ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL FREDERICO GUILHERME SCHMIDT

TÉCNICO EM ELETROMECÂNICA

REABASTECIMENTO AUTOMÁTICO DE ÓLEO DOS TORNOS E FRESAS DE USINAGEM CONVENCIONAL E CNC

ALISSON TOMASCHESKI

GUILHERME NUNES

SAMER KEVIN

São Leopoldo

2025

Alisson Tomascheski
Guilherme Nunes
Samer Kevin

REABASTECIMENTO AUTOMÁTICO DE ÓLEO DOS TORNOS E FRESAS DE USINAGEM CONVENCIONAL E CNC

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 Santos e coorientação da professora Paula Madeiro.

São Leopoldo
2025

RESUMO

O avanço da tecnologia nos processos de usinagem tem exigido uma maior eficiência, segurança e redução de falhas operacionais. Um dos problemas recorrentes em tornos e centros de usinagem convencionais e CNC está relacionado também ao reabastecimento manual do fluído de corte, que demanda tempo e pode comprometer a produção caso não seja realizado de forma correta. Considerando esse cenário, este trabalho tem como objetivo desenvolver um dispositivo de reabastecimento automático de fluído de corte, acionado por sensores de nível e controlado por um Arduino, visando otimizar a manutenção, reduzir falhas humanas e manter o funcionamento contínuo das máquinas. A metodologia utilizada foi qualitativa, bibliográfica e experimental, abrangendo levantamento teórico, análise do funcionamento atual, construção de um protótipo e testes práticos com glicerina como fluído substituto do verdadeiro fluído. O sistema foi projetado para detectar a necessidade de reabastecimento e acionar automaticamente uma bomba de fluído, garantindo lubrificação correta e aumento da vida útil das ferramentas. Os resultados esperados incluem maior produção, redução do tempo de parada, melhoria na segurança do operador e organização do ambiente de trabalho. O projeto também prevê um maior crescimento de produção visando lidar cada vez com mais demanda, podendo ser usada em diferentes tipos de máquinas CNC, contribuindo para a modernização dos processos industriais.

Palavras-chave: fluído de corte; CNC(Comando Numérico Computadorizado); automação; Arduino; reabastecimento automático.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Torno CNC
Figura 2 – Torno plano
Figura 3 – Torno horizontal
Figura 4 – Torno vertical
Figura 5 – Torno convencional
Figura 6 – Fresa universal
Figura 7 – Fresa pantográfica
Figura 8 – Fresa chaveteira
Figura 9 – Fresa copiadora
Figura 10 – Estrutura de código
Figura 11 – Arduino UNO
Figura 12 – Cabo jumper
Figura 13 – Sensor ultrassônico HC-sr04
Figura 14 – Módulo relé
Figura 15 – Minibomba da água

LISTA DE TABELAS

Tabela: 1 - Estado da arte
Tabela: 2 - Especificações técnicas do Arduino Uno
Tabela: 3 - Especificações técnicas do sensor ultrassônico HC-sr04
Tabela: 4 - Cronograma
Tabela: 5 - Recursos

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABVED - Associação Brasileira das Empresas de Vendas Diretas

ALCA - Aliança de Livre Comércio das Américas

BSR - Business for Social Responsibility

FGV - Fundação Getúlio Vargas

IBASE - Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas

ONG - Organizações Não-Governamentais

OSC - Organização da Sociedade Civil

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR - Norma Brasileira Regulamentadora

CLP - Controlador Lógico Programável

CNC - Controlador Numérico Computorizado

MQL - Lead Qualificado de Marketing

RPM - Rotação por Minuto

ISO - Organização Internacional de Normalização

LISTA DE SÍMBOLOS

C – Graus Celsius

V – Volt

A – Ampere

W – Watt

kWh – Quilowatt-hora

mm – Milímetro

L – Litro

ml – Mililitro

g/m³ – Grama por metro cúbico

ms – milissegundo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO

1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO

1.2 PROBLEMA

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

1.3.2 Objetivos Específicos

1.4 JUSTIFICATIVA

2 ESTADO DA ARTE

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 TORNOS

3.1.1 Torno CNC e Convencional

3.1.1.1 Torno CNC

3.1.1.1.1 Principais componentes do torno CNC

3.1.1.1.2 Tipos de Tornos CNC

3.1.1.2 Torno Convencional

3.1.1.2.1 Seguranças a serem tomadas

3.2 FRESA

3.2.1 Fresa Convencional e CNC

3.2.1.1 Fresa Convencional

3.2.1.1.1 Principais componentes de fresas

3.3 ARDUINO UNO

3.3.1 Componentes e Conexões da placa

3.3.1.1 Porta USB (tipo B)

3.3.1.2 Regulador de tensão

3.3.1.3 Header de pinos digitais (0 a 13)

3.3.1.4 Pinos PWM

3.3.1.5 Pinos analógicos (A0 a 5V)

3.3.1.6 Botão de reset

3.3.1.7 Conector ICSP

3.3.1.8 LED embutido (pino 13)

3.3.2 Como Funciona Sua Linguagem de Programação

3.4 CABO JUMPER

3.5 SENSOR ULTRASSÔNICO

3.5.1 Componentes

3.5.1.1 Transmissor (TX)

3.5.1.2 Receptor (RX)

3.5.1.3 Circuito de controle

3.5.1.4 Pinos de conexão

3.5.1.4.1 VCC

3.5.1.4.2 GND

3.5.1.4.3 TRIG

3.5.1.4.4 ECHO

3.5.2 Funcionamento do Sensor Ultrassônico HC-sr04

3.5.2.1 Geração do pulso de gatilho

3.5.2.2 Emissão de pulso ultrassônico

3.5.2.3 Espera pelo eco

3.5.2.4 Recepção do eco

3.5.2.5 Geração do pulso ECHO

3.5.2.6 Cálculo da distância

3.6 MÓDULO RELÉ 5V 1 CANAL

3.6.1 Componentes

3.6.1.1 Relé eletromecânico

3.6.1.2 Optoacoplador

3.6.1.3 Transistor de acionamento (BC547)

3.6.1.4 Diodo flyback (1N4007)

3.6.1.5 Resistores

3.6.1.6 LED indicador

3.6.1.7 Borners de conexão

3.6.1.8 Placa de circuito impresso (PCB)

3.7 MINI BOMBA DE ÁGUA 12V RS-385

3.7.1 Componentes

3.7.1.1 Motor RS-385

3.7.1.2 Rotor e Diafragma

3.7.1.3 Câmara de bombeamento

3.7.1.4 Eixo de acoplamento

3.7.1.5 Selos e vedações

3.7.1.6 Bocal de entrada e saída

3.7.1.7 Carcaça externa

3.8 GLICERINA

4 METODOLOGIA

4.1 FUNÇÃO DOS COMPONENTES

4.2 ESQUEMA ELÉTRICO

4.3 PROGRAMAÇÃO

4.4 FLUXOGRAMA

5 CRONOGRAMA

6 RECURSOS

7 RESULTADOS ESPERADOS OU PARCIAIS

8 REFERÊNCIAS

1. INTRODUÇÃO

O torno e a fresa são instrumentos fundamentais no processo de usinagem, responsáveis por transformar materiais brutos em peças industriais com alta precisão e formas específicas. O torno mecânico realiza um movimento de rotação da peça, enquanto uma ferramenta de corte remove o excesso de material, os chamados cavacos, moldando a peça conforme desejado. Já a fresadora atua de forma diferente, promovendo o movimento de rotação da ferramenta e a remoção seletiva do material, o que possibilita o ajuste de formato, medidas e acabamento superficial da peça.

