

ETEC Rosa Perrone Scavone

Itatiba - SP

Robô Autônomo de Combate a Incêndio

Lucas Barbosa de Moraes
Henrique Gava Avila
Victor Hugo Megda Pedro

Orientador: Prof. Ms. Anderson Wilker Sanfins
Coorientador: Prof. Ms. Leonardo Delforno

Período de Desenvolvimento do Projeto: Março à Outubro de 2024

SUMÁRIO

Resumo do Projeto.....	03
Introdução.....	05
Objetivos e Relevância do Trabalho.....	06
Desenvolvimento do Projeto.....	07
Resultados do Projeto.....	08
Conclusões.....	20
Referências Bibliográficas.....	21

RESUMO DO PROJETO

Este projeto de um robô autônomo para combate a incêndios visa proporcionar uma solução inovadora para a atuação rápida em chamas que ainda não se alastraram de forma significativa, utilizando um Arduino como base de processamento.

A problemática abordada é a busca por eficiência e versatilidade na execução de movimentos programados. O objetivo principal é desenvolver um carrinho robô capaz de auxiliar em situações críticas de incêndio.

A justificativa para este projeto reside na necessidade de explorar aplicações práticas da robótica em contextos controlados, como ambientes domésticos ou laboratoriais.

A metodologia adotada inclui a seleção criteriosa de materiais, a programação eficiente do Arduino e a documentação clara do processo de construção. Os resultados esperados incluem um robô autônomo combatente de incêndios, capaz de demonstrar sua eficiência e agilidade na detecção de chamas.

Em conclusão, este projeto não apenas visa oferecer uma solução técnica, mas também promover uma compreensão acessível dos conceitos envolvidos na construção de um robô autônomo para combate a incêndios.

Palavras-chave: Combate a Incêndio, Automação, Programação

ABSTRACT

This project for an autonomous fire-fighting robot aims to provide an innovative solution for acting quickly on flames that have not yet spread significantly, using an Arduino as the processing base.

The problem addressed is the search for efficiency and versatility in executing programmed movements. The main objective is to develop a robot trolley capable of assisting in critical fire situations.

The justification for this project lies in the need to explore practical applications of robotics in controlled contexts, such as domestic or laboratory environments.

The methodology adopted includes careful selection of materials, efficient Arduino programming and clear documentation of the construction process. The expected results include an autonomous fire-fighting robot, capable of demonstrating its efficiency and agility in detecting flames.

In conclusion, this project not only aims to offer a technical solution, but also to promote an accessible understanding of the concepts involved in building an autonomous fire-fighting robot.

Keywords: Fire Fighting, Automation, Programming

INTRODUÇÃO

Este projeto de pesquisa é realizado no âmbito da Robótica, com foco na criação de um robô autônomo para combate a incêndios, controlado por sensores de chama e servo motores, utilizando o Arduino como unidade central de processamento. Desenvolvido como parte do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) na ETEC Rosa Perrone Scavone, instituição vinculada ao Centro Paula Souza, em Itatiba, interior de São Paulo, o estudo aborda a automação de movimentos precisos e predefinidos.

Situações de emergência envolvendo incêndios de pequenas, médias ou grandes proporções podem ser fatais e prejudiciais, exigindo ações rápidas e soluções eficazes. Ao analisarmos vídeos de combate a incêndios, observamos a presença de locais de difícil acesso e áreas de risco, que colocam em perigo a vida dos bombeiros. Nesse sentido, este projeto visa desenvolver um protótipo de robô autônomo para combate a incêndios. Este robô é uma ferramenta vital para a segurança e prevenção, pois pode identificar e extinguir chamas automaticamente, reconhecendo incêndios e reagindo rapidamente por meio da combinação de sensores, motores e controle inteligente.

DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Neste capítulo, apresentamos o desenvolvimento do robô autônomo para combate a incêndios, destacando as etapas de pesquisa, montagem e integração dos componentes.

Após uma análise dos modelos existentes, constatamos que a maioria dos robôs de combate a incêndios disponíveis no mercado são carrinhos controlados remotamente, o que não atende às especificações desejadas para nosso projeto. Assim, propomos a criação de um carro autônomo capaz de detectar e combater automaticamente chamas.

