



**SÃO PAULO**  
GOVERNO DO ESTADO

## **ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL**

**DEP. ARY DE CAMARGO PEDROSO**

**Técnico em Eletrônica**

**Arthur Betier Bortolozzo**

**Ary Augusto Gonçalves dos Santos**

**Cássio Xavier Ribeiro**

**Lucas Ferreira de Sousa**

**Lucas Soares dos Santos**

**Wilson Antônio Lourenço**

# **CARRO SEGUIDOR DE LUZ**

**Piracicaba**

**2024**

**Arthur Betier Bortolozzo**

**Ary Augusto Gonçalves dos Santos**

**Cássio Xavier Ribeiro**

**Lucas Ferreira de Sousa**

**Lucas Soares dos Santos**

**Wilson Antônio Lourenço**

# **CARRO SEGUIDOR DE LUZ**

Trabalho de Conclusão de Curso da Etec  
Deputado Ary de Camargo Pedroso,  
orientado pelo Prof. Claudio Volcov,  
apresentado como requisito parcial para  
obtenção do título de Técnico em  
ELETRÔNICA.

**Piracicaba**

**2024**

## **DEDICATÓRIA**

Nós dedicamos primeiro a Deus, que sempre nos protegeu e deu saúde para realização do trabalho.

Dedicamos á Etec Deputado Ary de Camargo Pedroso, que sempre nos apoiaram e incentivaram, visando o melhor para o nosso conhecimento e futuro.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos ao nosso professor Claudio Volcov, Flávia Cristina Penteado Martins, Luis Eduardo Stabelin, Rubens Fernando Serafim, Adilson Antonio Rodrigues, Luis Gustavo Zanuzzi, que sempre estiveram presentes em nossa trajetória para que pudéssemos concluir nosso trabalho com excelência.

## EPÍGRAFE

*“A tecnologia tornou cada indivíduo um  
canal em potencial”.*

Juliano Kimura.

## RESUMO

Em resumo, o carrinho LDR utiliza sensores de luz (LDRs) em conjunto com resistores e transistores para seguir uma fonte de luz. A leitura das intensidades de luz permite ao microcontrolador acionar os motores adequadamente, fazendo com que o carrinho se desloque na direção da luz. Esta abordagem é simples e eficiente, oferecendo uma introdução prática à robótica e à eletrônica.

**Palavras-Chave:** Carrinho seguidor de luz. LDR. robô. Robótica.

## ABSTRACT

In short, the LDR cart uses light sensors (LDRs) in conjunction with resistors and transistors to follow a light source. Reading the light intensities allows the microcontroller to activate the motors appropriately, causing the cart to move in the direction of the light. This approach is simple and efficient, offering a practical introduction to robotics and electronics.

**Keywords:** Light follower cart. LDR. Robot. Robotic.

## Sumário

INTRODUÇÃO .....	8
1.1 Justificativa.....	11
1.2 Objetivo.....	13
2. DESENVOLVIMENTO.....	14
2.1 Componentes:.....	18
2.1.1 Motor Com Caixa de inversão .....	18
2.1.2 Sensor de Luminosidade LDRs .....	19
2.1.3 Transistores .....	21
2.1.4 LED .....	22
2.1.5 Resistor .....	23
2.1.6 Bateria 9V; .....	24
2.1.7 Placa de fenolite .....	25
2.1.8. chassi do carro; .....	26
3 CONCLUSÃO .....	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	30

## Lista de figuras

Figura 1 - Ferrari 250LM.....	8
Figura 2 - Stratus.....	9
Figura 3 - (mer-a) spirit.....	9
Figura 4 - rastreador solar com sensor ldr e arduino.....	10
Figura 5 alimentador automático de pet.....	14
Figura 6 - Alimentador Automático para Gado Confinado .....	15
Figura 7 - sonar de rastreamento .....	16
Figura 8 - visão esquemática da placa .....	17
Figura 9 - motor cc .....	19
Figura 10 – sensor de luminosidade (LDR).....	21
Figura 11 – Transistor 2n2222a.....	22
Figura 12 - led .....	23
Figura 13 - resistor .....	24
Figura 14 - bateria 9v .....	25
Figura 15 - placa de fenolite .....	26
Figura 16 - chassi do carro.....	27

## INTRODUÇÃO

O presente relatório descreve o desenvolvimento de um carrinho eletrônico controlado por sensores LDR (Light Dependent Resistors). Este projeto visa criar um robô que possa seguir uma fonte de luz, explorando conceitos de eletrônica básica.

Os primeiros carrinhos de controle remoto apareceram em meados de 1966, produzidos pela empresa italiana El-Gi (Elettronica Giocattoli). Seu primeiro modelo, uma Ferrari 250LM, estava disponível no Reino Unido em dezembro de 1967. Foi mostrada pela primeira vez na Feira de Brinquedos de Milão no início de 1968.

*Figura 1 - Ferrari 250LM*



No Brasil, o Stratus foi o primeiro carro de controle remoto. Lançado em 1979 pela Estrela, ele era uma réplica exata do Lancia Stratos de rally com a pintura da Alitalia — mais tarde o brinquedo recebeu decorações diferentes, com patrocinadores brasileiros. Era o único carro de controle remoto de sua época com sistema de sete posições e marcha à ré automática.

