

CENTRO PAULA SOUZA
FATEC SANTO ANDRÉ
Tecnologia em Mecatrônica Industrial

ANDREWS GUILLES JERONIMO SILVA

CONSTRUÇÃO DE COMPONENTES PARA AUTOMAÇÃO
PRENSA DE FRICÇÃO 270 TONELADAS MECÂNICA GRÁFICA 1958

SANTO ANDRÉ

2025

ANDREWS GUILLES JERONIMO SILVA

**CONSTRUÇÃO DE COMPONENTES PARA AUTOMAÇÃO
PRENSA DE FRICÇÃO 270 TONELADAS MECÂNICA GRÁFICA 1958**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à FATEC de Santo André como requisito parcial para a obtenção do certificado de Tecnólogo em Mecatrônica Industrial, sob orientação do professor Me. Luiz Vasco Puglia.

SANTO ANDRÉ

2025

FICHA CATALOGRÁFICA

S586c

Silva, Andrews Guiles Jeronimo

Construção de componentes para automação prensa de fricção
270 toneladas mecânica gráfica 1958 / Andrews Guiles Jeronimo
Silva. - Santo André, 2025. – 33f: il.

Trabalho de Conclusão de Curso – FATEC Santo André.
Curso de Tecnologia em Mecatrônica Industrial, 2025.

Orientador: Prof. Luiz Vasco Puglia

1. Mecatrônica. 2. Construção de componentes. 3. Automação.
4. Tecnologia. 5. Máquina. 6. Prensa de fricção. 7. Projeto. I.
Construção de componentes para automação prensa de fricção
270 toneladas mecânica gráfica 1958.

629.892

LISTA DE PRESENÇA

Santo André, 06 de dezembro de 2025.

LISTA DE PRESENÇA REFERENTE À APRESENTAÇÃO DO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO COM O TEMA:
“CONSTRUÇÃO DE COMPONENTES PARA AUTOMAÇÃO PRENSA
DE FRICÇÃO 270 TONELADAS MECÂNICA GRÁFICA 1958” DOS
ALUNOS DO 6º SEMESTRE DESTA U.E.

BANCA

PRESIDENTE:

PROF. LUIZ VASCO PUGLIA

MEMBROS:

PROF. FERNANDO GARUP DALBO

PROF. NICOLINO FOSCHINI NETO

ALUNOS:

ANDREWS GUILLES JERONIMO SILVA

Dedico esse TCC aos meus familiares pelo apoio e compreensão em toda minha trajetória de estudos, pelo tempo direcionado em me ajudar e estar presentes nessa jornada, bem como aos professores que me acompanharam desde o início no curso de Mecatrônica Industrial, trocando diretrizes e orientando-me em cada etapa deste trabalho, dedico especialmente ao professor Fernando Garup Dalbo, por estar lecionando as disciplinas: Projeto Aplicado de Mecatrônica 1 e Projeto Aplicado de Mecatrônica 2, essas disciplinas são base do nosso trabalho de graduação na Fatec Santo André.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus familiares e a todos os professores do curso de Mecatrônica Industrial, especialmente aos professores Eliel Wellington Marcelino e Wellington Batista de Souza que cumpriram com maestria a tarefa de instruir-me além do tempo extra dedicado para sanar questionamentos e dúvidas. Agradeço também às grandes amizades nascidas no período do curso, todos foram imprescindíveis na instrução e apoio para a minha formação. Agradeço ao orientador deste projeto, professor mestre Luiz Vasco Puglia e também aos professores presentes na banca, por estarem dispostos a participar e dedicar tempo na avaliação do meu Trabalho de Graduação.

“A tecnologia moderna é capaz de realizar a produção sem emprego. O diabo é que a economia moderna não consegue inventar o consumo sem salário”.

Herbert de Souza

RESUMO

Este trabalho está relacionado a elaboração de componentes para automação de uma prensa de fricção de 270 toneladas Mecânica Gráfica (1958), buscando o objetivo de facilitar o manuseio da máquina e padronizar a produção. Com o passar dos anos as prensas de fricção tornaram-se maquinários obsoletos; contudo, devido ao seu porte e à atual economia do país, muitos proprietários não conseguem substituí-las. Assim, este projeto tem como propósito promover a atualização tecnológica deste tipo de equipamento, a fim de facilitar sua operação e manuseio, aumentando consequentemente a velocidade de produção. A automação proposta visa aprimorar a operação/produktividade, mas também garantir a padronização qualitativa das peças produzidas e também a saúde dos colaboradores, evitando doenças ocupacionais decorrentes de esforços físicos e movimentos repetitivos. Sobre a elaboração dos componentes para a automação da prensa, foram integrados conhecimentos das áreas de mecânica, elétrica e pneumática analisando e coletando dados de operadores especializados, definindo assim uma estratégia que possibilitasse a construção de um sistema eficiente, com todos os itens trabalhando de forma harmônica e segura.