Entretanto, o desempenho e a durabilidade desses equipamentos dependem diretamente da lubrificação adequada de seus eixos e guias, pois é esse processo que reduz o atrito, evita o desgaste prematuro e garante a precisão dos movimentos. Observa-se, contudo, que muitas máquinas acabam sofrendo danos em suas peças móveis devido à falta de lubrificação contínua, geralmente causada por falhas humanas, como o esquecimento ou a ausência do operador no momento da troca do óleo.

Diante desse problema, surge a necessidade de desenvolver um sistema de reabastecimento automático do óleo lubrificante, que proporcione maior praticidade e segurança aos operadores, além de assegurar o funcionamento contínuo das máquinas. Essa automação contribui significativamente para a redução do tempo de parada por manutenção, minimiza o risco de falhas mecânicas e aumenta e eficiência do processo de usinagem, tornando o ambiente industrial mais produtivo, confiável e moderno.

1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO

Repositor automático de óleo dos tornos e centros de usinagem convencionais e CNC.

1.2 PROBLEMA

É possível desenvolver um dispositivo conforme a NR-12 (Norma de segurança no trabalho em máquinas e equipamentos), que quando colocado junto a um torno ou centro de usinagem convencional ou CNC, seja possível fazer o reabastecimento automático de fluído de corte das máquinas se necessário?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver um dispositivo de abastecimento automático de fluído de corte para máquinas convencionais, CNC movido a eletricidade e CLP (Controlador Lógico Programável), visando a agilidade e aumento de produção, diminuindo o tempo de recarga do óleo das máquinas e mantendo um ambiente limpo e organizado.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analisar o funcionamento de abastecimento de óleo do torno ou fresa CNC.
- Identificar suas limitações e problemas a serem solucionados.
- Fazer um sistema automatizado de reabastecimento de óleo para ter uma maior produtividade na indústria.
- Utilizar sensores de nível e programação CLP.
- Colocar o sistema criado no torno ou fresa CNC para teste.

1.4 JUSTIFICATIVA

A troca manual de óleo nas máquinas CNC é um processo que exige tempo, atenção e experiência técnica, além de envolver o manuseio de grandes volumes de óleo e o risco de vazamentos. Esse procedimento, além de reduzir a produtividade, expõe os operadores a condições de trabalho inadequadas, como o contato direto com substâncias oleosas, risco de escorregões e contaminação do ambiente industrial.

Diante dessa situação, torna-se necessária a implementação de um sistema automatizado de reabastecimento de óleo, que simplifique o processo de manutenção, reduza a necessidade de intervenções manuais e aumente a eficiência operacional das máquinas. A automatização desse processo contribui para diminuir o tempo de parada, garantir uma lubrificação constante e adequada e prolongar a vida útil dos componentes mecânicos.

Além disso, o reabastecimento automático promove melhorias significativas na segurança e ergonomia do trabalho, evitando o contato direto dos operadores com o óleo e mantendo o ambiente de trabalho mais limpo e seguro. Assim, o projeto justifica-se pela busca de maior produtividade, redução de custos de manutenção e melhor qualidade nas condições de operação das máquinas CNC.

2. ESTADO DA ARTE

Neste trecho do artigo, será apresentado algumas pesquisas que contribuíram para o desenvolvimento do projeto.

Tabela 1 - Estado da Arte

Pesquisa	Autoria	Ano de publicação
Skimmer	Mauri Araujo	2022
Sistema MQL	Sven Wingquist	2009

Fonte – Autoria própria (2025)

2.1 SKIMMER

O dispositivo Skimmer é um removedor de óleo para torno CNC e Centro de Usinagem. Todo Centro de Usinagem ou Torno CNC precisam de um líquido (água com óleo), que é aplicado na peça em quanto está trabalhando, evitando o superaquecimento. Podendo causar alguma deformação ou o desgaste na ferramenta se não for aplicado corretamente. Esse fluído que é colocado na peça escorre até o reservatório, que ao ficarem parados por um certo período, o óleo acaba ficando em cima da água por conta de sua maior densidade, se porventura esse fluido não for trocado, poderá proliferar bactéria e fungos e as vezes até mau cheiro. Sendo essa a função do Skimmer. Fazer a remoção automática do fluído parado no reservatório, que opera por períodos programados graças ao seu temporizador, permitindo programar o tempo de funcionamento, assim não ficando ligado o tempo todo gastando energia.

Mauri Araujo, 2022

2.2 SISTEMA MQL

O sistema MQL (Mínima Quantidade de Lubrificação) é um painel manual que controla a quantidade de óleo que cera utilizado na usinagem, ao invés de usar

grandes quantidades de fluído de corte, como já acontece nas industrias hoje, o MQL utiliza apenas uma quantidade de óleo, misturada com ar comprimida.

Essa mistura de ar com óleo é aplicada bem na região onde a ferramenta encosta na peça. O ar ajuda a refrigerar e fazer com que a peça não esquente, enquanto o óleo lubrifica, diminuído o atrito e o calor durante o corte.

Sven Wingquist, 2009

2.3 REABASTECIMENTO AUTOMÁTICO DE FLUÍDO DE CORTE DOS TORNOS E CENTROS DE USINAGEM CONVENCIONAIS E CNC.

A diferença entre esses projetos, é que um visa retirar o óleo que não é mais utilizável e o outro controla a quantidade de fluído de corte que será utilizado na usinagem, enquanto o Reabastecimento Automático de Fluído de Corte agiliza esses processos repondo automaticamente o fluído em todas as máquinas se necessário, assim melhorando a produtividade da indústria.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 TORNOS

São muito utilizados nas indústrias mecânicas, ambos são processos de usinagem que permitem a criação e o aprimoramento de peças de vários tipos.

Esse serviço se baseia em um processo de usinagem que gira a peça enquanto uma ferramenta de corte é pressionada contra a superfície que está sendo moldada. Como resultado, o torno permite produzir componentes com formatos cilíndricos ou esféricos.

Na prática, durante o processo de torno, a peça é fixada e a ferramenta de corte se movimenta. Isso permite criar peças como parafusos, eixos e polias com precisão e rapidez.

