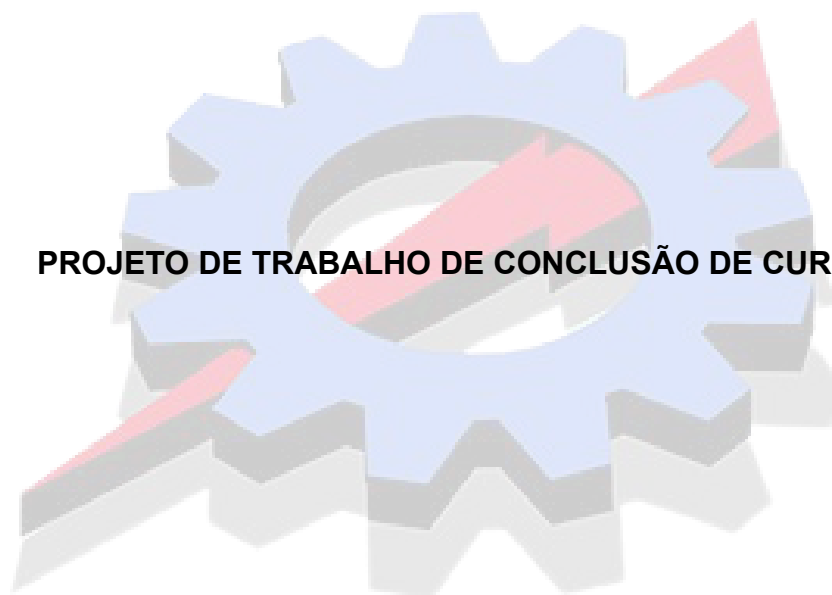


ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL FREDERICO GUILHERME SCHMIDT

TÉCNICO EM ELETROMECAÂNICA



PROJETO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO TÉCNICO

SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO COM GRAXA AUTOMATIZADO

**EDUARDA BENZ ANDRADE
IZADORA DE OLIVEIRA FERREIRA
LUIZ AFONSO DA SILVA**

SÃO LEOPOLDO

2025

**EDUARDA BENZ ANDRADE
IZADORA DE OLIVEIRA FERREIRA
LUIZ AFONSO DA SILVA**

SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO COM GRAXA AUTOMATIZADO

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso Técnico apresentado ao Curso de Eletromecânica da Escola Técnica Estadual Frederico Guilherme Schmidt como requisito para aprovação nas disciplinas do curso sob orientação do professor Adriano dos Santos e coorientação da professora Paula Regieli da Silva Madeira.

**SÃO LEOPOLDO
2025**

RESUMO

O presente projeto propõe o desenvolvimento de um protótipo de sistema de lubrificação automática por graxa destinado a máquinas industriais que operam por longos períodos. A proposta surge da necessidade de reduzir falhas mecânicas decorrentes da lubrificação manual inadequada, que aumentam o tempo de parada, geram desperdício de lubrificante e elevam os custos de manutenção corretiva. O sistema desenvolvido integra um microcontrolador Arduino Uno, motor de passo, parafuso de 6mm de rosca longa e graxeira, permitindo a aplicação precisa de graxa em intervalos programados e alertando automaticamente para a reposição do reservatório. A metodologia compreende o dimensionamento mecânico e elétrico, programação do Arduino, montagem do protótipo e realização de testes simulando condições reais de operação industrial. Espera-se que o sistema demonstre viabilidade técnica e econômica, reduzindo falhas, otimizando a produtividade, aumentando a vida útil dos equipamentos e minimizando impactos ambientais devido ao uso eficiente de lubrificantes. Além disso, o projeto oferece uma solução de baixo custo, compacta e de fácil implementação, contribuindo para a eficiência da manutenção industrial e servindo como referência para futuras pesquisas e aplicações no setor.

Palavras-chave: lubrificação automática; Arduino; motor de passo; manutenção industrial; automação.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Arduino Uno R3	15
Figura 2 – Motor De Passo 28byj-48	15
Figura 3 – Desenho do sistema de lubrificação	18
Figura 4 – Esquema elétrico do sistema de lubrificação	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estado da Arte do projeto Sistema de Lubrificação com Graxa Automatizado.	11
Tabela 2 – Cronograma de execução do projeto Sistema de Lubrificação com Graxa Automatizado.	22
Tabela 3 – Recursos utilizados no desenvolvimento do protótipo Sistema de Lubrificação com Graxa Automatizado.	23

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.
IoT	Internet of Things (<i>Internet das Coisas</i>)
LCD	Liquid Crystal Display (<i>Display de Cristal Líquido</i>)
I2C	Inter-Integrated Circuit (<i>Protocolo de Comunicação Serial</i>)
CI	Circuito Integrado
UNO	Placa Arduino Uno
M1	Conector de entrada (6 pinos)
U1	Arduino Uno
U2	CI 555 (Timer)
U3	Display LCD 16x2 (I2C)
BAT1	Fonte de alimentação (9V)