A abordagem adotada é experimental. A proposta inicial envolve a montagem do carrinho, incluindo a base, rodas e motores. A seguir, realizaremos testes com os sensores de chama, que serão acoplados ao carrinho para garantir a detecção precisa do fogo.

Um dos principais desafios deste projeto será direcionar o carrinho e movimentá-lo até o foco do incêndio, representando a parte mais complexa da programação. Após assegurar o funcionamento do carrinho e a integração dos sensores, a próxima etapa consiste em acoplar um reservatório de água, uma mangueira, um servomotor e uma bomba. A programação deverá ser desenvolvida para que, ao detectar o fogo, o robô consiga se deslocar e acionar a bomba d'água.

Estimamos que todas essas etapas levarão aproximadamente 4 meses, com o apoio dos professores nas áreas de programação e na integração dos sensores, servomotores, bomba d'água e movimentação do carrinho.

Materiais Utilizados

Para a realização do projeto, utilizaremos os seguintes materiais:

- Bateria 18650 9800mAh 3,7V: R\$ 80,00
- Componentes Eletrônicos: Potenciômetros, LEDs e resistores para a montagem do protótipo: R\$ 20,00
- Arduino UNO: Microcontrolador que servirá como unidade de processamento central: R\$ 80,00
- Base, rodas e motores: R\$ 80,00
- Servomotores: Responsáveis pelo movimento da mangueira: R\$ 120,00
- Bomba d'água 12V, reservatório e mangueiras: R\$ 60,00
- 3 Sensores de Chama: R\$ 45,00

O custo total estimado para a confecção do projeto é de R\$ 450,00. Os componentes de menor custo, como botões, LEDs e fios, foram disponibilizados pela escola técnica, enquanto os demais itens foram adquiridos com a contribuição dos membros da equipe.

Artigo Científico

Artigo Científico

RESULTADOS DO PROJETO

Para o desenvolvimento do protótipo, iniciamos com a compra da base, rodas e motores. Foi montado o carrinho e feito todos os testes de movimentos.

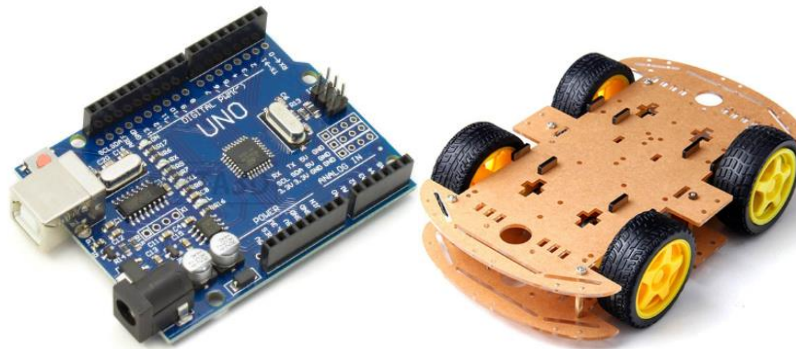


Figura 1 – Montagem do Robô automático de combate a chama

Em seguida fizemos os testes com o sensor de chama, precisamos inicialmente entender todo o funcionamento e acoplamento do mesmo no Arduino.



Figura 2 – Teste do sensor de chama

Após os teste e conexão do sensor de chama no carrinho, nossa próxima etapa foi a montagem do reservatório de água, bomba, servomotor e conexão. Nessa etapa ainda estamos com dificuldade do funcionamento correto de acionamento da bomba d'água, junto com o movimento do carrinho.