Palavras-chaves: Construção. Automação. Prensa. Mecânica. Elétrica. Pneumática.

ABSTRACT

This project focuses on the development and construction of components for the automation of a 270-ton friction press (Mecânica Gráfica, 1958), aiming to improve machine handling and increase production efficiency. Over the years, friction presses have become obsolete; however, due to their large size and the current economic situation, many owners cannot replace them. Therefore, this project seeks to modernize this type of equipment by integrating mechanical, electrical, and pneumatic systems to enhance operational ease, productivity, and production speed. The proposed automation not only optimizes performance and ensures product quality but also improves workplace safety and ergonomics, reducing the risk of occupational diseases caused by repetitive and strenuous physical movements. The development process involved data collection and analysis from experienced operators, enabling the design of a functional and reliable system in which all components communicate harmoniously and operate safely.

Keywords: Construction. Automation. Press. Mechanical. Electrical. Pneumatic.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Prensa de fricção Mecânica Gráfica 1958	17
Figura 02 – Prensa de fricção Mecânica Gráfica 270 toneladas	21
Figura 03 – Projeto gráfico prensa de fricção	23
Figura 04 – Pistão pneumático com base e prótese no embolo	25
Figura 05 – Pistão pneumático instalado no poço da prensa	26
Figura 06 – Peças com variação e reprovadas	28
Figura 07 – Peças padronizadas e aprovadas	29

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Valor dos componentes utilizados	31
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

V – Volts

A – Amperes

mm – Milímetro

CC – Corrente Continua

CA – Corrente Alternada

PSI - Pound-force per Square Inch = Libra-força por polegada quadrada

kg – Quilo

t – Tonelada

led – Diodo emissor de luz

SUMÁRIO

1 - Introdução	12
2 - Objetivo	13
3 – Fundamentação teórica	14
4 – Conceito de automação	17
5 – Necessidades do funcionamento	18
6 – Operação da prensa	19
7 – Projeto gráfico 3D	21
8 – Substituição da força	23
9 – Saúde e segurança	26
10 – Qualidade da produção	27
11 – Componentes, instalação e custo	29
12 – Conclusão	31
13 – Recomendação para trabalhos futuros	32
14 - Referências Bibliográficas	33

1- INTRODUÇÃO

A evolução industrial durante os séculos tem sido marcada por constantes inovações tecnológicas, das primeiras prensas manuais à implementação dos sistemas automatizados complexos. No contexto brasileiro, a indústria enfrentou diversos obstáculos desde o início do século XX, sendo a mecanização e a automação tópicos fundamentais para aumentar a produtividade, padronizar a qualidade dos produtos e reduzir o esforço humano. Entre os equipamentos que desempenharam papel central na industrialização, destacam-se as prensas de fricção, responsáveis por moldar materiais metálicos com elevada precisão e força de impacto.

A prensa de fricção Mecânica Gráfica de 270 toneladas, fabricada em 1958, representa um marco histórico na indústria nacional, oferecendo alta produtividade em comparação aos equipamentos contemporâneos de sua época. Entretanto, apesar de sua robustez e relevância, este tipo de maquinário permaneceu estático tecnologicamente, exigindo elevado esforço físico dos operadores e apresentando limitações quanto à padronização e qualidade das peças produzidas.

Diante desse cenário, surge a necessidade de modernizar o equipamento por meio da automação, permitindo substituir o esforço manual do operador por sistemas mecânicos e eletropneumáticos controlados, garantindo mais eficiência, segurança e padronização no processo produtivo. Este trabalho propõe a construção e a implementação de sistemas de automação para a prensa de fricção, envolvendo o dimensionamento e instalação de pistão pneumático, válvulas eletropneumáticas, reguladores de fluxo e instrumentos de acionamento seguros, integrados de maneira que otimize o desempenho do maquinário e minimize riscos ocupacionais.

O presente estudo busca, portanto, apresentar o desenvolvimento, instalação e testes do sistema automatizado, destacando seus impactos na produtividade, qualidade da produção e as condições de trabalho, bem como discutir o potencial de aplicações futuras em outras prensas ou equipamentos similares. A proposta reforça o conceito de automação como ferramenta de atualização tecnológica de máquinas históricas, promovendo eficiência operacional, segurança industrial e sustentabilidade do processo produtivo.

