobre-valvulas-direcionais/>. Acesso em: 25 out. 2025.

GLOBAL HIDRÁULICA E PNEUMÁTICA. Filtros e elementos: o impacto e a importância deles para os motores hidráulicos. Global Hidráulica e Pneumática, 9 out. 2025. Disponível em: <https://www.globalhp.com.br/filtros-e-elementos-o-impacto-e-a-importancia-deles-para-os-motores-hidraulicos/>. Acesso em: 25 out. 2025.

GLOBAL HIDRÁULICA E PNEUMÁTICA. Imagem ilustrativa sobre filtros e elementos filtrantes. [imagem]. Disponível em: <https://www.globalhp.com.br/filtros-e-elementos-o-impacto-e-a-importancia-deles-para-os-motores-hidraulicos/>. Acesso em: 25 out. 2025.

CENTURY TUBOS. Tabela de espessuras de tubos Schedule. [imagem]. Disponível em: <https://centurytubos.com.br/schedule/o-que-sao-tubos-schedule/>. Acesso em: 25 out. 2025.

MERCADO LIVRE. Chapa de aço carbono, espessura 6 mm, 1/4 pol, 50x70 cm. [imagem]. Disponível em: <https://www.mercadolivre.com.br/chapa-de-aco-carbono-espessura-6mm-14-pol-50x70-cm-ferro/up/MLBU759586161>. Acesso em: 25 out. 2025.

MERCADO LIVRE. Painel elétrico quadro de comando 600x500x250 mm. [imagem]. Disponível em: <https://www.mercadolivre.com.br/painel-eletrico-quadro-de-comando-600x500x250mm-i/p/MLB24602798>. Acesso em: 25 out. 2025.

MATTED, Henrique. Disjuntor motor – Aplicações, características e funcionamento. Mundo da Elétrica, 2025. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/disjuntor-motor-aplicacoes-caracteristicas-funcionamento/>. Acesso em: 25 out. 2025.

MATTED, Henrique. O que é relé? Como funciona um relé? Mundo da Elétrica, 2025. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-rele-como-funciona-um-rele/>. Acesso em: 25 out. 2025.

ELETORASTRO. Relé acoplador 24VCA/VCC, 2 reversíveis, 5A Q2R-24 Metaltex. [imagem]. Disponível em: <https://www.eletrorastro.com.br/produto/rele-acoplador-24vca-vcc-2-reversiveis-5a-q2r-24-metaltex-87044>. Acesso em: 25 out. 2025.

CHNEIDER ELECTRIC. Chave seletora Ø22 mm, plástica, 3 posições fixas, manopla curta, 2NA. [imagem]. Disponível em: <https://www.se.com/br/pt/product/XA2ED33/chave-seletora-%C3%B822mm-pl%C3%A1stica-3-posi%C3%A7%C3%B5es-fixas-manopla-curta-2na/>. Acesso em: 25 out. 2025.

MATTED, Henrique. O que é chave fim de curso? Funcionamento e aplicações! Mundo da Elétrica, 2025. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-chave-fim-de-curso-funcionamento-aplicacoes/>. Acesso em: 25 out. 2025.

COMERCIAL UNIVERSO. Chave fim de curso BHS ME 8169, haste flexível tipo antena. [imagem]. Disponível em: <https://a-static.mlcdn.com.br/800x560/chave-fim-de-curso-bhs-me-8169-haste-flexivel-tipo-antena/comercialuniverso/96ca01b4ee9211edadfa4201ac185049/b3b45a76b981d3a4047595a37c0e830d.jpeg>. Acesso em: 25 out. 2025.

COTERFLEX. Mangueiras hidráulicas. [imagem]. Disponível em: <https://coterflex.com.br/produtos-e-servicos/mangueiras-hidraulicas/>. Acesso em: 25 out. 2025

IAB BRUNIDORES. O que são brunidores e para que servem? Disponível em: <https://iabbrunidores.com.br/o-que-sao-brunidores-e-para-que-servem-a-iab-brunidores-explica/>. Acesso em: 26 out. 2025.

MATTede, Henrique. *Contator, o que é? Funcionamento, tipos e aplicações!* Mundo da Elétrica, [s.d.]. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/o-contator-o-que-e-funcionamento-tipos-e-aplicacoes/>. Acesso em: 30 nov. 2025.

EMELIE. *Para que serve uma contatora*. RETOEDU, dsw.aau.edu.et. Disponível em: <https://dsw.aau.edu.et/stu/contator-para-que-serve.html>. Acesso em: 30 nov. 2025.