Figura 2 - Stratus

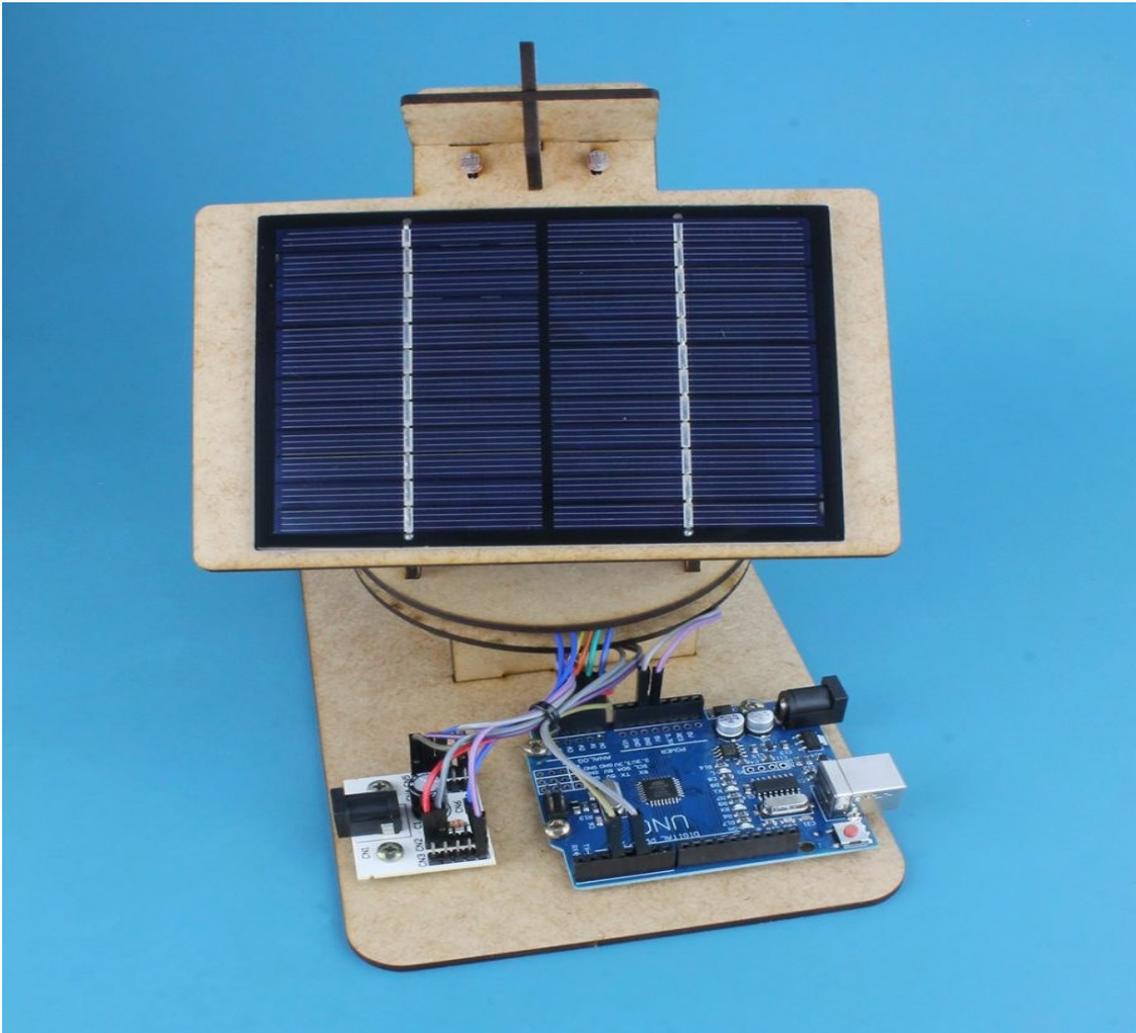


Em 2004, os veículos exploradores Spirit e Opportunity, da Nasa, pousaram em Marte. Eram carrinhos tecnológicos, manipulados à distância por um tipo de controle remoto e pesavam 165 kg cada um. Os carrinhos-astronautas percorreram um trecho do planeta e tiraram fotos. Prova de que a tecnologia pode ser um brinquedo: peças de Lego foram usadas para montar robôs.

Figura 3 - (mer-a) spirit



Figura 4 - Rastreador solar com sensor ldr e arduino



Com a ascensão das energias renováveis e a busca por meios naturais de produção de energia limpa, a captação solar para conversão em eletricidade é um dos métodos que cresce cada vez mais na atualidade.

Ao pensar em métodos para aproveitarmos ainda mais este recurso tão abundante, desenvolveu-se em um projeto que pudesse verificar a posição do sol e conseqüentemente posicionar o painel solar diretamente ao mesmo.

Através de quatro sensores LDR rastreamos a posição do sol e através de dois servos motores controlamos os movimentos na horizontal e na vertical do nosso projeto, tudo isto através de um Arduino UNO que lê, interpreta e executa os movimentos.

## 1.1 Justificativa

Nosso intuito em desenvolver este trabalho é mostrar de forma didática como é o funcionamento de um carro seguidor de luz, assim tornando mais fácil a compreensão do público.

### 1. Aplicação Educacional e Aprendizado

**Interdisciplinaridade:** O projeto integra conceitos de física (óptica e luz), eletrônica (sensores e circuitos), programação e robótica. Isso permite consolidar conhecimentos em várias áreas simultaneamente.