3.1.1 Torno CNC e Convencional

3.1.1.1 Torno CNC

O torno CNC (Controle Numérico Computadorizado) opera com a ajuda de um sistema computadorizado que controla os movimentos e operações da máquina. Funciona como um torno normal, exceto que a programação do computador ignora o processo de corte. Isso resulta em um trabalho acabado de alta precisão, mais preciso e eficiente do que um torno manual.

Figura - 1 Torno CNC

Fonte - Indústria Mecânica If ltda (2024)

3.1.1.1.1 Principais Componentes do Torno CNC

Mandril: Ele é fixado no cabeçote e segura o material, que é transformado no produto final. Três mandris de mandíbula são usados para fixação e qualquer formato hexagonal e cilíndrico pode ser encaixado nele. Permitindo que ela seja girada com durante o processo de usinagem.
Fuso: É responsável por girar a ferramenta de corte. O fuso também inclui o conjunto do fuso e o sistema de acionamento do fuso. A unidade do eixo C também será incluída aqui.
Torre: Também conhecida como torre de ferramentas, é usada para armazenar vários tipos ferramentas, incluindo dispositivos externos, como canal e rosqueamento.
Contraponto: É ajustável de acordo com o comprimento, suporta a pressão da matéria-prima e oferece estabilidade à peça de trabalho durante a usinagem, especialmente em peças mais longas.

3.1.1.2 Tipos de Tornos CNC

Tornos planos

As mesas planas são utilizadas no processo de fabricação, principalmente em torneamento pesado. Devido à uma estabilidade maior, as camas são mais estáveis, o que leva a mais precisão. Isso o torna um bom candidato para criar peças geométricas complexas e trabalhar com peças maiores. Mas eles são mais limitantes quando se trata de troca de ferramentas, então, por exemplo, mudar de ferramentas de mandrilhamento para ferramentas serrilhadas levará tempo.

Figura - 2 Torno plano

Fonte - Borui CNC (2025)

Torno horizontal

É um tipo de torno CNC (Comando Numérico Computadorizado) onde a estrutura principal, é inclinada em relação à horizontal. Suas torres de múltiplas estações permitem usar vários tipos de ferramentas ao mesmo tempo. Além disso, são mais rápidos, o que leva a ciclos de produção mais rápidos. Também são compatíveis com automação, reduzindo assim a necessidade do trabalho manual.

Figura 3 - Torno horizontal

Fonte - Mecânica industrial (2025)

Torno Vertical

Tornos verticais são bons para serviços pesados, pois facilitam a colocação de peças de trabalho. O torno vertical permite que a gravidade mantenha as peças no lugar e reduz a necessidade de grampos, sendo assim, mais eficiente para peças grandes entre 1 e 20 metros. Assim como os tornos de base inclinada, os tornos verticais também permitem múltiplas ferramentas, o que aumenta a eficiência e a produtividade dentro do ambiente de trabalho.

Figura 4 - Torno vertical

Fonte - Torno mecânico (2025

3.1.2 Torno Convencional

O torno convencional se diferencia do CNC pois possuí um painel manual e por ser um processo mais lento, mesmo assim possui a eficiência de usinar peças cilíndricas, removendo material através de uma ferramenta de corte.

Figura 5 - Torno convenciona

Fonte - Gersonmaq (2025)

3.1.1.3 Seguranças a serem tomadas

Extremo cuidado é necessário ao operar este tipo de máquina, pois por ter suas partes giratórias, necessariamente expostas, pode provocar graves acidentes. Você não pode utilizar luvas, correntes, anel, roupas com mangas compridas e folgadas para não haver risco de acidente.

3.2 FRESA

São ferramentas de corte rotativas, constituídas por uma série de dentes e gumes, geralmente dispostos simetricamente em torno de um eixo. Os dentes e gumes, também denominados arestas de cortes, removem e desbastam o material da peça bruta de modo rápido e preciso, dependendo do seu RPM (Rotação Por Minuto), deixando sua peça no formato desejado

Figura - 6 Fresa universal

Fonte - Follow (2025)

3.2.1 Fresa Convencional e CNC

3.2.1.1 Fresa Convencional

A usinagem convencional é conhecida por esse nome, pois consiste em um processo mais simplificado, no qual o excesso de metal nas peças é removido por meio do processo de cisalhamento, que ocorre por meio de uma peça pré-moldada no formato de cavacos, sendo alguns deles (contínuo, cisalhado, quebradiços e arrancado), no qual as ferramentas em formato de cunhas são aplicadas para dar o formato e remover os excessos.

Nesse processo, as máquinas realizam movimentos retilíneos e de rotação (rpm), que permitem a formação de roscas.

3.2.1.1.1 Principais tipos de fresa

Pantográfica: O termo “pantográfica”, limita essa ação a modificações específicas, como a gravação de determinados elementos. Entre eles, novamente, se destacam aqueles de maior dureza. Portanto, a fresadora pantográfica é um equipamento utilizado para a alteração de materiais metálicos, sempre por meio de processos de usinagem e técnicas semelhantes.

Figura: 7 Fresa Pantográfica

Fonte: Aviso BR (2023)

Chaveteira: É uma máquina que tem como função realizar rasgos ou furos na parte interna das peças, utilizando brochas com dentes paralelos.

Figura: 8 fresa chaveteira

Fonte: Clark Machine

Copiadora: É uma ferramenta de corte utilizada em fresadoras para usinar peças com formatos complexos, seguindo um modelo ou gabarito. Permite a criação de perfis complexos que seriam difíceis ou impossíveis de obter com outras ferramentas de corte.

Figura - 9 fresa copiadora

Fonte - TCR máquinas (2025)

3.3 ARDUINO UNO

Arduino é um hardware cujo principal componente é um circuito integrado (chip ou CI) microcontrolador da família ATMEL. Microcontroladores são CI's que podemos programá-los para realizar as funções que queremos. Há diversos tipos de microcontroladores na eletrônica, porém o Arduino tem algumas vantagens sobre os demais principalmente nos quesitos preço (é relativamente barato perto dos demais) e na facilidade de programação. Ele usa a linguagem C/C++. O Arduino surgiu na Itália em 2005 e hoje é bastante usado nos meios da eletrônica digital especialmente no ramo da robótica.

3.3.1 Componentes e conexões da placa

3.3.1.1 Porta USB (tipo B)

Usada para carregar programas do computador para a placa e também para comunicação serial.

3.3.1.2 Regulador de tensão

Permite alimentar o Arduino por uma fonte externa de até 20V.

3.3.1.3 Header de pinos digitais (0 a 13)

Usados para entrada/saída digital, podendo controlar LEDs, botões, relés, etc.

3.3.1.4 Pinos PWM

Pinos 3, 5, 6, 9, 10 e 11 podem gerar sinais PWM para controle de motores, brilho de LEDs, etc.