LISTA DE SÍMBOLOS

% – porcentagem	12
°C – grau Celsius	12
Ω – ohm (resistência elétrica)	20
A – ampere (corrente elétrica)	20
V – volt (tensão elétrica)	20
mm – milímetro.	23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO.....	9
1.2 PROBLEMA.....	9
1.3 OBJETIVOS.....	9
1.3.1 Objetivo Geral.....	9
1.3.2 Objetivos Específicos.....	9
1.4 JUSTIFICATIVA.....	10
2 ESTADO DA ARTE.....	11
2.1 ESTUDO DE UMA METODOLOGIA PARA A AUTOMATIZAÇÃO DO SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO DE UMA PERFILADEIRA.....	11
2.2 ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE LUBRIFICAÇÃO PARA MOAGEM DE CIMENTO EM UMA INDÚSTRIA CIMENTEIRA.....	11
2.3 UTILIZAÇÃO DA ANÁLISE DE ÓLEO LUBRIFICANTE COMO PARTE DO PROGRAMA DE MANUTENÇÃO PREDITIVA DE MÁQUINAS DE TRAÇÃO ENGRENADAS.....	12
2.4 COMO O TRABALHO SE DIFERENCIA.....	12
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
3.1 LUBRIFICAÇÃO EM SISTEMAS INDUSTRIAIS.....	13
3.2 LUBRIFICAÇÃO AUTOMÁTICA.....	13
3.3 AUTOMAÇÃO E INDÚSTRIA 4.0 NA MANUTENÇÃO.....	14
3.4 O USO DE MICROCONTROLADORES ARDUINO EM SISTEMAS AUTOMÁTICOS.....	14
3.5 MOTORES DE PASSO E SUA APLICAÇÃO.....	15
3.6 SUSTENTABILIDADE E IMPACTOS AMBIENTAIS DA LUBRIFICAÇÃO.....	15
4 METODOLOGIA.....	17
4.1 TIPO DE PESQUISA.....	17
4.2 DESENHO DO PROTÓTIPO.....	18
4.3 ESQUEMA ELÉTRICO.....	18
4.3.1 Componentes:.....	19
4.3.2 Descrição das Conexões:.....	19
4.4 PROGRAMAÇÃO.....	20
4.5 ENTREVISTA.....	20
5 CRONOGRAMA.....	22
6 RECURSOS.....	23
7 RESULTADOS ESPERADOS OU PARCIAIS.....	24
REFERÊNCIAS.....	26
ANEXOS.....	28
ANEXO A – ENTREVISTA REALIZADA NA EMPRESA STIHL FERRAMENTAS MOTORIZADAS LTDA.....	28

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o crescimento da automação industrial tem impulsionado a busca por soluções que reduzam a necessidade de intervenção humana em processos rotineiros nas fábricas. Um dos principais desafios enfrentados pela indústria é a manutenção adequada da lubrificação de sistemas mecânicos, essencial para garantir o funcionamento contínuo e eficiente das máquinas. A verificação manual e a aplicação de lubrificantes podem ser realizadas de forma inadequada, resultando em problemas sérios. A falta de lubrificação ou a aplicação imprópria de graxa pode levar a falhas mecânicas, aumentando o tempo de inatividade e os custos com manutenção corretiva. Conforme mencionado no *Manual Técnico da Lubrificação Industrial* (São Paulo: Editora Técnica Industrial, 2024), a lubrificação inadequada pode causar falhas prematuras dos equipamentos, paradas não planejadas e custos elevados de manutenção.

Diante desse cenário, propõe-se o desenvolvimento de um dispositivo aplicador de graxa que utiliza um Arduino (microcontrolador) para gerenciar o acionamento de um motor de passo, acoplado a um parafuso 6mm com rosca longa e conectado a uma graxeira. O sistema é projetado para realizar a aplicação automática e controlada de graxa, prevenindo falhas e otimizando o desempenho dos sistemas mecânicos.

Este trabalho pode contribuir significativamente para a manutenção industrial, proporcionando uma solução prática e eficiente para um problema comum, uma vez que a lubrificação preventiva aumenta o tempo de vida do maquinário, além de evitar desgastes e falhas mecânicas. Por fim, através deste trabalho, pretende-se aplicar e expandir conhecimentos técnicos, desenvolvendo uma solução que atende às necessidades reais do mercado, integrando-se com as modernas práticas de gerenciamento e controle automatizado da indústria.

1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO

Sistema de lubrificação automático por graxa que mantém as máquinas lubrificadas, prevenindo desgastes.

1.2 PROBLEMA

Será possível criar um sistema de lubrificação com graxa automatizado para máquinas industriais?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver um sistema de lubrificação com graxa automatizada para máquinas industriais, evitando a parada para lubrificação, poupando tempo do operador e aumentando a vida útil da máquina.

1.3.2 Objetivos Específicos

Aplicar o projeto na área industrial em máquinas que funcionam por longos períodos; acionado por um dispositivo temporizador que será definido pelo operador da máquina; sistema automático na indicação para reposição do reservatório de graxa; reduzir o tempo de parada da máquina para lubrificação; reduzir o tempo de trabalho da equipe de manutenção.

1.4 JUSTIFICATIVA

A manutenção adequada da lubrificação de sistemas mecânicos é crucial para garantir o funcionamento eficiente das máquinas. A falta de lubrificação ou a aplicação inadequada de graxa pode causar falhas mecânicas, aumentando o tempo de parada e custos de manutenção corretiva.