2- OBJETIVO

O presente trabalho de automação tem como objetivo facilitar a operação de máquina pelos colaboradores do setor industrial, tornando-a menos desgastante fisicamente. Como a velocidade de reação e a força aplicada variam a cada ciclo quando dependem do esforço humano, a automação permite a padronização desses parâmetros e substituição do esforço manual. Desta forma, reduz-se o desgaste físico e aumenta-se a eficiência mecânica do sistema.

Após a operação padronizada, além de mais rápida a produção, também é possível aplicar maior qualidade as peças produzidas e mais segurança ao processo. Por se tratar de um sistema simples, é implicado apenas um baixo investimento inicial para a empresa, assim como os custos para manutenção e o período de ajuste no *setup* da máquina. Como resultado, há retornos qualitativos visíveis e rápido reembolso, contribuindo para a fluidez da produção.

3 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No século XX, o Brasil vinha de um forte abalo econômico causado pela proclamação da república no século anterior, iniciando-se, assim, uma forte recuperação econômica, na qual os principais responsáveis seriam a agricultura e a indústria. No início deste século, ocorreu um feito extremamente relevante para a área industrial, atingindo diretamente o Brasil: a Segunda Revolução Industrial, que deu início a indústria 2.0, marcada pela chegada da energia elétrica, pelas linhas de produção e pela produção em massa. Após a produção em massa instaurada, o serviço braçal/manual não atendia o mercado, e as máquinas a vapor tornaram-se obsoletas, dando início a criação do novo maquinário, movimentado e operado através da energia elétrica. Um exemplo representativo desse maquinário é a prensa de fricção.

As prensas foram criadas em meados de 1450, na Alemanha, utilizando blocos de madeira e grande esforço manual para estampar materiais da época. Com diversas atualizações ao longo dos anos, em meados de 1950 foi produzida a primeira prensa de fricção, na qual a fricção é utilizada para acelerar ou frear a massa de impacto, enquanto o motor elétrico permanece operando a prensa em mesma velocidade.

Para operar este maquinário e permitir que o eixo com fricção atinja o volante esquerdo acelerando a massa ou o volante direito freando-a, foi criado um sistema de alavancas baseado em princípios mecânicos, que funciona de forma eficiente e leve em pequenas prensas; entretanto, quanto melhor o potencial do maquinário, maior a força exigida pelas alavancas. Com o desenvolvimento da época, máquinas cada vez maiores foram criadas, chegando, em 1958, à prensa de fricção com força de impacto de 270 toneladas, produzida pela Mecânica Gráfica, conforme ilustrado na figura 1. Esse maquinário foi considerado revolucionário para a época, considerando que os concorrentes criavam prensas com força de impacto que variavam de 40 a 80 toneladas.

A prensa Mecânica Gráfica de 270 toneladas era movimentada e operada pelo mesmo princípio de alavanca, exigindo enorme esforço físico, mas isso não foi considerado um problema naquele período.

Figura 01 – Prensa de fricção Mecânica Gráfica 1958



Fonte: Autoria própria, 2025

Com o passar dos anos chegou-se à década de 1970, marcada pela a Terceira Revolução Industrial, ou indústria 3.0, impulsionada pelos avanços tecnológicos da época que transformaram processos analógicos em digitais, introduzindo máquinas programáveis nas indústrias, futuramente denominadas robôs.

No século XXI, mais precisamente em 2013, iniciou-se a Quarta Revolução Industrial, indústria 4.0, caracterizada pelo avanço tecnológico e pela automação industrial, visando a ampliação da produção sem afetar a qualidade dos produtos. Atualmente, caminha-se para a Quinta Revolução Industrial, que integrará automação e desenvolvimento tecnológico com inteligência e força humana.

Considerando todo esse avanço tecnológico industrial, a prensa de fricção, embora revolucionária para a época de sua criação, não acompanhou a atualização das indústrias. No entanto, muitos proprietários mantiveram esse maquinário em funcionamento até os dias atuais, exigindo grande esforço físico e movimentos repetitivos dos operadores.

Com a proposta de automação, pretende-se atualizar esse maquinário de forma a melhorar a operação, aumentar a produção, padronizar a qualidade das peças e proporcionar melhores condições de trabalho aos colaboradores, reduzindo assim os riscos das doenças ocupacionais.

4 - CONCEITO DE AUTOMAÇÃO

Atualmente, vive-se em uma era marcada pela globalização e pela indústria 4.0, na qual a automação, tanto industrial quanto residencial, tornou-se algo comum e indispensável. Nesse contexto, em concordância com Luiz Carlos Reis (2022) a ênfase está no desenvolvimento de novas tecnologias e construção de sistemas de controle voltados à melhoria de processos cotidianos. O principal objetivo é aprimorar a produtividade e reduzir o desgaste físico, substituindo a intervenção humana em tarefas manuais por sistemas automatizados.