3.3.1.5 Pinos analógicos (A0 a A5)

Leem sinais analógicos (0–5V), úteis com sensores como potenciômetros, sensores de temperatura etc.

3.3.1.6 Botão de reset

Reinicia a execução do programa.

3.3.1.7 Conector ICSP

Permite programar o microcontrolador diretamente.

3.3.1.8 LED embutido (pino 13)

Útil para testes rápidos com saídas digitais.

Tabela 2 - Especificações técnicas do Arduino Uno

Especificações Técnicas do Arduino Uno	
Características	**Detalhes/Função Principal**
Microcontrolador	ATmega328P
Tensão de operação	5V
Tensão de entrada (recomendada)	7-12V
Tensão de entrada (limites)	6-20V
Pinos digitais I/O	14 (dos quais 6 com saídas PWM)
Pinos analógicos de entrada	6
Corrente máxima por pino I/O	40 mA
Memória Flash	32 kB
SRAM	2 kB
EEPROM	1 kB
Clock	16 MHz
Conectividade	USB tipo B, UART (serial), SPI, I2C
Conectores de alimentação	USB, jack DC, pino Vin

Fonte - Autoria própria (2025)

3.3.2 Como funciona sua linguagem de programação

O Arduino Uno é programado usando a IDE Arduino (disponível gratuitamente), com uma linguagem baseada em C/C++ simplificado. O usuário escreve o código,

carrega na placa via cabo USB, e o microcontrolador executa esse código continuamente.

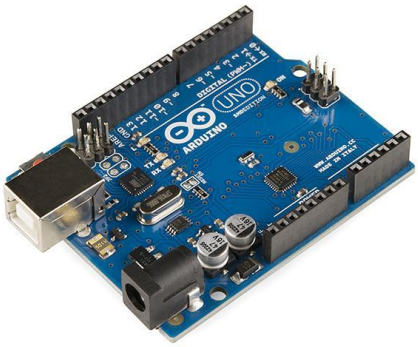
Figura 10 - Estrutura do código

```
//  Declaração de Variáveis

  void setup(){   /* esta função roda só uma vez cada vez que o circuito é ligado
    Declaração do que é entrada e saída                                          */
}
  void loop(){   /*esta função roda continuamente enquanto o circuito estiver ligado
    Código                                                                       */
}
```

Fonte - Autoria própria (2025)

Figura 11 - Arduino Uno

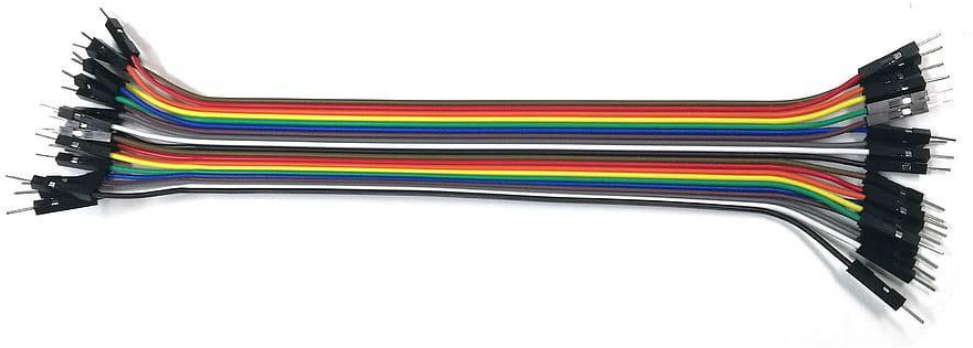


Fonte - Mercado Livre (2025)

3.4 CABO JUMPER

Um cabo jumper é um fio usado para fazer conexões rápidas e temporárias entre componentes eletrônicos, especialmente em protoboards (placas de ensaio) ou diretamente em módulos e placas como o Arduino.

Figura 12 - Cabo jumper



Fonte - Mercado Livre (2025)

3.5 SENSOR ULTRASSÔNICO HC-sr04

O sensor HC-sr04 é um sensor ultrassônico de baixo custo, projetado para medir distâncias com precisão em aplicações embarcadas. Ele utiliza ondas sonoras de 40 kHz para detectar a presença de objetos e medir a distância entre o sensor e esse objeto, com base no tempo de voo do som.

3.5.1 Componentes

3.5.1.1 Transmissor (TX)

Responsável por emitir os pulsos ultrassônicos com frequência de 40 kHz.

3.5.1.2 Receptor (RX)

Capta os ecos refletidos pelos objetos, permitindo a medição da distância.

3.5.1.3 Circuito de controle

Gera os sinais de controle necessários ao funcionamento do sensor e realiza o processamento básico dos sinais recebidos.

3.5.1.4 Pinos de conexão

3.5.1.4.1 VCC: Alimentação (5V);

3.5.1.4.2 GND: Terra;

3.5.1.4.3 TRIG (Trigger): Entrada de sinal para iniciar a medição;

3.5.1.4.4 ECHO: Saída de pulso proporcional à distância medida.

Tabela 3 - Especificações técnicas do sensor ultrassônico HC-sr04

Especificações Técnicas do Sensor Ultrassônico HC-sr04	
Parâmetro	**Valor**
Faixa de medição	2 cm a 400 cm
Precisão	±3 mm
Frequência do ultrassom	40 kHz
Tensão de operação	5V DC
Corrente de operação	15 mA
Tempo mínimo entre medições	~60 ms
Ângulo de detecção	~15°
Interface de comunicações	Digital (pinos Trigger e Echo)
Dimensões	Aprox. 45 mm x 20 mm x 15 mm

Fonte - afeletronica (20 de julho de 2025)

3.5.2 Funcionamento do sensor HC-sr04

3.5.2.1 Geração do pulso de gatilho (Trigger)

O processo começa com o microcontrolador (Arduino) enviando um pulso digital de alto nível (HIGH) com duração de 10 µs (microssegundos) ao pino TRIG (Trigger) do sensor. Este sinal informa ao sensor que deve iniciar uma medição.

3.5.2.2 Emissão de pulso ultrassônico

Assim que o sensor recebe esse sinal de 10 µs no pino TRIG, ele ativa internamente o seu transdutor emissor (um pequeno alto-falante piezoelétrico), que

emite uma rajada de 8 pulsos ultrassônicos a 40 kHz. Essas ondas sonoras de alta frequência propagam-se no ar em linha reta até encontrarem um obstáculo.

3.5.2.3 Espera pelo eco

Quando as ondas ultrassônicas atingem uma superfície ou objeto sólido, elas são refletidas de volta na forma de eco. O tempo que essas ondas levam para ir até o objeto e voltar é chamado de tempo de voo (ToF – Time of Flight).

3.5.2.4 Recepção do eco

Assim que as ondas refletidas retornam, o transdutor receptor do sensor as detecta. No instante em que o sensor detecta o retorno das ondas, ele encerra o sinal no pino ECHO.