Esses problemas justificam o desenvolvimento de um dispositivo de lubrificação automática, que visa garantir a aplicação correta de graxa, prevenindo falhas e otimizando o desempenho dos sistemas mecânicos. O sistema será capaz

de aplicar a quantidade correta de graxa em intervalos regulares, eliminando erros humanos.

A realização desta pesquisa contribuirá para as soluções na manutenção industrial, proporcionando uma intervenção prática que pode reduzir os custos operacionais. A aplicação deste projeto, atende às necessidades reais do mercado industrial, oferecendo uma abordagem eficiente para a manutenção de sistemas mecânicos.

2 ESTADO DA ARTE

Pesquisa	Autoria	Ano de publicação
Estudo de uma metodologia para automatização do sistema de lubrificação de uma perfiladeira	Kevin Peixoto Abilio	2023
Elaboração de um plano de lubrificação para moagem de cimento em uma indústria cimenteira	Aisten Avelino de Ávila	2023
Utilização da análise de óleo lubrificante como parte do programa de manutenção preditiva de máquinas de tração engrenadas	Clara Maia de Carvalho	2021

Tabela 1 – Estado da Arte do projeto Sistema de Lubrificação com Graxa Automatizado.

Fonte: Os autores (2025).

2.1 ESTUDO DE UMA METODOLOGIA PARA A AUTOMATIZAÇÃO DO SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO DE UMA PERFILADEIRA

O trabalho apresenta o projeto de um sistema de lubrificação automatizado para máquinas perfiladeiras de telhas, visando otimizar a produção, reduzir paradas manuais, aumentar a segurança do operador e preservar os rolos da máquina. Inclui diagramas hidráulicos, pneumáticos, elétricos e a especificação de componentes para futura fabricação.

2.2 ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE LUBRIFICAÇÃO PARA MOAGEM DE CIMENTO EM UMA INDÚSTRIA CIMENTEIRA

O trabalho apresenta um plano de lubrificação para a moagem de cimento em uma indústria cimenteira, visando reduzir falhas, custos de reparo e aumentar a eficiência operacional. O estudo considera parâmetros como velocidade, temperatura, tipos de rolamentos e métodos de aplicação, definindo lubrificantes,

frequência e ferramentas adequadas. O plano promete prolongar a vida útil dos equipamentos e melhorar a confiabilidade do processo.

2.3 UTILIZAÇÃO DA ANÁLISE DE ÓLEO LUBRIFICANTE COMO PARTE DO PROGRAMA DE MANUTENÇÃO PREDITIVA DE MÁQUINAS DE TRAÇÃO ENGRENADAS

O trabalho trata da elaboração de um plano de manutenção preditiva para elevadores, com foco na análise de óleo lubrificante de máquinas de tração engrenadas. O objetivo é aumentar a disponibilidade e segurança do equipamento, reduzindo contratempos para os usuários. São descritos procedimentos para coleta e análise do óleo, além de um banco de dados e ferramentas de gestão para apoiar decisões técnicas. Por fim, apresenta um plano de manutenção claro, detalhado e de fácil implementação.

2.4 COMO O TRABALHO SE DIFERENCIA

Diferentemente dos trabalhos analisados que se concentram em planos de manutenção preditiva baseados em análise de óleo lubrificante ou na lubrificação de sistemas específicos como máquinas de tração e perfiladeiras, este projeto propõe uma solução inovadora e automatizada para a aplicação de graxa, voltada especificamente para sistemas mecânicos industriais. Enquanto os demais focam na coleta de dados para suporte à manutenção ou na especificação de sistemas para determinados segmentos da indústria, este trabalho se destaca por apresentar o desenvolvimento prático de um dispositivo automático controlado por microcontrolador, capaz de realizar a lubrificação de forma precisa, periódica e com mínima intervenção humana. Isso o torna uma solução mais versátil, autônoma e adaptável a diferentes tipos de máquinas, com potencial para integração em ambientes industriais altamente automatizados, atendendo diretamente à demanda por eficiência e redução de paradas operacionais.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 LUBRIFICAÇÃO EM SISTEMAS INDUSTRIAIS

A lubrificação é um dos processos mais relevantes na manutenção industrial, pois visa reduzir o atrito e o desgaste entre superfícies móveis de máquinas, assegurando maior eficiência operacional e vida útil dos equipamentos. Segundo Gresham e Totten (2017), a função principal do lubrificante é criar uma película que diminua o contato direto entre as superfícies metálicas, reduzindo o atrito, a geração de calor e a corrosão.

A aplicação correta de graxa é essencial, já que a falta de lubrificação pode levar a falhas prematuras, enquanto o excesso provoca desperdício e contaminação ambiental. De acordo com o *Manual Técnico da Lubrificação Industrial* (São Paulo: Editora Técnica Industrial, 2024), estima-se que mais de 40% das falhas mecânicas em equipamentos industriais estejam relacionadas a práticas inadequadas de lubrificação.