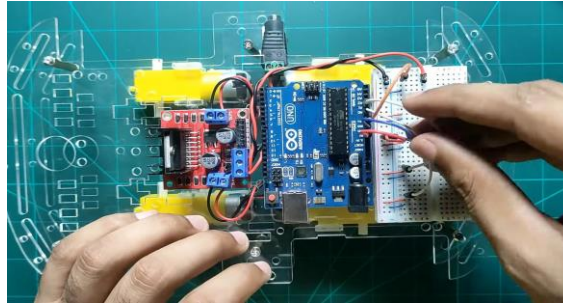


Figura 3 - Projeto do Robô automático de combate a chama



Figura 4 – Montagem do reservatório e mangueiras

A implementação seguirá as seguintes etapas:

- Conexão e programação do Arduino Uno para interação eficiente com os dispositivos.
- Integração do servo motor para movimentar a mangueira.
- Configuração do sensor de chama para detecção do tal.
- Programação o deixando totalmente automático.
- Alimentação do sistema utilizando a duas baterias de 9800mAh de 3.7V.
- Implementação do I298 motor drive para a alimentação dos motores que movimenta as rodas do carrinho.
- Integração do protoboard para as ligações do servo motor com os sensores para a placa do Arduino.

- Integração de uma Bomba d'água 12V e um pequeno recipiente para colocar a água.

Dispositivos Principais:

1) Arduino Uno

O Arduino Uno será o cérebro central do sistema, gerenciando e coordenando todas as operações. Sua versatilidade e capacidade de interface com diversos componentes o tornam ideal para controlar o projeto.

2) Servo Motor:

O servo motor será empregado para garantir o controle de movimento da mangueira em diferentes ângulos. Sua capacidade de rotação controlada torna-os ideais para aplicações específicas.

3) Sensor de Chama:

Este componente será responsável por detectar chama no ambiente. Quando acionado, enviará sinais para o Arduino, desencadeando ações específicas no sistema de automação.

4) Drive motor:

Este será responsável por distribuir a alimentação tanto para os motores do carrinho, quanto para o Arduino Uno.

5) Bateria 18650 9800mAh 3.7V:

Essencial para fornecer a energia necessária ao sistema, a bateria 18650 9800mAh 3.7V garantirá uma alimentação estável e eficiente.

6) Bomba d'água 12V:

Responsável por "puxar" a água e mandá-la.

Programação:

Inclusão de Bibliotecas: O código inicia com a inclusão da biblioteca NewPing, que facilita o uso de sensores ultrassônicos para medir distâncias.

```
#include <NewPing.h> // Biblioteca para o controle dos sensores ultrassônicos
```

Definição de Pinos: Os pinos dos sensores de chama e dos motores são definidos, facilitando a conexão física com o hardware.

```
const int sensorChama1 = 2; // Sensor de chama à esquerda
const int sensorChama2 = 3; // Sensor de chama no centro
const int sensorChama3 = 4; // Sensor de chama à direita
```

Definição de Pinos dos Sensores Ultrassônicos: Define os pinos do sensor ultrassônico que serão conectados ao Arduino.

```
#define TRIGGER_PIN1 5
#define ECHO_PIN1 6
#define TRIGGER_PIN2 7
#define ECHO_PIN2 8
#define MAX_DISTANCE 200 // Distância máxima de leitura em cm
```

Inicialização dos Sensores: Os objetos sonar1 e sonar2 são criados para controle dos sensores ultrassônicos, especificando os pinos de disparo e eco.

```
NewPing sonar1(TRIGGER_PIN1, ECHO_PIN1, MAX_DISTANCE);
NewPing sonar2(TRIGGER_PIN2, ECHO_PIN2, MAX_DISTANCE);
```

Definição de Pinos dos Motores:

```
const int motor1A = 9;
const int motor1B = 10;
const int motor2A = 11;
const int motor2B = 12;
```

Definição do Pino do Relé da Bomba de Água:

```
const int relePin = 13;
```

Variável de Controle de Fogo Detectado:

```
bool fogoDetectado = false;
```

Configuração Inicial: A função setup() define os pinos como entrada ou saída e inicializa a comunicação serial para fins de depuração.

```
void setup() {
  pinMode(sensorChama1, INPUT);
  pinMode(sensorChama2, INPUT);
  pinMode(sensorChama3, INPUT);
  pinMode(motor1A, OUTPUT);
  pinMode(motor1B, OUTPUT);
  pinMode(motor2A, OUTPUT);
  pinMode(motor2B, OUTPUT);
  pinMode(relePin, OUTPUT);
  digitalWrite(relePin, LOW);
}
```