3.5.2.5 Geração do pulso ECHO

Enquanto o sensor aguarda a volta das ondas, o pino ECHO permanece em nível alto (HIGH). Quando o eco é detectado, o pino ECHO volta para o nível baixo (LOW). Assim o pino ECHO fornece um pulso de duração igual ao tempo total de ida e volta das ondas sonoras. Esse tempo é medido em microssegundos (µs).

3.5.2.6 Cálculo da distância

O microcontrolador mede a duração do pulso no pino ECHO e, com base nisso, calcula a distância ao objeto, usando a fórmula da física:

$$Distância = \frac{Tempo * Velocidade\ do\ som}{2}$$

Onde:

Tempo: é o tempo de ida e volta em microssegundos (µs);

Velocidade do som: é aproximadamente 343 m/s ou 0,0343 cm/µs;

Divide-se por 2 porque o som faz ida e volta.

3.5.2.6.1 Fórmula para cálculo da distância em milímetros (mm)

$$Distância(mm) = \frac{Tempo(\mu s)}{5{,}8}$$

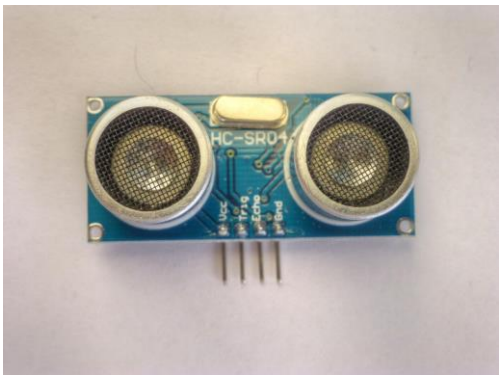
3.5.2.6.2 Fórmula para cálculo da distância em centímetros (cm)

$$Distância(cm)\frac{Tempo(\mu s)}{58}$$

3.5.2.6.3 Fórmula para cálculo da distância em metros (m)

$$Distância = \frac{Tempo(\mu s) * 0{,}000343}{2}$$

Figura 13 - Sensor Ultrassônico HC-sr04



Fonte - Mercado Livre (2025)

3.6 MÓDULO RELÉ 5V 1 CANAL

O Módulo Relé 5V 1 Canal é um dispositivo eletrônico que permite controlar cargas de maior tensão ou corrente, como lâmpadas, ventiladores, motores e eletrodomésticos, a partir de circuitos de baixa potência, como placas Arduino, ESP32, ESP8266, Raspberry Pi ou outros microcontroladores. Ele atua como uma chave eletromecânica, possibilitando ligar ou desligar um dispositivo de corrente alternada (AC) ou corrente contínua (DC) através de um sinal digital de 5 volts.

3.6.1 Componentes

3.6.1.1 Relé eletromecânico

Uma chave controlada eletricamente sendo um dos principais componentes.

3.6.1.2 Optoacoplador

Garante que tenha isolamento elétrico entre o microcontrolador e o circuito de carga, transfere o sinal de controle através de luz interna (LED + fototransistor), protege a placa controladora contra picos de tensão reversa.

3.6.1.3 Transistor de acionamento (BC547)

Funciona como uma chave eletrônica que controla a bobina do relé, ele recebe o sinal do optoacoplador e ativa a bobina.

3.6.1.4 Diodo Flyback (1N4007)

Instalado em paralelo à bobina do relé, esse componente protege o transistor de acionamento contra picos de tensão que podem ocorrer quando o relé desliga, evitando a força contra-eletromotriz.

3.6.1.5 Resistores

Limitam a corrente que passa pelo LED do optoacoplador, ajustando a polarização do transistor.

3.6.1.6 LED indicador

Mostra visualmente se o relé está ligado ou desligado,ajuda no debug de circuitos.

3.6.1.7 Bornes de conexão

Terminal de parafuso ou conector para ligar a carga externa (NO, NC e COM). Sendo às siglas NO (Normally Open), NC (Normally Closed) e COM (Common)

3.6.1.8 Placa de circuito impresso(PCB)

Organiza e conecta todos os componentes, muitas vezes tem trilhas reforçadas para suportar maior nível de correntes na parte de carga.

Figura 14 - Módulo relé

Fonte - WJ Componentes Eletrônicos (2025)

3.7 MINIBOMBA DE ÁGUA 12V RS-385

A Minibomba de Água 12V RS-385 é uma compacta bomba elétrica centrífuga ou de diafragma (dependendo do modelo), ideal para aplicações que exigem baixa vazão e baixa pressão, funcionando com uma corrente contínua de 12 volts, ela é bastante popular em projetos de automação, hobbies, prototipagem com Arduino, além de ser perfeita para sistemas de resfriamento, irrigação ou circulação de água em pequena escala. Também consegue elevar líquidos até 3 metros e aspirar fluidos de até 2 metros de profundidade. E o melhor de tudo, ela pode bombear entre 1500ml e 2000ml por minuto, com tensões que variam entre 9 e 15V.

3.7.1 Componentes

3.7.1.1 Motor Rs-385

Gera rotação.

3.7.1.2 Rotor e Diafragma

Empurra ou suga a água.

3.7.1.3 Câmara de bombeamento

Contém o fluxo de água.

3.7.1.4 Eixo de acoplamento

Transmite o movimento.

3.7.1.5 Selos e Vedações

Evita vazamentos.

3.7.1.6 Bocal de Entrada e Saída

Conecta mangueiras.

3.7.1.7 Carcaça externa

Protege em geral.

Figura 15 – Minibomba

Fonte – Eletrogate (2024)

3.8 Glicerina

A glicerina, que também é conhecida como glicerol, é um composto químico orgânico que se classifica como um álcool tri hidroxílico, ela é incolor, inodora, viscosa e tem um sabor adocicado. A glicerina pode ser vegetal que é extraída de óleos e

gorduras vegetais, como o óleo de coco ou de palma animal que é obtida a partir de gorduras de origem animal e Sintética que é produzida em processos petroquímicos. Embora essa forma seja menos comum atualmente, a glicerina sintética é amplamente utilizada em diversas indústrias, como na produção de resinas, plásticos, tintas, soluções de anticongelante e como lubrificante em mecanismos delicados.

3.8.1 Utilização

Como não temos acesso ao fluido que visamos utilizar, será utilizado a glicerina que é parecida com o fluido por suas características como sendo ela um líquido viscoso, incolor e inodora, para testes práticos.

4. METODOLOGIA

A pesquisa terá uma abordagem qualitativa e quantitativa, voltada ao desenvolvimento e avaliação de um sistema de reabastecimento automático de óleo para tornos e fresas CNC. Inicialmente, será realizada uma pesquisa bibliográfica e documental, consultando normas técnicas (ABNT e ISO), artigos científicos e livros especializados em sistemas de lubrificação, manutenção preditiva e automação industrial. Essa etapa fornecerá o embasamento teórico necessário para a definição dos requisitos do sistema.