Assim, a automação desse processo apresenta-se como alternativa estratégica para reduzir custos e falhas operacionais, permitindo que a lubrificação ocorra em intervalos corretos e em quantidades precisas (Machado; Silva, 2020).

3.2 LUBRIFICAÇÃO AUTOMÁTICA

Os sistemas de lubrificação automática vêm sendo empregados em setores industriais que demandam alta confiabilidade, como mineração, siderurgia e cimenteiras. Esses sistemas têm a função de aplicar o lubrificante em pontos específicos sem a necessidade de intervenção manual frequente, reduzindo riscos de erro humano e garantindo maior padronização no processo (Lopes; Cavalcante, 2019).

Segundo Totten (2016), em *Handbook of Lubrication and Tribology* (New York: CRC Press, 2016), a lubrificação automática pode ser classificada em centralizada e descentralizada:

Centralizada: Utiliza um reservatório comum que distribui o lubrificante para múltiplos pontos de aplicação;

Descentralizada: Aplica graxa ou óleo em pontos individuais, normalmente com dispositivos eletromecânicos compactos.

O protótipo proposto neste projeto enquadra-se no segundo modelo, sendo compacto, de baixo custo e aplicável em diferentes tipos de máquinas.

3.3 AUTOMAÇÃO E INDÚSTRIA 4.0 NA MANUTENÇÃO

A manutenção industrial tem passado por uma transformação significativa com a chegada da Indústria 4.0, marcada pelo uso de tecnologias como Internet das Coisas (IoT), sensores inteligentes e sistemas de monitoramento remoto. De acordo com Silva e Monteiro (2021), em *Revista Brasileira de Engenharia Industrial* (São Paulo: ABENGE, 2021), a automação aplicada à manutenção preventiva reduz paradas não planejadas e amplia a eficiência produtiva.

A integração de microcontroladores, como o Arduino, permite desenvolver soluções de baixo custo, flexíveis e programáveis, alinhadas aos conceitos de manutenção preditiva e preventiva (Oliveira; Freitas, 2022). Dessa forma, o sistema de lubrificação automática desenvolvido neste projeto pode ser visto como uma aplicação prática dos princípios da Indústria 4.0 no contexto da manutenção industrial.

3.4 O USO DE MICROCONTROLADORES ARDUINO EM SISTEMAS AUTOMÁTICOS

O Arduino Uno é um dos microcontroladores mais utilizados em projetos de automação acadêmicos e industriais devido ao seu baixo custo, facilidade de programação e ampla comunidade de suporte. Conforme Banzi e Shiloh (2015), em *Getting Started with Arduino* (San Francisco: Maker Media, 2015), o Arduino

possibilita o controle preciso de motores, sensores e atuadores, permitindo a prototipagem rápida de sistemas eletrônicos e mecatrônicos.

Na área de manutenção, pesquisas recentes têm demonstrado a viabilidade do uso do Arduino em sistemas de monitoramento de vibração, temperatura e lubrificação (Almeida et al., 2021). No caso deste trabalho, o microcontrolador será responsável por acionar o motor de passo, programar intervalos de lubrificação e alertar o operador sobre a reposição da graxa.

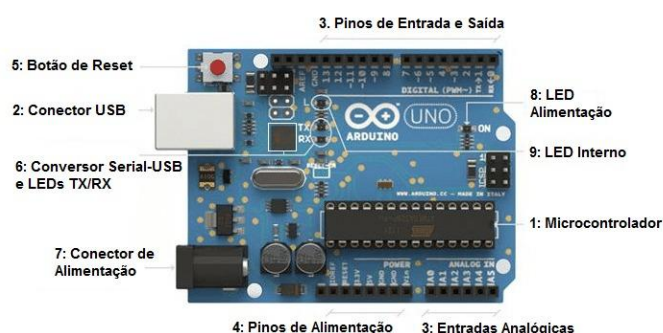


Figura 1- Arduino Uno R3

Fonte: Vida de Silício(2021)

3.5 MOTORES DE PASSO E SUA APLICAÇÃO

O motor de passo é um atuador eletromecânico capaz de converter pulsos elétricos em movimentos mecânicos angulares de forma precisa. Sua principal vantagem em sistemas automatizados é o controle de posição sem necessidade de sensores adicionais, o que garante simplicidade e confiabilidade. Segundo Fitzgerald, Kingsley e Umans (2013), em *Máquinas Elétricas* (São Paulo: Bookman, 2013), esses motores são amplamente empregados em sistemas que exigem precisão de movimento.

A aplicação desse tipo de motor em sistemas de lubrificação automática é justificada pela necessidade de movimentação linear controlada. Acoplado a um parafuso 6mm de rosca longa, o motor de passo permite controlar com exatidão a quantidade de graxa deslocada até a graxeira.



Figura 2- Motor De Passo 28byj-48

Fonte: Blog da Robótica(2022)

3.6 SUSTENTABILIDADE E IMPACTOS AMBIENTAIS DA LUBRIFICAÇÃO

A preocupação ambiental é um aspecto cada vez mais relevante na indústria. O descarte inadequado de lubrificantes pode causar sérios impactos ambientais, como a contaminação do solo e da água. Segundo a *Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis* (Rio de Janeiro: ANP, 2020), 1 litro de óleo ou graxa descartado incorretamente pode contaminar até 1 milhão de litros de água.