Funções de Movimento: As funções moverFrente(), parar(), virarEsquerda() e virarDireita() controlam os motores do robô, permitindo que ele se mova em diferentes direções.

```
void moverFrente() {
  digitalWrite(motor1A, HIGH); // Ativa o motor 1
  digitalWrite(motor1B, LOW);
  digitalWrite(motor2A, HIGH); // Ativa o motor 2
  digitalWrite(motor2B, LOW);
}

// Função para parar o robô
void parar() {
  digitalWrite(motor1A, LOW); // Desativa o motor 1
  digitalWrite(motor1B, LOW);
  digitalWrite(motor2A, LOW); // Desativa o motor 2
  digitalWrite(motor2B, LOW);
}

// Função para virar à esquerda
void virarEsquerda() {
  digitalWrite(motor1A, LOW);
  digitalWrite(motor1B, HIGH); // Ativa o motor 1 em reverso
  digitalWrite(motor2A, HIGH);
  digitalWrite(motor2B, LOW);
}

// Função para virar à direita
void virarDireita() {
  digitalWrite(motor1A, HIGH);
  digitalWrite(motor1B, LOW);
  digitalWrite(motor2A, LOW); // Ativa o motor 2 em reverso
  digitalWrite(motor2B, HIGH);
}
```

Deteção de Obstáculos: A função `obstaculoFrente()` utiliza os sensores ultrassônicos para verificar a presença de obstáculos a uma distância inferior a 20 cm.

```
// Função para verificar a proximidade de obstáculos
bool obstaculoFrente() {
    int distancia1 = sonar1.ping_cm(); // Medida do sensor ultrassônico 1
    int distancia2 = sonar2.ping_cm(); // Medida do sensor ultrassônico 2
    // Retorna true se qualquer distância medida for menor que 20 cm
    if (distancia1 > 0 && distancia1 < 20) return true;
    if (distancia2 > 0 && distancia2 < 20) return true;
    return false;
}
```

Direcionamento para a Chama: A função `irDirecaoChama()` analisa os dados dos sensores de chama e movimenta o robô em direção à chama detectada, ativando a bomba d'água se o fogo for encontrado.

```
void irDirecaoChama() {
    // Verifica qual sensor detectou a chama
    bool chamaEsquerda = digitalRead(sensorChama1) == LOW; // Sensor à esquerda
    bool chamaCentro = digitalRead(sensorChama2) == LOW; // Sensor central
    bool chamaDireita = digitalRead(sensorChama3) == LOW; // Sensor à direita

    // Lógica de prioridade para movimentação
    if (chamaCentro) {
        Serial.println("Chama detectada à frente");
        moverFrente(); // Move para frente se a chama estiver central
    }
    else if (chamaEsquerda && chamaDireita) {
        Serial.println("Chamas detectadas à esquerda e direita - Movendo à frente");
        moverFrente(); // Se ambas as chamas forem detectadas, avança
    }
    else if (chamaEsquerda) {
        Serial.println("Chama detectada à esquerda");
        virarEsquerda(); // Vira à esquerda se a chama estiver à esquerda
        delay(500); // Mantém a virada por meio segundo
    }
    else if (chamaDireita) {
        Serial.println("Chama detectada à direita");
        virarDireita(); // Vira à direita se a chama estiver à direita
        delay(500); // Mantém a virada por meio segundo
    }

    // Após mover em direção à chama, para e aciona o relé
    parar(); // Para o robô
    digitalWrite(relePin, HIGH); // Liga a bomba de água
    delay(5000); // Mantém a bomba ligada por 5 segundos
    digitalWrite(relePin, LOW); // Desliga a bomba
}
```