Como afirma Marcus Vinicius Rodrigues, é fundamental estar em constante atualização, pois a tecnologia evolui e as mudanças ocorrem rapidamente:

“[...] passamos pela era da automação como um raio e, sem pedir licença, entramos na quarta fase da Revolução Industrial: a era da sustentabilidade [...]” (RODRIGUES, 2019).

O conceito de sustentabilidade está diretamente relacionado à capacidade de sustentar processos e sistemas com o passar do tempo, atendendo às necessidades presentes sem impactar na possibilidade de as gerações futuras satisfazerem suas próprias demandas.

Qualquer forma de automação, quando bem aplicada, traz resultados positivos à sociedade, pois facilita e torna menos árduas as tarefas do dia a dia. Segundo Bill Gates,

“[...] a primeira regra de qualquer tecnologia utilizada nos negócios é que a automação empregada a uma operação eficiente, aumentará a eficiência [...]” (GATES, 2018).

5 - NECESSIDADES DO FUNCIONAMENTO

O funcionamento ideal deste maquinário baseia-se na substituição do esforço humano pelo esforço mecânico, reduzindo o desgaste físico do operador e garantindo o pleno desempenho da prensa de fricção. Essa substituição visa não apenas preservar a integridade do trabalhador, mas também melhorar a eficiência da produção e a qualidade de peças fabricadas, assegurando maior padronização e precisão durante o processo.

Para alcançar os resultados, foram desenvolvidos e incorporados sistemas capazes de suprir às principais demandas do equipamento. A substituição do esforço humano foi viabilizada pela utilização de um pistão pneumático, alimentado por uma unidade de ar comprimido e operado por meio do sistema bimanual que aciona uma eletroválvula. Esse conjunto permite maior rapidez e precisão nos movimentos, resultando em ciclos mais curtos e, conseqüentemente, maior produtividade.

Além disso, a qualidade das peças foi um ponto crítico de melhoria. Anteriormente, a força aplicada variava conforme a fadiga e o vigor físico do operador, o que comprometia a uniformidade dos resultados. Com a implementação da automação, foi adicionada uma válvula de fluxo ao avanço do pistão, possibilitando o ajuste preciso da força aplicada de acordo com a peça a ser produzida. Dessa forma, independentemente do operador, a pressão exercida será constante e controlada, assegurando repetibilidade e excelência na produção.

Essa adaptação proporciona um melhor ambiente de trabalho, mais ergonômico e seguro, eliminando riscos de sobrecarga física e reduzindo o índice de falhas humanas. Assim, a automação da prensa de fricção representa não apenas um avanço tecnológico, mas uma elevada melhoria nas condições operacionais e também na qualidade final do produto.

6 - OPERAÇÃO DA PRENSA

O princípio de funcionamento da prensa de fricção Mecânica Gráfica de 270 toneladas baseia-se em um motor elétrico trifásico de 380V corrente alternada. Ao ser acionado, o motor transmite movimento por meio de correias que giram uma polia localizada na parte superior da máquina, essa polia está acoplada ao carretel da prensa, o qual é composto por dois volantes verticais que giram no mesmo sentido e com a mesma velocidade, e por um terceiro volante posicionado horizontalmente entre eles. Nesse volante horizontal encontra-se um eixo roscado que, em sua extremidade, sustenta a massa de impacto denominada cabeçote. Acoplado ao cabeçote está o martelo responsável por golpear o molde, conferindo forma ao material prensado.

Todo esse sistema é sustentado por um chassi robusto, fabricado em ferro fundido, conforme mostrado na Figura 2. Somando-se a estrutura e o conjunto de volantes, a máquina atinge uma altura superior a 4000 mm (4 metros), o que demonstra sua imponência e capacidade de operação pesada.