Portanto, sistemas automáticos que regulam a quantidade de lubrificante aplicada contribuem diretamente para a sustentabilidade industrial, ao reduzir desperdícios e minimizar a geração de resíduos (Souza; Lima, 2021).

4 METODOLOGIA

4.1 TIPO DE PESQUISA

Este projeto de desenvolvimento do sistema de lubrificação com graxa automatizado caracteriza-se por uma pesquisa de abordagem quali-quantitativa, pois envolve tanto a análise técnica quantitativa dos componentes eletrônicos e mecânicos quanto à avaliação qualitativa da aplicabilidade e eficiência do sistema em ambiente industrial.

Quanto aos objetivos, trata-se de uma pesquisa exploratória e descritiva. A pesquisa exploratória visa compreender as necessidades e desafios relacionados à lubrificação automática em máquinas industriais, identificando as melhores soluções técnicas para o desenvolvimento do protótipo. Já a pesquisa descritiva tem como finalidade detalhar o funcionamento do sistema, suas características técnicas, e os resultados obtidos durante os testes, descrevendo o desempenho e as vantagens da automação da lubrificação por graxa.

A coleta de dados foi realizada por meio de entrevistas com técnicos e professores da área, permitindo a obtenção de diferentes perspectivas práticas e acadêmicas sobre os problemas enfrentados na lubrificação de máquinas industriais. Essa abordagem proporciona uma compreensão mais ampla e realista das necessidades do setor, contribuindo diretamente para o desenvolvimento de uma solução viável e eficiente.

4.2 DESENHO DO PROTÓTIPO

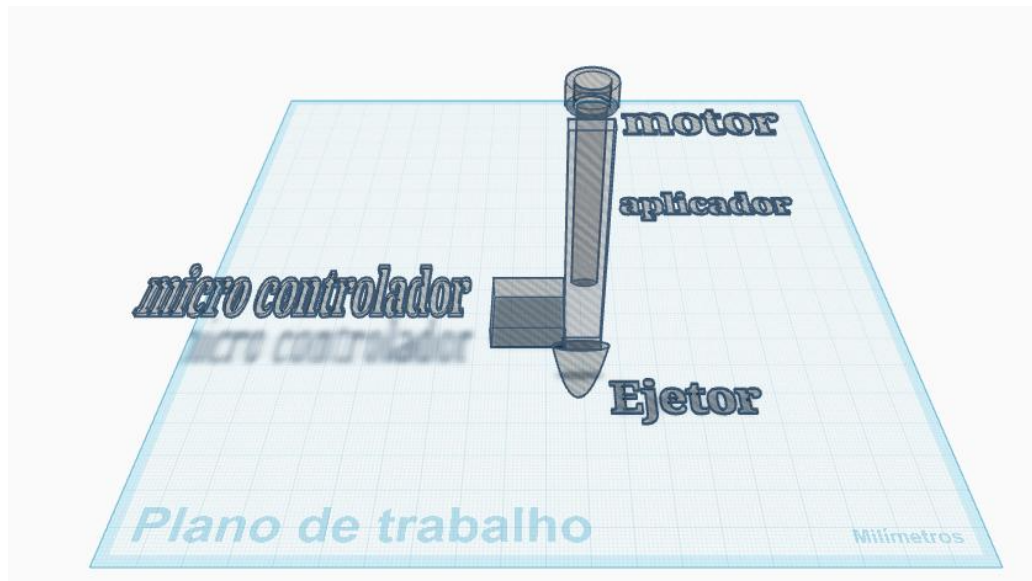


Figura 3 - Desenho do sistema de lubrificação

Fonte: Os autores (2025)

O modelo 3D mostra o motor de passo montado verticalmente, com o parafuso de rosca longa acoplado em seu eixo. O movimento rotativo do motor transmite-se ao parafuso, que empurra a graxa para o aplicador (graxeira), que libera a graxa no ponto de lubrificação. O microcontrolador Arduino, posicionado lateralmente, gerencia todo o processo por meio da programação eletrônica, garantindo o funcionamento automático e periódico do sistema.

4.3 ESQUEMA ELÉTRICO

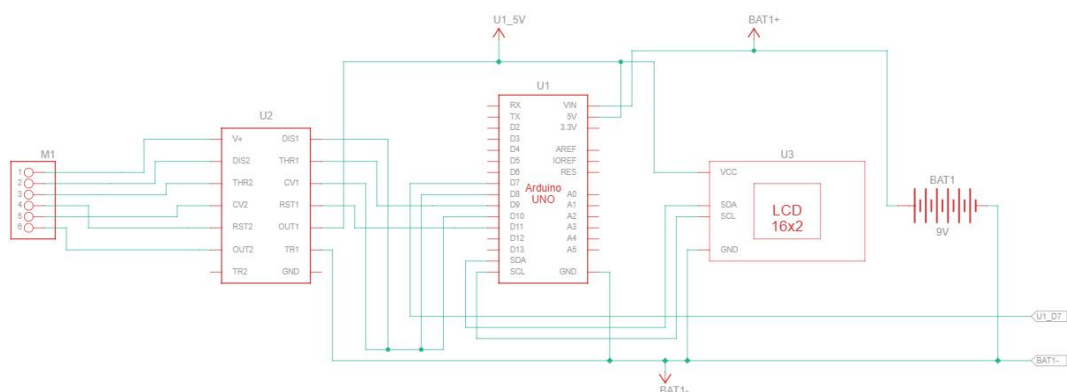


Figura 4 - Esquema elétrico do sistema de lubrificação

Fonte: Os autores (2025)