**Prática Aplicada:** Construir um carro seguidor de luz proporciona uma experiência prática de engenharia e resolução de problemas, essencial para estudantes que desejam entrar em áreas técnicas.

**Base para Sistemas Complexos:** Este projeto é uma introdução a tecnologias mais avançadas, como carros autônomos e robôs de busca e resgate.

### 2. Relevância Tecnológica

**Automação e Inteligência Artificial:** Sistemas seguidores de luz são exemplos simples de automação, mostrando como máquinas podem reagir a estímulos ambientais. É um conceito básico que se aplica a tecnologias avançadas como painéis solares que seguem o sol ou drones com navegação autônoma.

**Sustentabilidade:** Pode ser adaptado para aplicações ecológicas, como robôs movidos a energia solar, que buscam fontes de luz para maximizar a eficiência energética.

### 3. Facilidade e Acessibilidade

**Custo Reduzido:** Componentes como LDRs (resistores dependentes de luz), microcontroladores (ex.: Arduino) e motores são acessíveis financeiramente, permitindo a execução do projeto mesmo com orçamento limitado.

Projeto Simples e Didático: A simplicidade do carro seguidor de luz facilita sua apresentação e compreensão, especialmente em um contexto de ensino ou divulgação científica.

#### 4. Aplicações Reais e Futuras

Exploração Robótica: Robôs seguidores de luz podem ser usados em ambientes hostis, como cavernas ou espaços de difícil acesso, para buscar fontes de luz que indicam áreas seguras.

Eficiência Energética: A lógica do seguidor de luz pode ser aplicada a sistemas automatizados que otimizam a coleta de luz solar.

#### 5. Inovação e Criatividade

Extensibilidade do Projeto: A ideia do carro seguidor de luz pode ser expandida para robôs multifuncionais que reagem a diferentes estímulos, como som ou temperatura.

Desafios Técnicos: O projeto envolve a resolução de problemas como diferenciação de luz ambiente e luz direcionada, tornando-o um excelente exemplo de inovação técnica.

#### 6. Contribuição Acadêmica

Fomento à Pesquisa: Projetos como o carro seguidor de luz servem como base para futuros trabalhos acadêmicos em robótica, inteligência artificial e engenharia.

Valorização de Conceitos Fundamentais: Ele promove o aprendizado de conceitos básicos que são fundamentais para o desenvolvimento de tecnologias mais avançadas.

## 1.2 Objetivo

### **OBJETIVO GERAL:**

O objetivo do projeto é construir um carrinho que se movimenta em direção à luz, utilizando LDRs para detectar a intensidade luminosa. O carrinho é projetado para ser uma introdução prática ao uso de sensores e atuadores. Sendo mais barato do que carro de controle remoto.

### **OBJETIVO ESPECÍFICO:**

- **Projetar o Circuito Eletrônico:** Elaborar e montar o circuito necessário para o funcionamento do seguidor de luz, utilizando sensores como LDR (Light Dependent Resistors) e atuadores, como motores elétricos.
- **Programar o Sistema de Controle:** Criar e otimizar o algoritmo de controle que interpreta os sinais dos sensores de luz e aciona os motores para direcionar o veículo corretamente.
- **Testar e Validar o Funcionamento:** Realizar testes práticos para verificar a capacidade do carro de seguir fontes luminosas em diferentes condições ambientais.
- **Explorar Aplicações Práticas:** Analisar e sugerir possíveis utilizações reais do projeto, como sistemas de resgate, dispositivos de coleta de energia solar ou robôs industriais.
- **Promover o Aprendizado Técnico:** Demonstrar o uso prático de conceitos interdisciplinares, como sensores, eletrônica, robótica e programação, dentro do projeto.
- **Promover a diversão:** O carrinho proporciona entretenimento e interação ao público, ao mesmo tempo em que ilustra o potencial de aplicação desta tecnologia em cenários práticos, como linhas de montagem automatizadas e educação em robótica. No âmbito mais amplo, este projeto evidencia a promessa contínua da robótica e automação na simplificação de tarefas e na promoção da aprendizagem e diversão no domínio da ciência e tecnologia.

## 2. DESENVOLVIMENTO

Nosso desenvolvimento se baseia na identificação dos componentes citados a seguir, e uma descrição do funcionamento de cada um.

Projetos Anteriores e Oportunidades:

### **Alimentador Automático de Pet's (Projeto 1):**

A ideia de criar um alimentador de pets foi excelente para demonstrar as habilidades de automação e eletrônica com recursos limitados. Foi um bom exemplo de como adaptar soluções do cotidiano para automatizar tarefas simples.

Esse projeto teria um grande potencial para ser adaptado para outros tipos de animais ou ambientes, como a alimentação de gado.



*Figura 5 alimentador automático de pet*

### **Alimentador Automático para Gado Confinado (Projeto 2):**

O projeto do alimentador automático para gado foi promissor, mas o desafio de adaptá-lo ao tempo disponível para o TCC levou o grupo a decidir por uma abordagem mais simples.

Mesmo assim, a ideia de usar recursos caseiros e simples é algo que pode ser explorado futuramente, se o grupo tiver mais tempo para um projeto mais ambicioso.