Na sequência, será conduzida uma pesquisa de campo em ambiente escolar, com o objetivo de observar o processo atual de abastecimento de óleo em máquinas CNC. Durante essa fase, serão identificadas falhas recorrentes, tempo gasto em paradas e riscos operacionais. Também serão coletados dados quantitativos referentes ao consumo médio de óleo, frequência de reabastecimento e custos de manutenção relacionados ao processo.

Com base nas informações levantadas, será desenvolvido o projeto do sistema de reabastecimento automático. Nessa etapa, serão definidos os componentes principais, como bombas, sensores de nível, válvulas e controladores lógicos programáveis (CLP), além da lógica de controle e da integração com as máquinas CNC. Após o planejamento, será realizada a construção de um protótipo e a execução de testes preliminares em bancada. Posteriormente, o sistema será instalado em um torno e em uma fresa para validação experimental. Durante os testes em operação real, serão monitorados indicadores de desempenho, como a redução do tempo de parada para reabastecimento, a estabilidade do nível de óleo, a diminuição de falhas de lubrificação e o aumento da disponibilidade das máquinas.

Por fim, os resultados obtidos serão analisados comparativamente em relação ao método manual de reabastecimento. A análise quantitativa será realizada a partir de métricas de desempenho, como tempo, custo e confiabilidade, enquanto a análise qualitativa será baseada em entrevistas com operadores e equipe de manutenção, de modo a avaliar a praticidade e a eficiência do sistema implementado.

4.1 FUNÇÕES DOS COMPONENTES

4.1.1 Arduino uno

Ele é responsável por controlar e automatizar o processo de abastecimento de óleo nos reservatórios. Recebendo dados dos sensores para saber o momento certo para de acionar os atuadores para liberar o óleo.

4.1.2 Módulo relé

Ele é fundamental no protótipo porque sozinho o Arduino não consegue fornecer corrente necessária para acionar a bomba, o Arduino trabalha com 5V e baixa corrente, enquanto a bomba precisa de 110V/220V ou 12V/24V como alta corrente, para poder efetuar o comando de abastecer o reservatório do torno ou da fresa.

4.1.3 Minibomba da água

A bomba é quem faz o trabalho físico de transferir o óleo do reservatório para o torno, sendo acionado via módulo relé, garantido que o reabastecimento aconteça instantaneamente quando o nível do óleo no tanque estiver baixo.

4.1.4 Cabos jumper

O cabo jumper tem a função de fazer a conexão elétrica entre o Arduino, sensores e módulo relé.

4.1.5 módulo sensor

Ele é quem vai detectar quando o óleo estiver baixo e enviar o sinal para o Arduino

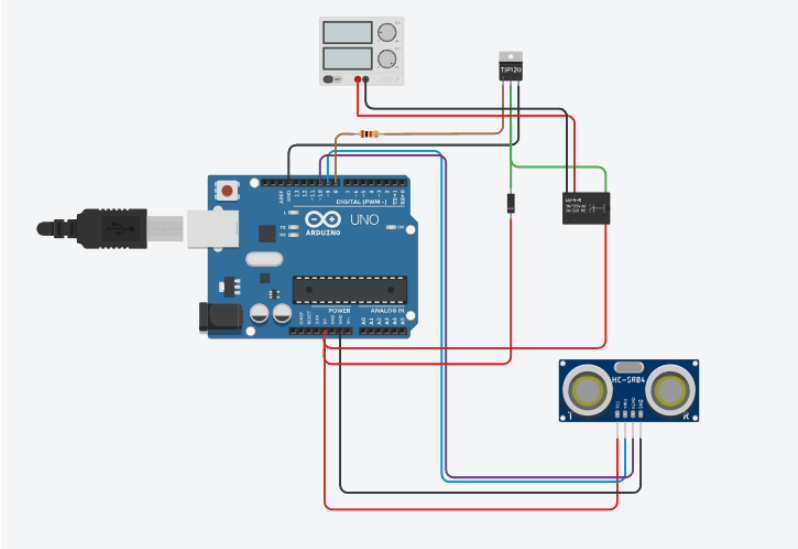
4.2 ESQUEMA ELÉTRICO

O esquema elétrico do sistema de reabastecimento automático de óleo é responsável pelo controle do acionamento da bomba e da temporização do processo de lubrificação. Ele é composto por um Arduino, um sensor de nível, um módulo relé, uma bomba elétrica e uma fonte de alimentação.

O sensor monitora o nível de óleo no reservatório e envia o sinal ao Arduino, que, conforme a programação, aciona o relé para ligar a bomba quando o nível estiver baixo. Quando o nível ideal é atingido, o Arduino desliga a bomba automaticamente, garantindo o reabastecimento preciso e evitando desperdícios.

Esse sistema automatizado assegura maior eficiência, segurança e confiabilidade no processo de lubrificação das máquinas CNC.

Figura: 16 - Esquema elétrico



Fonte: Autoria própria (2025)

4.3 PROGRAMAÇÃO

```
#define RELE_PIN 8
#define TRIG_PIN 9
#define ECHO_PIN 10

long duration;
float distance;
float nivelMin = 150;
float nivelMax = 30;

bool falhaTermica = false;

```

Declaração das variáveis e dos pinos que deverão ser conectados.

```
void setup() {
  pinMode(TRIG_PIN, OUTPUT);
  pinMode(ECHO_PIN, INPUT);
  pinMode(RELE_PIN, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

```

No void setup declaramos os pinos que funcionarão como entradas ou saídas.

```

void loop() {

```

O void loop é onde implementamos o programa que será executado repetidamente até o desligamento do sistema.

```
20
21    falhaTermica = false;
22
```

Se houver falha térmica (sobrecarga), a variável muda para “true”.

```
23
24    digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);
25    delay(2);
26    digitalWrite(TRIG_PIN, HIGH);
27    delay(10);
28    digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);
29
```

Na medição do nível, o pino TRIG é colocado em nível lógico LOW por 2ms, em seguida em nível lógico HIGH por 10ms, e depois retorna novamente para LOW.

```
29
30    duration = pulseIn(ECHO_PIN, HIGH);
```

Mede o tempo que o sinal ultrassônico levou para ir até um objeto e voltar.

```
31    distance = duration * 0.034 / 2;
32
```

Calcula a distância até o objeto com base nesse tempo, usando a velocidade do som.

```
32
33    Serial.print("Nivel do fluido (cm): ");
34    Serial.println(distance);
35
```

O comando Serial.print envia para o monitor serial o que estiver entre aspas (ou uma variável, se for o caso). Já o ln em Serial.println significa “line new” (nova linha) ou seja, após imprimir o conteúdo, o cursor passa para a próxima linha.

```
35
36    if (!falhaTermica) {
37      if (distance > nivelMin) {
38        digitalWrite(RELE_PIN, HIGH);
39      } else if (distance <= nivelMax) {
40        digitalWrite(RELE_PIN, LOW);
41      }
```

O if e o else if, que em português significam “se” e “senão se”, são estruturas condicionais em C/C++. Elas executam um bloco de código (tudo que estiver dentro das chaves { }) somente se a condição especificada entre parênteses ( ) for verdadeira.