Figura 02 – Prensa de fricção Mecânica Gráfica 270 toneladas



Fonte: Autoria própria, 2025

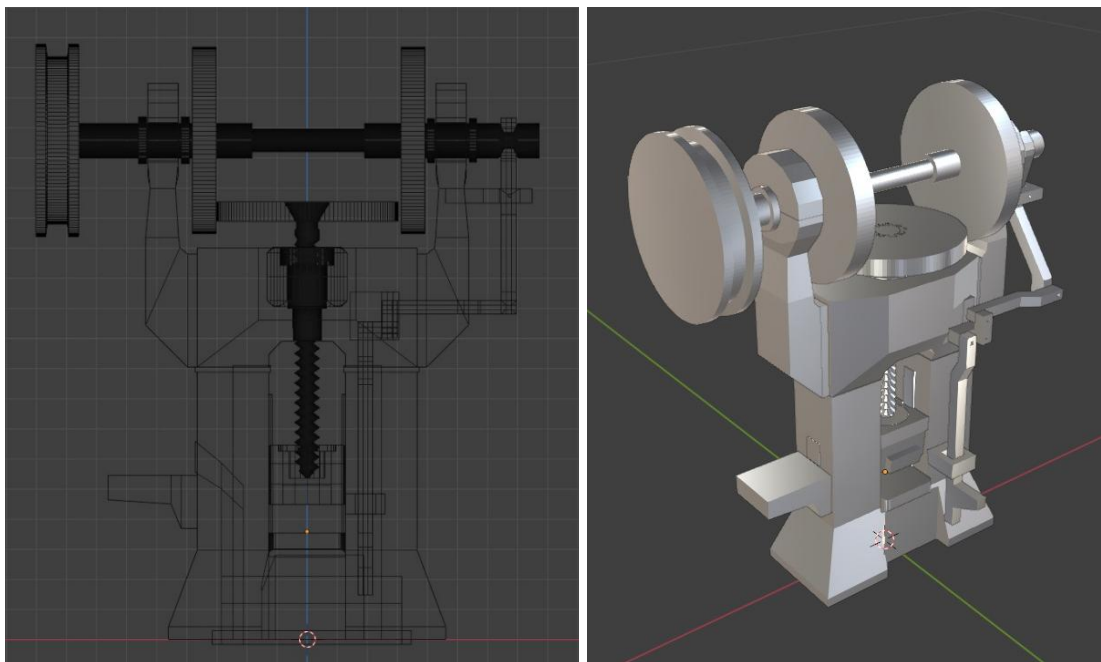
O movimento de subida e descida do cabeçote é controlado manualmente pelo operador. No lado oposto à polia localiza-se o braço de movimentação do carretel, que está conectado à alavanca de comando da prensa. Ao acionar a alavanca para cima ou para baixo, o carretel se desloca lateralmente, movimentando-se para a esquerda ou para a direita. Esse pequeno deslocamento faz com que o volante horizontal encoste nos volantes verticais, transmitindo o movimento necessário para que o cabeçote suba ou desça.

Embora ambos os volantes verticais do carretel girem no mesmo sentido, o contato dinâmico entre o volante horizontal e o vertical da esquerda, quando a alavanca é levantada, faz com que o cabeçote se eleve. Entre o cabeçote e o molde há um espaço destinado ao posicionamento da matéria-prima. Após o correto posicionamento, ao abaixar a alavanca, o contato entre o volante horizontal e o vertical da direita faz o cabeçote descer com uma força de impacto de até 270 toneladas em sua configuração máxima, garantindo conformação precisa da peça metálica.

7 - PROJETO GRÁFICO 3D

Antes de a prensa de fricção retornar à produção, foi desenvolvido um projeto gráfico com modelagem tridimensional baseado em sua estrutura original, conforme ilustrado na figura 3. O objetivo desse projeto foi criar um protótipo digital capaz de identificar com precisão a totalidade de componentes do maquinário, suas respectivas funções e o modo de operação do sistema em pleno funcionamento. Dessa forma, tornou-se possível compreender até que ponto a automação interfere na dinâmica da prensa e quais resultados práticos essa modificação proporciona, tanto no desempenho da máquina quanto na qualidade da produção.

Figura 03 – Projeto gráfico prensa de fricção



Fonte: Autoria própria, 2025

Após a elaboração do modelo tridimensional da prensa, procedeu-se com o planejamento e construção do sistema de automação a ser implementado. Para essa etapa, utilizou-se o software FluidSIM, no qual foram realizadas diversas simulações até se determinar o método mais eficiente de aplicação. Dentro desse ambiente

virtual, foram testados o substituto da força humana — representado pelo pistão pneumático — e o sistema de segurança destinado à proteção do operador, o conjunto de botões bimanual. Também foram analisados o comportamento e compatibilidade dos demais componentes do circuito automatizado, assegurando um funcionamento linear, sincronizado e confiável, reduzindo consideravelmente o risco de erros durante a implementação real do projeto.

8 - SUBSTITUIÇÃO DE FORÇA

Para substituir a força aplicada na alavanca pelo operador, foi implementado um pistão pneumático de dupla ação, equipado com um êmbolo de 100 mm de diâmetro, capaz de gerar uma força de aproximadamente 470 kgf sob uma pressão de até 6 bar, fornecida por uma unidade compressora de ar Kaeser. O comprimento máximo do êmbolo é de 200 mm, medida ideal para o curto movimento existente entre o carretel e o volante horizontal da prensa.