*Figura 6 - Alimentador Automático para Gado Confinado*

### **Sonar de Rastreamento (Projeto 3):**

O sonar de rastreamento se mostrou mais complexo do que inicialmente imaginado. Projetos que envolvem sensores ultrassônicos e a interpretação de dados podem ser desafiadores, especialmente no que diz respeito à calibração e à interferência de sinais.

Isso proporcionou ao grupo uma grande aprendizagem sobre como lidar com sinais e controle de movimento, mesmo que o projeto tenha sido descartado por questões de viabilidade.

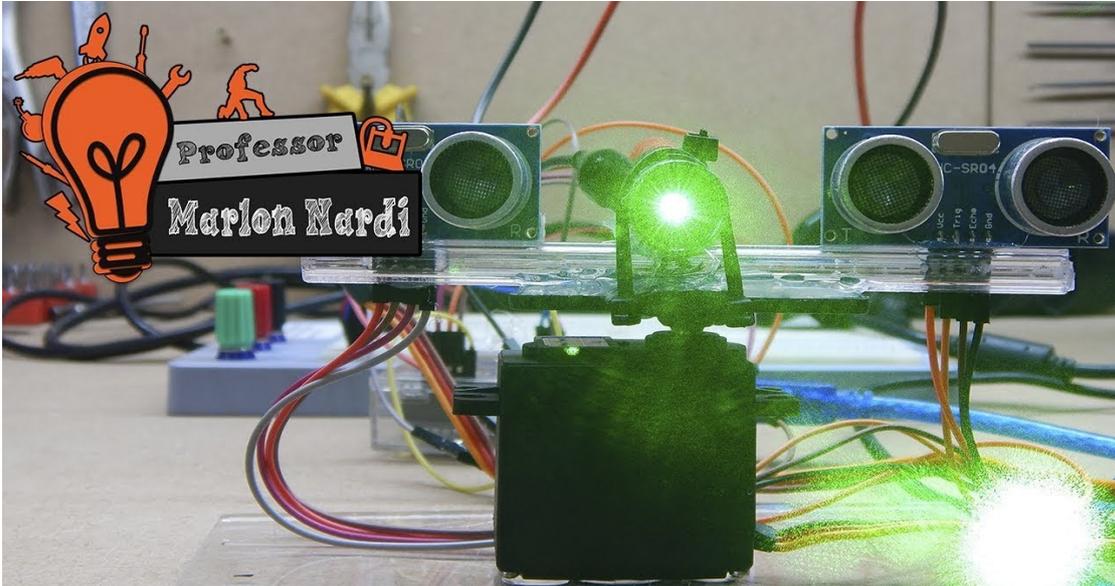


Figura 7 - Sonar de rastreamento

#### **Carro Seguidor de Luz (Projeto 4 - FINAL):**

O projeto do carrinho seguidor de luz parece ser a melhor escolha para o TCC, considerando os aspectos práticos e a simplicidade do conceito. Ele não só é mais viável em termos de tempo e recursos, mas também apresenta uma aplicação direta e tangível para os conhecimentos em eletrônica e programação.

A utilização de sensores LDR, motores e um microcontrolador (como o Arduino) é uma excelente forma de demonstrar o uso de sensores e automação básica. A ideia de movimentar o carrinho em resposta à intensidade de luz é intuitiva e pode ser facilmente implementada e demonstrada.