No trecho mostrado, começamos com if (falha térmica), que significa: se falha térmica for false, então siga o que está entre as chaves. Dentro desse bloco temos outro if, que verifica se a distância é maior que o nível mínimo — nesse caso, o motor é ligado (digitalWrite (RELE_PIN, HIGH));

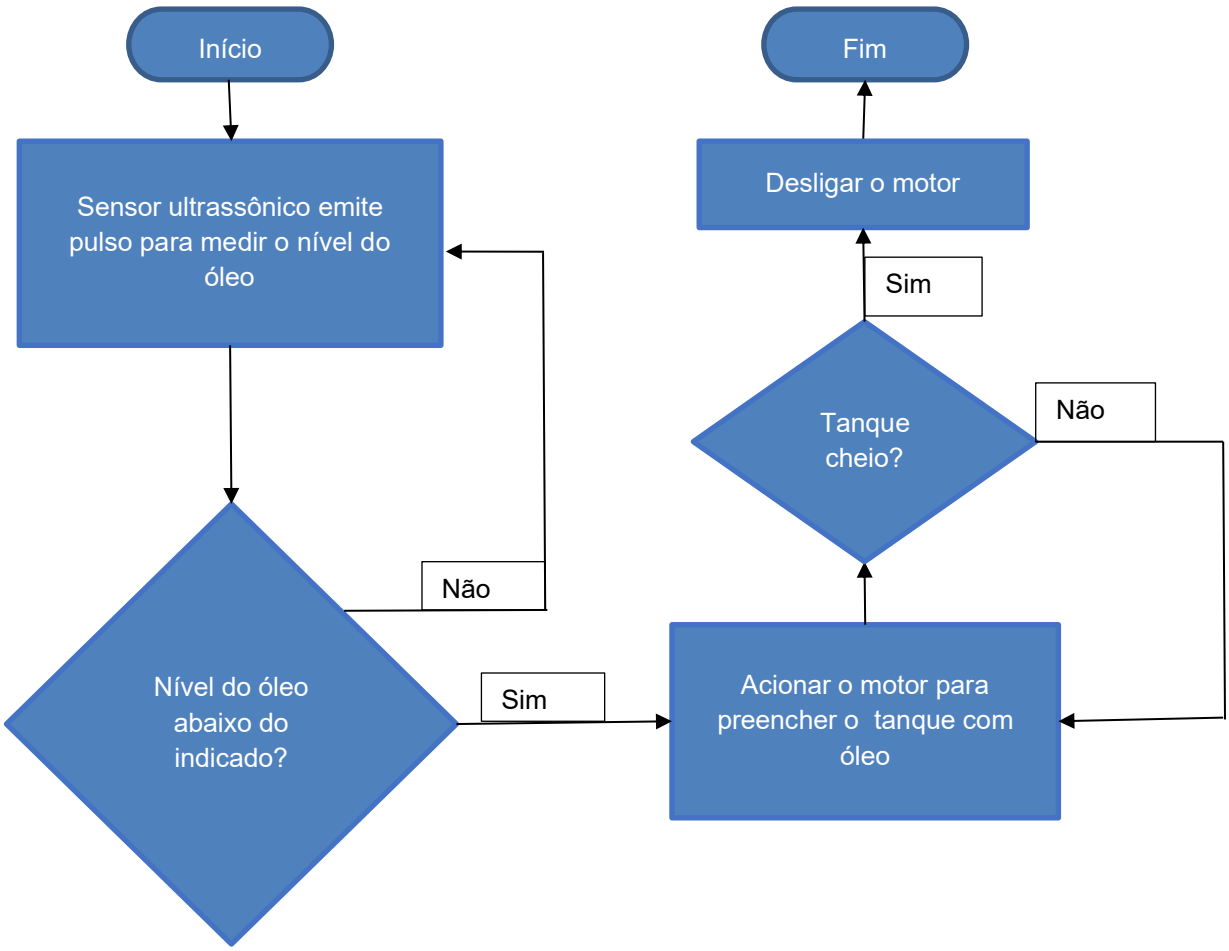
Já o “else if” entra em ação quando a primeira condição não é satisfeita, verificando se a distância é menor ou igual ao nível máximo. Se isso for verdade, o motor é desligado (digitalWrite (RELE_PIN, LOW)).

```
42  } else {
43    digitalWrite(RELE_PIN, LOW);
44    Serial.println("FALHA TERMICA DETECTADA!");
45  }
46
```

O else, que em português significa “senão”, é executado quando a condição do if anterior não é satisfeita. Neste caso, isso significa que, se falhaTermica for true, o programa executará o comando dentro das chaves: desliga o motor (digitalWrite(RELE.PIN, LOW);), e escreve no monitor serial a mensagem “FALHA TERMICA DETECTADA!”.

No final do código temos o comando delay(1000);, que faz o Arduino aguardar 1000 ms antes de reiniciar a execução do loop. Ou seja, a cada segundo o programa repete todo o ciclo de verificações e ações.

4.4 FLUXOGRAMA



5 CRONOGRAMA

Tabela 4 – Cronograma

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

Fonte – Autoria própria (2025)

6 RECURSOS

Tabela: 5 - Recursos

Material	Valor unitário	Frete	Quantidade	Valor total	Fonte	Data
Arduino UNO	R$46,90	Grátis	1	R$46,90	Amazon	08/08/25
Módulo Relé	R$15	Grátis	1	R$15	Amazon	08/08/25
Mini bomba da água	R$55,71	Grátis	1	R$55,71	Amazon	08/08/25
Cabos Jumper	R$16	Grátis	1	R$16	Shopee	08/08/25
Módulo sensor	R$33,69	Grátis	1	R$33,69	Amazon	08/08/25
Glicerina	R$42	Grátis	1	R$42	Panvel	27/08/25
					Total:	R$ 209,3

Fonte – Autoria própria (2025)

7 RESULTADOS ESPERADOS OU PARCIAIS

Com o desenvolvimento deste projeto, espera-se que o sensor seja capaz de identificar o momento adequado para o acionamento e desligamento do sistema, enviando um sinal ao Arduino, que por sua vez controlará o motor responsável pela distribuição do fluido lubrificante para a máquina. Dessa forma, o reabastecimento ocorrerá de forma automática, garantindo que o nível de óleo se mantenha dentro dos padrões ideais de operação.

O óleo lubrificante desempenha um papel fundamental no funcionamento das máquinas CNC, pois é responsável por reduzir o atrito, evitar o desgaste dos componentes e assegurar a precisão dos movimentos. Quando o nível de óleo fica abaixo do recomendado, a máquina tende a apresentar falhas em seus eixos de movimentação e perda de precisão dimensional, comprometendo tanto a qualidade das peças produzidas quanto a durabilidade do equipamento.