O sistema elétrico apresenta:

4.3.1 Componentes:

- M1: Conector de entrada (com 6 pinos)
- U2: CI 555 (Timer)
- U1: Arduino UNO
- U3: Display LCD 16x2 (I2C)
- BAT1: Fonte de alimentação (9V)
- Linhas de alimentação de 5V e GND

4.3.2 Descrição das Conexões:

- Conector M1 (6 pinos):
- Pino 1 → DIS1 (U2)
- Pino 2 → TRIG1 (U2)
- Pino 3 → Controle ligado a sinais do Arduino (U1)
- Pino 4 → Controle ligado a sinais do Arduino (U1)
- Pino 5 → Controle ligado a sinais do Arduino (U1)
- Pino 6 → Controle ligado a sinais do Arduino (U1)
- CI 555 (U2):
- V+ → Fonte 5V (U1_5V)
- DIS1 → pino 1 do M1
- THRS → pino 2 do M1
- CV1 → ligado ao Arduino
- RST2 → conectado ao Arduino
- OUT1 → conectado a pinos digitais do Arduino (U1)
- TR1 → pino 6 do M1
- GND → terra (BAT1-)
- Arduino UNO (U1):
- RX, TX, D2–D13, A0–A5 → diversas conexões com M1, U2 e U3
- Vin → Fonte 5V (U1_5V)
- 5V → Fonte 5V (U1_5V)
- 3.3V → Consumo interno
- GND → terra (BAT1-)

- Display LCD 16x2 (U3):
- VCC → Fonte 5V (U1_5V)
- SDA, SCL → Conectados aos pinos SDA e SCL do Arduino (U1)
- GND → terra (BAT1-)
- Fonte BAT1:
- 9V → Alimenta o circuito (pinos Vin da placa Arduino e VCC do LCD)
- Terra → Ponto de referência comum (BAT1-)

4.4 PROGRAMAÇÃO

A programação feita no Arduino serve para que o sistema trabalhe sozinho, sem precisar da intervenção constante de um operador. O funcionamento pode ser entendido assim:

- O sistema é ligado e mostra no visor que está pronto para funcionar.
- O Arduino conta o tempo e, quando chega no intervalo definido, ele manda o motor girar.
- O motor, ao girar, empurra a graxa pelo parafuso até a graxeira, aplicando a quantidade necessária no equipamento.
- Ao mesmo tempo, o programa verifica se ainda há graxa no reservatório. Caso esteja acabando, aparece no visor o aviso para repor.
- Durante todo o processo, o display informa se o sistema está funcionando normalmente, se está lubrificando ou se precisa de manutenção.

Simplificando, a programação faz três coisas principais: controla o tempo, aciona o motor para aplicar a graxa e avisa o operador sobre o estado do sistema.

4.5 ENTREVISTA

O presente projeto contou com uma pesquisa de campo na empresa STIHL Ferramentas Motorizadas Ltda, localizada em São Leopoldo, com o objetivo de conhecer de forma prática os processos produtivos e de manutenção utilizados na indústria. Como público-alvo da pesquisa, foram observados e entrevistados

profissionais que atuam diretamente nas operações de produção e manutenção, como operadores de máquinas e técnicos de manutenção da empresa. A visita teve como finalidade identificar os tipos de máquinas utilizadas, os processos de lubrificação e manutenção, além de compreender como os procedimentos são aplicados na prática. Durante a pesquisa, foram destacados pontos importantes sobre a utilização de graxas e óleos em diferentes equipamentos, bem como a organização dos setores de manutenção. As informações completas obtidas durante a visita encontram-se descritas no Anexo A.

5 CRONOGRAMA

2025	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Escolha do tema	x									
Levantamento de literatura científica		x								
Introdução		x								
Tema			x							
Problema			x							
Objetivos			x							
Justificativa			x							
Estado da Arte				x						
Fundamentação teórica					x					
Metodologia						x				
Cronograma						x				
Recursos						x				
Resultados esperados ou parciais							x			
Referências							x			
Avaliação do CRC								x		
Produção do Banner								x		
27ª Exposchmidt									x	

Tabela 2 – Cronograma de execução do projeto Sistema de Lubrificação com Graxa Automatizado.

Fonte: Os autores (2025).