## A visão esquemática da placa seria essa:

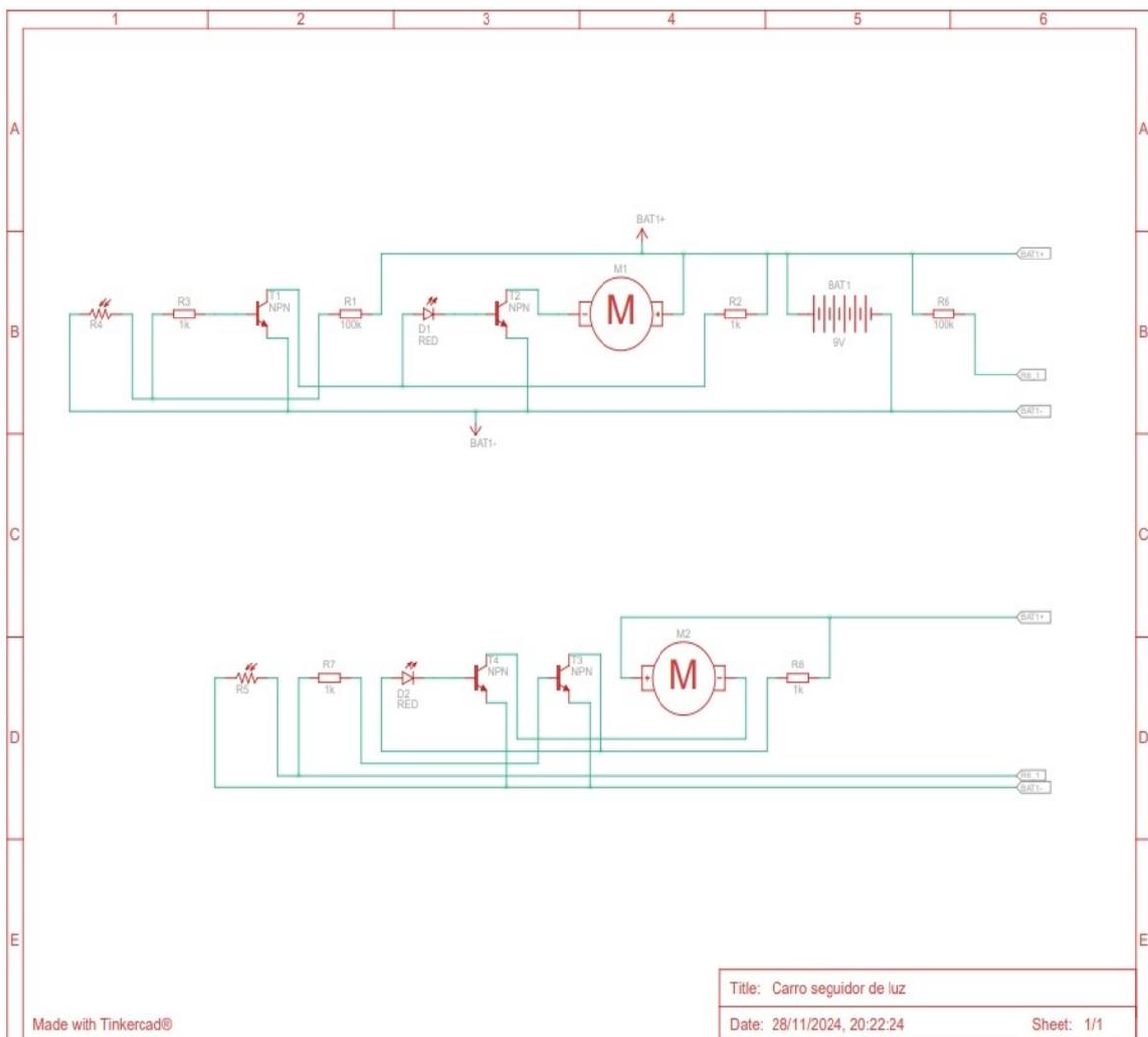


Figura 8 - Visão esquemática da placa

## Possíveis Aperfeiçoamentos e Dicas para o Carro Seguidor de Luz:

### Controle de Velocidade e Precisão:

Se quiserem adicionar mais complexidade, considerem a possibilidade de controlar a velocidade do carrinho dependendo da intensidade da luz. Por exemplo, quanto mais perto da fonte de luz, mais rápido o carro poderia se mover.

### Estabilidade e Direção:

Certifique-se de que a estrutura do carrinho seja equilibrada e que os motores estejam bem alinhados, para garantir que o carrinho siga a luz de forma estável e não perca o controle.

Sensor Adicional para Melhor Detecção:

Embora dois sensores LDR funcionem para a detecção de luz, adicionar mais sensores pode melhorar a precisão. Usar uma matriz de sensores pode ajudar a ajustar a direção com maior precisão.

Testes e Calibração:

A calibração dos sensores LDR é crucial para garantir que o carrinho reaja corretamente às variações de luz. Fazer testes em diferentes ambientes pode ajudar a ajustar os limites de detecção.

Desafios com Fontes de Luz:

Como o carrinho depende da intensidade da luz, o projeto pode ser influenciado por fontes de luz externas, como luz ambiente. A instalação de uma fonte de luz controlada (como LEDs) pode ser uma solução para testar o funcionamento de forma mais consistente.

### **Conclusão:**

O carrinho seguidor de luz parece ser o projeto que atende bem às expectativas do grupo: ele é simples, econômico, e permite uma demonstração eficaz das habilidades de programação e eletrônica. Com o tempo e recursos limitados, este projeto tem grande potencial para ser concluído com sucesso e apresentar um trabalho de qualidade no TCC.

## **2.1 Componentes:**

### **2.1.1 Motor Com Caixa de inversão**

Motor de corrente contínua (CC). É o elemento atuador do sistema e tem como exigência possuir torque suficiente para movimentar toda a estrutura e seus componentes. No projeto foram utilizados dois motores CC de 3-6 volts de tensão de comando. Foram empregados por estarem presentes no kit do robô, e também por possuírem encaixes de fixação com o chassi.

Figura 9 - Motor cc



### 2.1.2 Sensor de Luminosidade LDRs

Os LDRs, ou resistores dependentes de luz, são dispositivos eletrônicos cuja resistência varia de acordo com a intensidade da luz que incide sobre eles. Comumente usados em circuitos eletrônicos para detectar níveis de iluminação. Quando a luz incide sobre eles, sua resistência diminui, permitindo que a corrente elétrica passe. LDRs para detectar a intensidade luminosa. Dois resistores dependentes de luz para detecção da luz. Se o LDR esquerdo detecta mais luz, o carrinho gira para a esquerda. Se o LDR direito detecta mais luz, o carrinho gira para a direita. Quando ambos forem iluminados o carro anda para frente.

#### **Características Espectrais**

Os fotoresistores possuem uma sensibilidade espectral que geralmente é mais alta em torno do comprimento de onda de 550 nm, o que corresponde à luz verde. Esta característica torna os fotoresistores particularmente úteis em aplicações que envolvem a detecção de luz visível.

## **Aplicações dos Fotorresistores**

### **Circuitos de Proteção**

Em circuitos de proteção, os fotorresistores são usados para detectar variações na iluminação, acionando mecanismos de segurança quando há mudanças abruptas na intensidade luminosa.