O posicionamento do pistão foi definido no poço da máquina, de modo que atendesse o ângulo de 90°, garantindo o acionamento ideal. Contudo, o pistão, nas proporções ideais para atender a força desejada, não alcançava o ponto onde anteriormente se localizava a alavanca. Para resolver essa limitação, foi necessário projetar e construir uma base de fixação e uma prótese de extensão do êmbolo, conforme ilustrado na figura 4. Durante o desenvolvimento e a criação desses componentes, foram aplicados conhecimentos práticos de solda e usinagem industrial, reforçando o aprendizado técnico adquirido ao longo do projeto.

Figura 04 – Pistão pneumático com base e prótese no êmbolo



Fonte: Autoria própria, 2025

O acionamento do pistão inicia-se pela unidade de ar Kaeser, que envia o ar comprimido para o lubrificador, dispositivo responsável pela regulação e lubrificação do sistema. O lubrificador recebe uma pressão máxima de cerca de 150 psi (equivalente a 10 bar) e a reduz para 6 bar, valor ideal que proporciona o funcionamento seguro do conjunto pneumático. Na saída do lubrificador, está acoplada uma válvula solenoide 5/2 vias, acionada eletronicamente. Essa eletroválvula tem a função de direcionar o fluxo de ar: quando o ar é enviado para a base do pistão, ocorre o avanço do êmbolo; quando é enviado para o topo, ocorre o recuo.

A linha de recuo está conectada diretamente da eletroválvula ao pistão por meio de uma mangueira de ½ polegada, enquanto a linha de avanço utiliza o mesmo diâmetro, porém conta com uma válvula reguladora de fluxo, que permite ajustar a velocidade e força aplicada pelo cabeçote sobre o molde da prensa, conforme demonstrado na figura 5.

Figura 05 – Pistão pneumático instalado no poço da prensa



Fonte: Autoria própria, 2025

Para o acionamento da eletroválvula, foi instalado um pedal elétrico, alimentado por uma fonte de energia de 127 V, tensão compatível com o componente. Como o

pedal é acionado com o pé do colaborador, e visando eliminar qualquer risco de acidente envolvendo as mãos do operador, foram incluídas duas botoeiras de pulso, sistema bimanual, entre o circuito do pedal e a fonte de alimentação. Essas botoeiras foram posicionadas em locais seguros e afastados da prensa, com distância suficiente entre si para impedir o acionamento simultâneo com uma única mão.

Ambas as botoeiras estão conectadas a um módulo programável, este executa papel de chave para liberar energia da fonte para a válvula, somente após o acionamento das duas. Dessa forma, o pedal somente entra em funcionamento quando ambas as botoeiras são pressionadas simultaneamente, garantindo total segurança durante a operação. Quando o pedal é acionado, ele libera corrente elétrica para a válvula, cujo eletroímã atrai o piloto interno, permitindo a passagem do ar comprimido para o avanço do pistão e, conseqüentemente, a descida do cabeçote da prensa. Ao liberar o pedal, o eletroímã repele o piloto à posição inicial, redirecionando o ar comprimido para o recuo do pistão, o que eleva novamente o cabeçote e encerra a produção de uma peça.

9 - SAÚDE E SEGURANÇA

A principal motivação para desenvolvimento de uma automação neste maquinário, originou-se na questão de saúde dos colaboradores, ao evitar movimentos repetitivos e pesados como neste caso, evita-se conseqüentemente doenças ocupacionais, mantendo o rigor físico dos colaboradores e resultando em retornos diretos e indiretos para a empresa.

Porém com a automação da prensa Mecânica Gráfica, cria-se lacunas onde permite o funcionamento do maquinário fora do ciclo correto, por conta de distrações ou erros humanos. Afim de inibir essas falhas e preencher essas lacunas, junto ao sistema pneumático, foi implementado um sistema bimanual.

A composição do sistema bimanual é simples e funcional, são 2 botoeiras, 1 led, 3 resistores e 1 módulo programável, que estão acoplados entre a fonte de energia e o pedal de acionamento da eletroválvula. A fonte de energia alimenta o módulo, que só permite a passagem de energia ao pedal após o acionamento mutuo das 2 botoeiras, esse estágio é sinalizado com o acender do led, significando que o pedal está alimentado e pronto para guiar o pistão através da eletroválvula.

Todo esse sistema é pensado para evitar sobrecarga ao colaborador e permitir que ganhe praticidade com saúde e segurança, resultando em produtividade e reconhecimento para a indústria, sem os nocivos processos judiciais por acidente de trabalho ou doenças ocupacionais.