8 REFERÊNCIAS

ADEQUADA ENGENHARIA. *Seguranças a serem tomadas em tornos (NR-12).* Disponível em: https://adequada.eng.br/torno-nr12/. Acesso em: 30 out. 2025.

ARDUINO UNO. *Descrição técnica do microcontrolador Arduino Uno.* Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino_Uno. Acesso em: 30 out. 2025.

BORUIMC. *Torno CNC de base plana CK6180.* Disponível em: https://boruimc.com/pt/produto/torno-cnc-de-base-plana-ck6180/. Acesso em: 30 out. 2025.

CADIUM. *O que é micro lubrificação (MQL)? Conheça os prós e contras.* Disponível em: https://cadium.com.br/o-que-e-micro-lubrificacao-mql-conheca-os-pros-e-contras/. Acesso em: 30 out. 2025.

CLARK MACHINE. *Torno chaveteira vertical.* Disponível em: https://www.clarkmachine.com.br/chaveteira-vertical. Acesso em: 30 out. 2025.

ELETROGATE. *Cabo jumper.* Disponível em: https://www.eletrogate.com/cabos-jumpers. Acesso em: 30 out. 2025.

ELETROGATE. *Mini bomba de água motor DC RS-385.* Disponível em: https://www.eletrogate.com/mini-bomba-de-agua-motor-dc-rs-385. Acesso em: 30 out. 2025.

ELETROGATE. *Módulo relé 1 canal 5V.* Disponível em: https://www.eletrogate.com/modulo-rele-1-canal-5v. Acesso em: 30 out. 2025.

FOLLOW MACHINES. *Fresadora universal Follow FU1120-1250.* Disponível em: https://www.followmachines.com/mx/catalogo/fresadora-universal-follow-fu1120-1250/. Acesso em: 30 out. 2025.

FORTG. *Torno para madeira com copiador 550W 1m bivolt Fortgpro FG052.* Disponível em: https://fortg.com.br/produto/torno-para-madeira-com-copiador-550w-1m-bivolt-fortgpro-fg052. Acesso em: 30 out. 2025.

GEYA. *Módulo relé 5V 1 canal: circuito e componentes.* Disponível em: https://www.geya.net/pt/relay-module-circuit-and-components/. Acesso em: 30 out. 2025.

GEYA. *O que é um módulo relé e para que serve?* Disponível em: https://www.geya.net/pt/what-is-a-relay-module-and-what-does-it-do/. Acesso em: 30 out. 2025.

GOTA QUÍMICA. *Tudo sobre glicerina.* Disponível em: https://gotaquimica.com.br/tudo-sobre-glicerina/. Acesso em: 30 out. 2025.

GRUPO ALLTECH. *Torno CNC.* Disponível em: https://www.grupoalltech.com.br/torno-cnc/. Acesso em: 30 out. 2025.

HUAZHONG INDUSTRIAL. *Produtos e soluções industriais Huazhong.* Disponível em: http://www.cn-huazhong.com/en/index.php?case=archive&act=list&catid=15. Acesso em: 30 out. 2025.

HF MULTIFERRAMENTAS. *Torno mecânico de bancada 940 mm 220V ML300.* Disponível em: https://www.hfmultiferramentas.com.br/torno-mecanico-de-bancada-940mm-220v-ml300.html. Acesso em: 30 out. 2025.

LONGWIN PRECISION. *Principais componentes da fresa.* Disponível em: https://pt.longwinprecision.com/info/what-are-the-7-major-parts-of-vertical-milling-98215396.html. Acesso em: 30 out. 2025.

MAKERHERO. *Placa Uno R3 + cabo USB para Arduino.* Disponível em: https://www.makerhero.com/produto/placa-uno-r3-cabo-usb-para-arduino/. Acesso em: 30 out. 2025.

MANUAIS TRINCABOTZ. *Fresamento convencional.* Disponível em: https://manuais.trincabotz.com.br/mecanica/usinagem/fresamento-convencional. Acesso em: 30 out. 2025.

MEGASMART. *Sensor ultrassônico de distância HC-SR04 módulo Arduino.* Disponível em: https://www.megasmart.com.br/arduino/sensor-ultrassonico-de-distancia-hc-sr04-modulo-arduino. Acesso em: 30 out. 2025.

MES INDUSTRIAL. *Torno CNC.* Disponível em: https://mesindustrial.com.br/torno-cnc/. Acesso em: 30 out. 2025.

PISCALED. *Cabos jumper 20 cm macho x macho (40 unidades).* Disponível em: https://www.piscaled.com.br/40-cabos-jumper-20cm-macho-x-macho. Acesso em: 30 out. 2025.

RÁPID DIRECT. *Tipos de tornos CNC: visão geral das máquinas de usinagem mais comuns.* Disponível em: https://www.rapiddirect.com/pt/blog/12-types-of-cnc-machines/. Acesso em: 30 out. 2025.

RML MÁQUINAS. *Principais componentes do torno e suas funcionalidades.* Disponível em: https://www.rmlmaquinas.com.br/usinagem-e-maquinas-operatrizes/nomes-das-partes-do-torno-mecanico-e-suas-funcionalidades/. Acesso em: 30 out. 2025.

SKF. *Sistemas de lubrificação de quantidade mínima (MQL).* Disponível em: https://www.skf.com/br/products/lubrication-management/automatic-lubrication-systems/minimal-quantity-lubrication-systems. Acesso em: 30 out. 2025.

TECWAG. *Skimmer industrial.* Disponível em: https://tecwag.com.br/. Acesso em: 30 out. 2025.

TIPO TEMPORÁRIO. *O que é e como funciona o sensor ultrassônico HC-SR04.* Disponível em: https://tipotemporario.com.br/elektra/blog/voce-sabe-o-que-e-e-como-funciona-o-sensor-ultrassonico/. Acesso em: 30 out. 2025.

UNION TECNOLOGIA. *Skimmer: remoção de óleo e impurezas de tanques industriais.* Disponível em: https://uniontecnologia.ind.br/produto/skimmer/. Acesso em: 30 out. 2025.

UNIVERSIDADE DA TECNOLOGIA. *O que é linguagem de programação.* Disponível em: https://universidadedatecnologia.com.br/o-que-e-linguagem-de-programacao/. Acesso em: 30 out. 2025.

USYTEC. *Tipos de tornos: uma visão geral das máquinas de usinagem mais comuns.* Disponível em: https://usytec.com.br/tipos-de-tornos-uma-visao-geral-das-maquinas-de-usinagem-mais-comuns/. Acesso em: 30 out. 2025.

WIKIPÉDIA. *Fresa.* Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Fresa. Acesso em: 30 out. 2025.

ANEXOS