### **Alarmes**

Os fotorresistores são frequentemente utilizados em sistemas de alarme que disparam quando a luz é interrompida ou quando há um aumento súbito de luz, indicando a presença de um intruso.

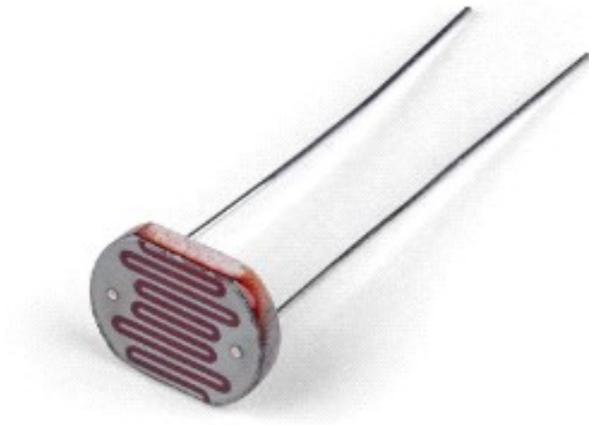
### **Medidores de Luminosidade**

Instrumentos que medem a luminosidade ambiente, como fotômetros, utilizam fotorresistores para fornecer leituras precisas da intensidade da luz. Estes dispositivos são essenciais em áreas como fotografia e horticultura.

### **Detecção de Presença**

Os fotorresistores podem ser integrados em circuitos com temporizadores. Estes circuitos são usados para detectar a presença de luz e acionar dispositivos como lâmpadas durante um período predeterminado.

Figura 10 – Sensor de luminosidade (LDR)



### 2.1.3 Transistores

Transistores são componentes eletrônicos semicondutores que atuam como interruptores ou amplificadores de sinais elétricos. Eles são fundamentais na eletrônica moderna, sendo usados em praticamente todos os dispositivos eletrônicos, desde computadores e smartphones até sistemas de comunicação e controle. Usados como chaves para controlar os motores do carrinho.

O sinal de saída do divisor de tensão pode ser usado para acionar transistores. Os transistores funcionam como chaves para controlar os motores do carrinho. Quando a tensão no divisor de tensão excede um certo nível (definido pela configuração do resistor), o transistor é ativado, permitindo que a corrente flua para o motor.

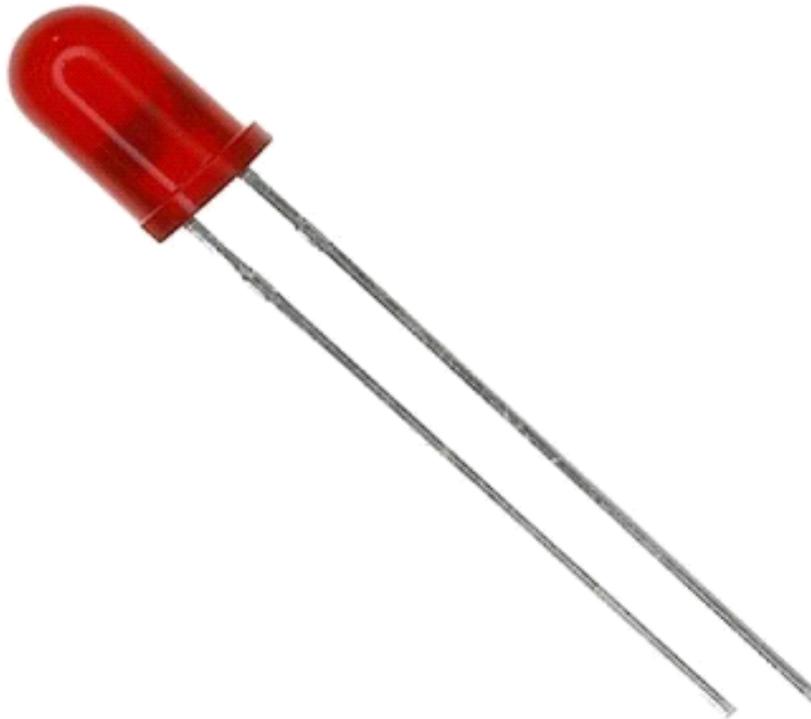
Figura 11 – Transistor 2n2222a



#### 2.1.4 LED

LEDs (Light Emitting Diodes), ou Diodos Emissores de Luz, são componentes eletrônicos semicondutores que emitem luz quando uma corrente elétrica passa através deles. Eles são amplamente utilizados devido à sua alta eficiência energética, durabilidade e versatilidade em diferentes aplicações de iluminação e sinalização. Os leds serão usados na traseira do carro, para funcionarem como a seta de um carro. Quando iluminar o ldr da direita o led da direita também acende assim como, quando iluminado o ldr da esquerda o led da esquerda também acende.

*Figura 12 - Led*



### 2.1.5 Resistor

Resistores são componentes eletrônicos passivos que limitam ou controlam o fluxo de corrente elétrica em um circuito. Eles funcionam transformando energia elétrica em calor, dissipando parte dessa energia e, assim, reduzindo a intensidade da corrente elétrica que passa por eles.

Figura 13 - Resistor



### 2.1.6 Bateria 9V;

Uma bateria de 9V é um tipo de bateria compacta que fornece uma tensão nominal de 9 volts. Ela é bastante comum em aplicações de baixo consumo de energia e é amplamente utilizada em dispositivos eletrônicos como detectores de fumaça, brinquedos, rádios portáteis, multímetros, pedais de guitarra e outros dispositivos portáteis. Fonte de energia para os motores.