6 RECURSOS

Material	Valor unitário	Quantidade	Valor total	Fonte	Data
Placa Compatível Uno Atmega328 Ch340 + Cabo Usb	R\$ 37,63	1 Unidade	R\$ 37,63	Mercado Livre	10/04/2025
Motor De Passo 28byj-48 + Driver UIn2003 Arduino Robótica	R\$ 21,85	1 Unidade	R\$ 21,85	Mercado Livre	10/04/2025
Arduino	R\$ 15,99	1 Unidade	R\$ 15,99	Mercado Livre	10/04/2025
Aço Tecnil 200mmX 20mm	R\$ 00,00	1 Unidade	R\$ 00,00	Fornecido pelo professor Marcos Augusto Bandini	08/08/2025
Valor final: R\$ 75,47					

Tabela 3 – Recursos utilizados no desenvolvimento do protótipo Sistema de Lubrificação com Graxa Automatizado.

Fonte: Os autores (2025).

7 RESULTADOS ESPERADOS OU PARCIAIS

O desenvolvimento do protótipo de sistema de lubrificação automática por graxa, controlado por microcontrolador Arduino e acionado por motor de passo acoplado a parafuso 6mm e graxeira, pretende consolidar uma solução prática e viável para a manutenção preventiva de máquinas industriais. Espera-se que a integração entre automação, mecânica e programação permita a aplicação precisa de graxa, evitando falhas mecânicas, reduzindo o tempo de parada das máquinas e otimizando o desempenho operacional.

A relevância desta pesquisa manifesta-se em múltiplas dimensões. Do ponto de vista técnico-científico, o trabalho contribui para a consolidação de estratégias de automação aplicadas à manutenção industrial, promovendo a validação de conceitos teóricos em protótipos experimentais de baixo custo. No âmbito socioeconômico, a proposta oferece uma solução acessível para empresas que buscam reduzir custos com manutenção corretiva e mão de obra, aumentando a eficiência produtiva. Em termos ambientais, a utilização controlada de graxa evita desperdícios e reduz impactos decorrentes do descarte inadequado de lubrificantes, promovendo maior sustentabilidade nas operações industriais.

Quanto ao desempenho esperado, projeta-se que o protótipo seja capaz de aplicar graxa na quantidade correta e em intervalos programados, alertando o operador sobre a necessidade de reposição do reservatório, prevenindo falhas mecânicas e otimizando o tempo de operação contínua das máquinas. As funcionalidades incluem o acionamento automático do motor de passo, controle do fluxo de graxa pelo parafuso 6mm e integração completa com o Arduino para programação flexível de horários e quantidades de lubrificação.

A viabilidade do projeto é reforçada pela utilização de componentes acessíveis e amplamente disponíveis, como Arduino, motor de passo, parafuso M8 e graxeira, permitindo execução dentro de prazos compatíveis com a realidade acadêmica e industrial, sem grandes investimentos financeiros.

Apesar disso, reconhece-se que algumas limitações e desafios estão presentes, como a necessidade de calibrar a quantidade de graxa para diferentes tipos de máquinas, garantir resistência mecânica do conjunto em operação contínua e ajustar os parâmetros do software conforme o perfil de cada equipamento. Tais restrições não comprometem a validade da proposta, mas evidenciam a

necessidade de testes e ajustes complementares para aplicação em cenários industriais mais complexos.

Assim, os resultados esperados podem ser considerados realistas e alcançáveis, demonstrando a contribuição do projeto para o avanço do conhecimento técnico-científico e para a implementação de soluções práticas e eficientes no setor industrial.

REFERÊNCIAS

ABILIO, Kevin Peixoto. Estudo de uma metodologia para a automatização do sistema de lubrificação de uma perfiladeira. 2023. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Instituto Federal do Espírito Santo, Cachoeiro de Itapemirim, 2023. Fonte: https://repositorio.ifes.edu.br/bitstream/handle/123456789/4026/TCC_Final.pdf?sequence=1. Acesso em: 27 jun. 2025.

AGOSTINHO, E. R. Importância da lubrificação preventiva em processos produtivos na indústria madeireira. Revista Campo Real, v. 9, n. 1, p. 58-70, 2023. Fonte: <https://revista.camporeal.edu.br/index.php/pi/article/view/493>. 20 abr. 2025.

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Manual de descarte de óleos lubrificantes usados e contaminados. Brasília, 2020. Fonte: <https://share.google/dQn4yvH6Hje5KdDXM>. 3 set. 2025.

ÁVILA, Aisten Avelino de. Elaboração de um plano de lubrificação para moagem de cimento em uma indústria cimenteira. 2023. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Campus Avançado Arcos, Arcos-MG, 2023. Fonte: <https://repositorio.ifmg.edu.br/server/api/core/bitstreams/812ba16a-98c8-4662-b167-9b2eb080a7f8/content>. 27 jun. 2025.

BANZI, M.; SHILOH, M. Getting Started with Arduino. 3. ed. San Francisco: Maker Media, 2015. Fonte: <https://share.google/kAL2wyXe4hMKCQAOp>. 21 jul. 2025.

BRANDINI, A.; SILVA, M. Indústria 4.0: desafios e oportunidades na manutenção industrial. Interface Tecnológica, v. 19, n. 2, 2022. Fonte: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1539>. 8 ago. 2025

CARVALHO, Clara Maia de. Utilização da análise de óleo lubrificante como parte do programa de manutenção preditiva de máquinas de tração engrenadas. 2021. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Natal-RN, 2021.