Loop Principal: A função loop() verifica constantemente se há fogo e, em caso positivo, move o robô na direção do fogo. Se não houver fogo, o robô verifica a presença de obstáculos e se move autonomamente.

```
// Função principal do loop
void loop() {
  // Verifica se algum sensor de chama detecta fogo
  if (digitalRead(sensorChama1) == LOW || digitalRead(sensorChama2) == LOW || digitalRead(
    fogoDetectado = true; // Define fogoDetectado como verdadeiro se alguma chama for det
  } else {
    fogoDetectado = false; // Caso contrário, define como falso
  }

  // Se fogo for detectado, vai em direção à chama detectada
  if (fogoDetectado) {
    irDirecaoChama(); // Move em direção ao foco de incêndio
  } else {
    // Se não houver fogo, o robô se move de forma autônoma desviando de obstáculos
    if (obstaculoFrente()) {
      virarEsquerda(); // Se houver obstáculo, vira à esquerda
      delay(500); // Mantém a virada por meio segundo
    } else {
      moverFrente(); // Caso contrário, segue em frente
    }
  }

  delay(100); // Pequeno atraso para estabilizar a leitura dos sensores
}
```

Esses comentários fornecem uma visão geral do funcionamento do programa, ajudando a entender como cada parte contribui para o objetivo geral do robô autônomo de combate a incêndios.

CONCLUSÕES

O desenvolvimento do robô autônomo de combate a incêndios representa um avanço significativo na aplicação da robótica em situações de emergência. Através da implementação de um sistema de detecção de chama utilizando sensores apropriados e um controle eficiente com Arduino, o robô demonstrou sua capacidade de identificar e reagir a incêndios em tempo real.

Os objetivos estabelecidos foram alcançados com sucesso. O robô foi projetado para se movimentar de forma autônoma, direcionando-se para a fonte de calor detectada, além de desviar de obstáculos, o que aumenta sua eficácia em ambientes complexos. A integração dos motores, sensores e da bomba d'água permitiu que o robô não apenas identificasse, mas também apagasse chamas de maneira prática e eficiente.

A programação foi um desafio, especialmente na criação de lógicas de decisão que permitissem ao robô tomar decisões em tempo real baseadas nas informações dos sensores. No entanto, a utilização da biblioteca NewPing facilitou a implementação dos sensores ultrassônicos, enquanto a clara definição das funções de movimento e controle proporcionou um comportamento fluido e responsivo.

Os testes realizados mostraram que o robô é capaz de se mover com precisão em direção à chama detectada, enquanto sua função de desvio de obstáculos garante uma operação segura em cenários variados. Além disso, a utilização de componentes acessíveis e de baixo custo demonstrou que é possível desenvolver soluções eficazes e inovadoras com recursos limitados.

Em suma, este projeto não apenas fornece uma ferramenta útil para a prevenção de incêndios, mas também serve como um exemplo prático do potencial da robótica em aumentar a segurança em ambientes domésticos e industriais. As futuras melhorias podem incluir a implementação de algoritmos de aprendizado de máquina para otimizar a navegação e a detecção de fogo, além de melhorias na autonomia do robô. Com esses avanços, espera-se que a eficácia do robô em situações de emergência seja ainda maior, contribuindo para a segurança de vidas e propriedades.

descomplicado-Como elaborar projetos de eletrônica. Saraiva Educação SA, 2015.

Artigo Científico
Artigo Científico

OLIVEIRA, J. M.; PEREIRA, F. R.; SANTOS, A. L. Um Estudo sobre Sensores de Posicionamento para Aplicações em Braços Robóticos. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica, 25., 2023, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABCM, 2023. p. 120-130

SIMPLÍCIO, P. V. G.; LIMA, B. R. Manipuladores Robóticos Industriais. Caderno de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas - UNIT - SERGIPE, v. 3, n. 3, p. 85–85, 24 out. 2016.

SOARES, R.; LUCATO, A. V. R. Robótica colaborativa na indústria 4.0, sua importância e desafio. Revista Interface Tecnológica, v. 18, n. 2, p. 747–759, 20 dez. 2021.

VIDO, M.; LUCATO, W.; MARTENS, M. O robô colaborativo na indústria 4.0: conceitos para a interação humano-robô em um posto de trabalho. [s.l.: s.n.]. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_290_1634_37074.pdf. Acessado em março/2024.