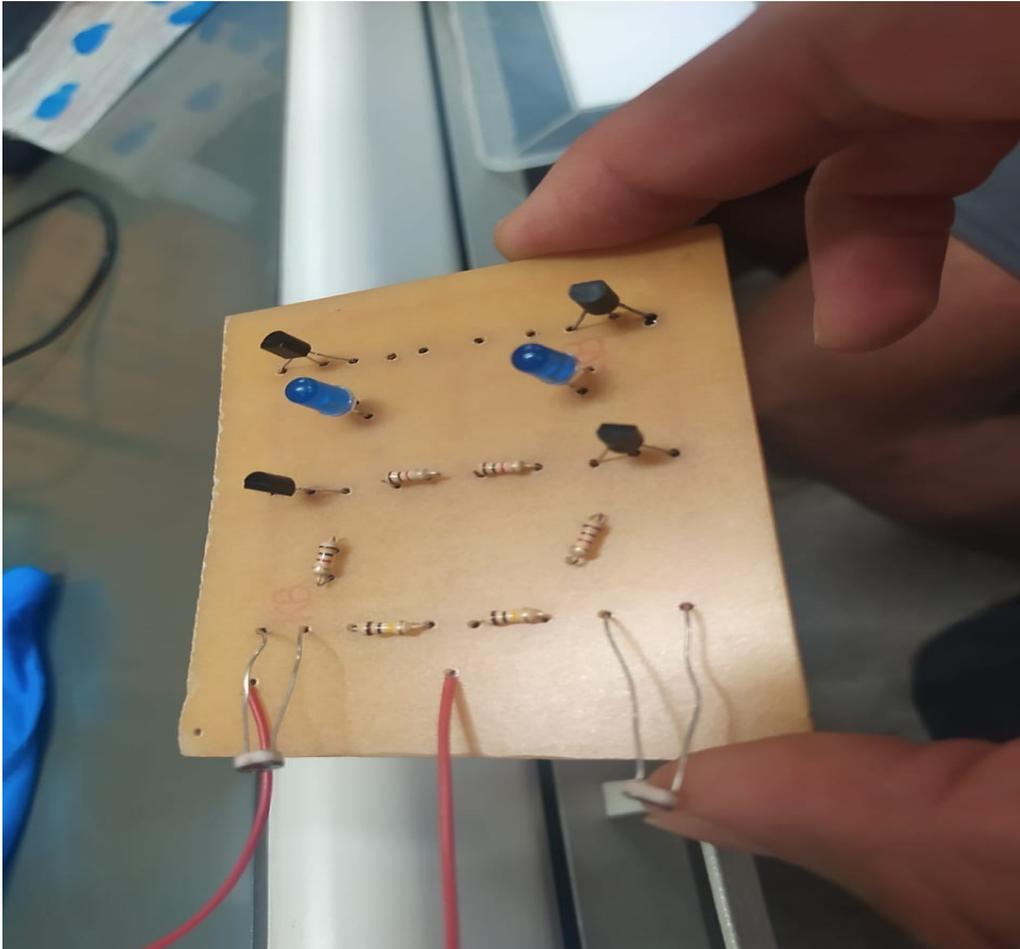
Figura 14 - Bateria 9v



### 2.1.7 Placa de Fenolite

Placa de Fenolite é um material laminado industrial utilizado para isolamento elétrico. A placa fenolite tem como base papel neutro impregnada com resina fenólica. Para sua formação são aplicados pressão e calor - esse procedimento é denominado polimerização. Desenhamos e soldamos os componentes todos na placa para fazer o carro seguir a luz

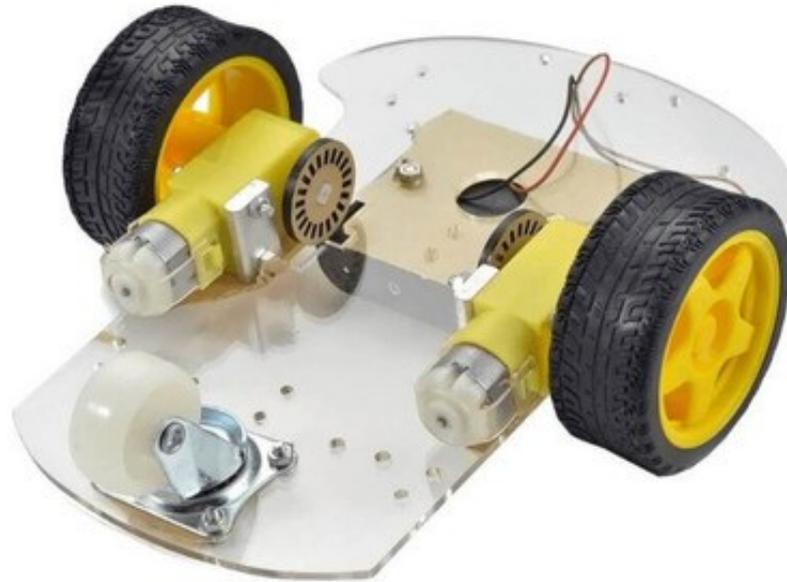
Figura 15 - Placa de fenolite



#### 2.1.8. chassi do carro;

Estrutura mecânica Chassi. A parte mecânica se baseia na escolha e posicionamento dos componentes numa estrutura maciça - o chassi do carro, onde serão arranjados todos os componentes eletrônicos. O objetivo está em possuir a menor massa possível, em vista de minimizar perdas de potência dos motores. As estruturas utilizadas foram, uma placa pré-moldada de acrílico modelo 2WD para o projeto, marcações e furações para o posicionamento dos componentes.