Fonte:

<https://repositorio.ufrn.br/server/api/core/bitstreams/c17a0c0b-141f-4beb-9308-6fc5f65e7a63/content>. 18 jul. 2025.

FITZGERALD, A. E.; KINGSLEY, C.; UMANS, S. D. Máquinas Elétricas. 7. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013. Fonte: <https://share.google/h0LZMVQ5r0yoxzFOn>. 11 jun. 2025.

GOMES ALVES, J.; SANTOS, V. Lubrificação preventiva em torno universal: um estudo de caso na indústria de bebidas. Repositório Anima Educação, 2023. Fonte:

<https://repositorio.animaeducacao.com.br/items/905708b6-897a-428e-849d-5f5d4174f630>. 20 ago. 2025.

MIYAMOTO, R. Elaboração de plano de lubrificação em uma indústria metalúrgica. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Mecânica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procopio, 2022. Fonte: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/30274>. 17 jul. 2025.

SILVA, R. A importância da lubrificação na manutenção industrial. Mettzer Hub, 2022. Fonte: <https://www.mettzer.com/hub/projects/manutencao-industrial-a-importancia-da-lubrificacao-63b2da0ee399be001cefe4d3>. 22 ago. 2025.

ANEXOS

ANEXO A – ENTREVISTA REALIZADA NA EMPRESA STIHL FERRAMENTAS MOTORIZADAS LTDA.

Pergunta 1: Quais são os tipos de máquinas e lubrificação utilizadas?

Resposta: No processo produtivo da empresa, são empregados diversos tipos de máquinas destinadas à fabricação e montagem de peças, incluindo equipamentos para conformação de plástico, usinagem de aço e outros materiais. Cada equipamento possui um método específico de lubrificação, sendo utilizados diferentes óleos e graxas conforme a necessidade operacional. De modo geral, a maioria das máquinas apresenta sistemas de lubrificação por óleo, enquanto a aplicação de graxa ocorre em pontos específicos, com a finalidade de complementar e aprimorar a proteção contra atrito e desgaste mecânico.

Pergunta 2: Quais são os aparelhos utilizados para manuseio e injeção de lubrificantes?

Resposta: Para a aplicação dos lubrificantes, são utilizados aparelhos manuais e semi automáticos destinados à injeção da substância em pontos de difícil acesso. O manuseio é realizado com o uso de luvas de proteção, de forma a garantir a segurança do operador durante o procedimento.

Pergunta 3: Como é a lubrificação de máquinas que utilizam graxa?

Resposta: As máquinas que utilizam graxa, em sua maioria, são lubrificadas manualmente, principalmente nos pontos em que o sistema pneumático de lubrificação não é capaz de atuar. Além disso, há equipamentos de maior porte que necessitam de lubrificação periódica com intervalos médios de 15 dias. Nesse caso, o processo é realizado por meio de um dispositivo de bombeamento, responsável por distribuir a graxa de forma adequada nos componentes mecânicos.

Pergunta 4: Quais são os intervalos de manutenção e relubrificação?

Resposta: Os intervalos de manutenção e relubrificação variam de acordo com o porte e a função de cada máquina. Em equipamentos de alta rotação, o intervalo é reduzido, com inspeções semanais ou até diárias. Já em máquinas de

maior porte, a relubrificação é realizada em períodos médios de 15 a 30 dias, de acordo com as recomendações do fabricante e com a análise das condições operacionais.

Pergunta 5: Quais critérios são considerados na escolha do lubrificante?

Resposta: A seleção do lubrificante leva em consideração fatores como o tipo de material em atrito, a temperatura de operação, a carga aplicada nos componentes, além da presença de poeira, umidade ou agentes químicos no ambiente de trabalho. Dessa forma, assegura-se que o lubrificante escolhido proporcione redução do atrito, aumento da vida útil das peças e prevenção contra falhas mecânicas.

Pergunta 6: Como é realizado o controle do consumo de lubrificantes?

Resposta: O controle é efetuado por meio de registros sistemáticos em planilhas de manutenção, onde são anotadas as datas de aplicação, o tipo e a quantidade de lubrificante utilizada em cada equipamento. Esse procedimento possibilita o acompanhamento do consumo, evitando tanto o desperdício quanto a aplicação insuficiente do produto.

Pergunta 7: Quais cuidados devem ser tomados durante a aplicação dos lubrificantes?

Resposta: Durante a aplicação, devem ser observadas medidas de segurança ocupacional, como o uso de EPI (luvas, óculos de proteção e avental), além da limpeza prévia dos pontos de aplicação, a fim de evitar a contaminação do lubrificante. Outro cuidado importante é o armazenamento adequado dos recipientes, em local seco e protegido de altas temperaturas, garantindo a conservação do produto.

Pergunta 8: Quais benefícios a correta lubrificação proporciona ao processo produtivo?

Resposta: A lubrificação adequada proporciona benefícios diretos ao processo, como a redução do atrito e do desgaste, a diminuição de paradas não programadas, a economia de energia e o aumento da vida útil dos componentes mecânicos. Além disso, contribui para a redução de custos com manutenção corretiva e para a elevação da eficiência operacional.