10 - QUALIDADE DA PRODUÇÃO

O tópico da qualidade foi o segundo principal fator que motivou a automação deste maquinário, pois, se após a automação as peças produzidas pela prensa não atingissem os parâmetros de qualidade estabelecidos, todo o projeto perderia sua finalidade. Felizmente, o resultado obtido foi o oposto, comprovando que a automação trouxe ganhos significativos tanto em precisão quanto em padronização.

Antes da automação, durante as produções realizadas manualmente, o operador precisava aplicar uma força considerável na alavanca para garantir que as peças apresentassem boa conformação. No entanto, conforme a produção avançava, era perceptível a diferença entre as peças fabricadas. Após um curto período de operação, começaram a surgir peças reprovadas devido às variações de impacto e deformação.

Essa inconsistência era causada pelo fato de que o ser humano não consegue reproduzir exatamente a mesma força em ciclos repetitivos. Pequenas variações ocorrem naturalmente a cada acionamento, e essas diferenças se intensificam com a fadiga do operador, decorrendo em uma dispersão significativa na qualidade dimensional e estética das peças. Com o passar do tempo, a quantidade de não conformidades aumentava, levando à reprovação de peças produzidas, como demonstrado na figura 6.

Figura 06 – Peças com variação e reprovadas



Fonte: Autoria própria, 2025

Após a construção e instalação completa do sistema de automação, iniciou-se a etapa de *setup* da máquina, na qual cada detalhe foi cuidadosamente ajustado, definindo-se parâmetros específicos para o tipo de peça a ser produzido. Concluído o *setup*, a prensa estava pronta para operar de forma totalmente automatizada, produzindo peças padronizadas e de alta repetibilidade, que superaram as expectativas do controle de qualidade.

Com a definição e padronização dos parâmetros operacionais, o sistema automatizado — diferentemente da operação manual — é capaz de reproduzir perfeitamente cada ciclo de prensagem, garantindo que todas as peças sejam idênticas e simétricas, conforme apresentado na figura 7. O resultado foi a aprovação total e contínua dos lotes produzidos, demonstrando o sucesso da automação em eficiência produtiva e qualidade do produto final.

Figura 07 – Peças padronizadas e aprovadas



Fonte: Autoria própria, 2025

11 - COMPONENTES, INSTALAÇÃO E CUSTO

Os materiais utilizados na automação deste maquinário foram: pistão de dupla ação, lubrificante, válvula eletro solenoide, válvula de fluxo, duas botoeiras de pulso e pedal de acionamento, além da unidade de ar comprimido Kaeser e das mangueiras e conexões pneumáticas. Esses elementos são de fácil aquisição, podendo ser encontrados em lojas físicas ou plataformas digitais especializadas em automação industrial. Todos foram selecionados de forma a atender às exigências específicas deste projeto, garantindo compatibilidade operacional e a segurança.

É importante destacar que cada projeto de automação possui particularidades próprias, exigindo adaptações ou modificações específicas. No caso desta prensa, por exemplo, foi necessária a construção de uma base de fixação para o pistão e de uma prótese de extensão do êmbolo, itens desenvolvidos manualmente com os materiais disponíveis na própria indústria. Por se tratarem de componentes customizados e exclusivos deste projeto, não foi possível atribuir custos comerciais ou especificações técnicas precisas a essas peças.

A instalação e montagem dos componentes pode ser realizada por um ou mais profissionais capacitados. Idealmente, a equipe responsável deve incluir um colaborador que compreenda integralmente o funcionamento da máquina e outro com conhecimentos técnicos nas áreas mecânica, elétrica e pneumática (mecatrônica). Caso um único profissional possua domínio sobre todas essas áreas, a automação pode ser realizada individualmente, já que a acomodação física dos itens não requer grande esforço físico e o sistema é de fácil integração.

O custo total estimado para a execução deste projeto foi de R\$ 1.502,50, conforme demonstrado no Quadro 1.

Quadro 1 – Valores dos componentes utilizados

Componentes	Valores
Pistão	R\$ 749,90
Lubrificador	R\$ 120,00
Eletroválvula	R\$ 81,90
Válvula de fluxo	R\$ 21,20
Botoeiras	R\$ 32,00
Pedal	R\$ 105,00
Mangueiras	R\$ 173,50
Conexões	R\$ 219,00
Total:	R\$ 1.502,50

Fonte: Autoria própria, 2025

É importante ressaltar que este valor — um mil, quinhentos e dois reais e cinquenta centavos — não inclui a aquisição da unidade de ar comprimido, a contratação de profissionais para instalação, nem o custo de construção das peças específicas (base e prótese do êmbolo), pois todos esses recursos já estavam disponíveis na indústria onde o projeto foi implementado. Além disso, tanto a matéria-prima quanto as ferramentas necessárias à confecção das partes complementares já faziam parte do acervo técnico da empresa.

Observa-se, portanto, que caso este projeto seja patrocinado por uma empresa especializada em automação industrial ou executado em uma indústria que possua mais de uma prensa semelhante, o custo torna-se ainda mais viável, considerando a redução do preço unitário dos componentes para aquisição em larga escala. Ademais, o investimento tende a ser recuperado em curto prazo, sendo que a automação proporciona melhora qualitativa nas peças produzidas, maior produtividade e redução de custos do processo.

12 - CONCLUSÃO

O desenvolvimento deste trabalho evidenciou a magnitude da automação no meio industrial e na modernização de maquinário histórico, como a prensa de fricção Mecânica Gráfica de 270 toneladas. A implementação da automação permitiu substituir o esforço manual do operador por mecanismos pneumáticos e eletrônicos, garantindo mais eficiência do maquinário, padronização das peças e redução significativa dos riscos ocupacionais.

Durante o projeto, foi possível constatar que a automação proporciona repetibilidade precisa em cada ciclo de produção, eliminando variações de força que antes comprometiam a qualidade das peças e geravam retrabalho. Além do mais, a integração de elementos como pistões pneumáticos, válvulas eletropneumáticas, reguladores de fluxo e sistemas de acionamento seguros mostrou-se eficiente, confiável e de fácil manutenção, oferecendo um baixo custo de implementação e operação, especialmente em relação aos ganhos obtidos em produtividade e segurança.

A aplicação prática deste sistema também destacou a flexibilidade da automação, permitindo ajustes finos conforme diferentes tipos de peças e necessidades de produção, além de reforçar a importância do conhecimento multidisciplinar nas áreas de mecânica, elétrica e pneumática. Observou-se ainda que melhorias futuras, como sistemas de posicionamento automático de matéria-prima e retirada das peças produzidas, têm potencial de aumentar a produção e reduzir o tempo de ciclo, ampliando os benefícios para a indústria.

Portanto, este estudo comprova que a atualização tecnológica de máquinas tradicionais não apenas prorroga sua vida útil, mas também resulta em ganhos expressivos em qualidade e eficiência com segurança, alinhando práticas industriais históricas às exigências da Indústria 4.0. Assim, o trabalho serve como referência para a modernização de outros equipamentos similares, evidenciando o valor da automação como ferramenta estratégica de produtividade e sustentabilidade industrial.

13 - RECOMENDAÇÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Além da automação já implementada no sistema de acionamento da prensa de fricção Mecânica Gráfica de 270 toneladas, com o objetivo de melhorar a produção, seria interessante desenvolver um sistema adicional capaz de remover automaticamente a peça produzida e alimentar o molde com a matéria-prima necessária para a próxima etapa.

Atualmente, o operador é responsável por retirar a peça formada e posicionar a nova carga de matéria-prima no molde. Com a automatização desse processo, haveria uma grande redução no tempo entre os ciclos de produção, diminuindo também, os riscos de acidentes e as perdas ocasionadas por falhas humanas. Essa melhoria resultaria, conseqüentemente, em um aumento considerável na eficiência e na capacidade produtiva do equipamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bau, Y. R. **Modernização na automação de uma prensa para fechamento de rolos de lixa**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2012.

Sortino, G. F. F. **Metodologia para aplicação de automação em equipamentos industriais hidráulicos de grande porte para melhoria da eficiência energética e ganhos de sustentabilidade**. Universidade de São Paulo, 2017.

Santos, M. L., Ribeiro, L. C., & Mendes, A. S. **História da automação industrial e sua importância na produção**. Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção. Fortaleza, 2015.

Universidade de Rio Verde. **Estudo da utilização das prensas no processo produtivo e os riscos inerentes à saúde do trabalhador**. Universidade de Rio Verde, 2015.

Nithya Priya, S., Tamilarasan, V., & Raj, E. G. **Automated pneumatic bearing press**. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, 2019.

Festo Brasil LTDA, **Vantagens do sistema pneumático**. www.festo.com/br/pt/e/sobre-a-festo/blog/in-practice/vantagens-do-sistema-pneumatico, 2014.

C.Reis, **Usinagem de Precisão**. www.c-reis.ind.br, 2022.

Vinicius, Marcos Rodrigues, **Citação Revolução Industrial**, www.pensador.com/frase/MjgwNjEwOQ/, 2019.

Gates, Bill. **Citação sobre Automação**, www.pensador.com/automacao, 2018.

Quero Automação, **O que é automação**. <https://www.queroautomacao.com.br>, 2019.