Figura 16 - Chassi do carro



### 3 CONCLUSÃO

O projeto do carrinho eletrônico controlado por LDR demonstrou ser uma excelente experiência prática, possibilitando a compreensão dos princípios de sensores e atuadores. O sucesso do funcionamento do carrinho abre caminho para desenvolvimentos futuros, como a inclusão de mais sensores. Possíveis Melhorias Adição de mais LDRs para aumentar a precisão na detecção de luz. Implementação de um módulo Bluetooth para controle remoto. Integração com um módulo de ultrassom para evitar obstáculos

O que são LDRs? Os LDRs, ou resistores dependentes de luz, são dispositivos eletrônicos cuja resistência varia de acordo com a intensidade da luz que incide sobre eles. Comumente usados em circuitos eletrônicos para detectar níveis de iluminação. Princípio de Funcionamento Material: Geralmente fabricados com materiais semicondutores, como sulfeto de cádmio.

Comportamento: Quando a luz atinge o LDR, a resistência diminui, permitindo maior passagem de corrente elétrica. Em ambientes escuros, a resistência aumenta.

Aplicações Iluminação Automática: Ativação de luzes em ambientes escuros. Robôs e Carrinhos: Controle de direção baseando-se na intensidade de luz. Dispositivos de Segurança: Sensores de movimento que acionam alarmes. Sistemas de Ajuste de Brilho: Em telas e dispositivos eletrônicos.

Vantagens Baixo Custo: Facilidade de aquisição e implementação. Simplicidade: Fácil de integrar em circuitos eletrônicos. Resposta Rápida: Reage rapidamente a variações na luz.

Desvantagens Sensibilidade: Pode ser afetado por temperatura e umidade. Não Linearidade: A relação entre luz e resistência pode não ser linear. Precisão Limitada: Em comparação com outros sensores, como fotodiodos. Considerações de Projeto Calibração: Necessária para otimizar a precisão em diferentes condições de luz. Posicionamento: Importante para garantir uma detecção eficaz. Circuito de Condicionamento: Pode ser necessário para melhorar a qualidade do sinal.

O desenvolvimento deste carro controlado por LDR é, portanto, rico em experiência prática e aprendizado sobre princípios básicos de sensores e atuadores aplicados em um ambiente real. Um carro funcionando corretamente não anula a proposta inicial, mas aprimora o uso de LDRs em aplicações diversificadas em robótica e automação. Considerando LDRs, cuja resistência muda com a intensidade de luz fornecida, forneceu um mecanismo eficiente para controlar a direção do carrinho. Ele tem aplicações específicas em sistemas cuja operação deve interagir com o ambiente, como automação residencial e dispositivos de segurança. As vantagens com LDRs estão relacionadas ao custo, simplicidade dentro de projetos para integração e respostas rápidas a variações de luz. Todos esses recursos tornam a aplicação bastante utilizável nesta área. De qualquer forma, LDRs têm limitações que devem ser levadas em consideração, como sensibilidade à temperatura ou umidade e relação não linear de luz / resistência que pode afetar a precisão dos resultados. Otimizando o desempenho do carrinho e

aumentando sua funcionalidade, algumas melhorias estão sendo propostas:

**Adicionar mais LDRs:** Ao aplicar vários sensores, a detecção da intensidade da luz será mais precisa em todas as direções, proporcionando um controle direcional mais eficaz.

**Integrar um módulo Bluetooth:** Isso permitiria que o carrinho fosse controlado remotamente, permitindo maior flexibilidade em sua operação e abrindo novos caminhos para interação e desenvolvimento de programas.

**Integração do módulo de ultrassom:** O sensor de detecção de obstáculos proporcionaria mais autonomia para o carrinho, pois ele poderia se mover com um maior grau de segurança em ambientes complicados.

Em suma, o projeto do carrinho eletrônico cumpriu os objetivos iniciais definidos e lançou as bases para mais pesquisas e desenvolvimento relacionados a sensores e automação. As experiências acumuladas durante esta fase de desenvolvimento valem a pena e atuarão como um trampolim para outros projetos ambiciosos que podem ser direcionados para aprimorar uma compreensão aprofundada de integração em tecnologias aplicadas em sistemas autônomos.

O carrinho proporciona entretenimento e interação ao público, ao mesmo tempo em que ilustra o potencial de aplicação desta tecnologia em cenários práticos, como linhas de montagem automatizadas e educação em robótica. No âmbito mais amplo, este projeto evidencia a promessa contínua da robótica e automação na simplificação de tarefas e na promoção da aprendizagem e diversão no domínio da ciência e tecnologia.

## REFERÊNCIAS

<https://www.youtube.com/watch?v=pIMBb6Ebj0/> acesso em: 21/11/2024

<https://www.youtube.com/watch?v=Khjp58O9tTo/> acesso em: 21/11/2024

<https://www.youtube.com/watch?v=wLzfkboHwPY/> acesso em: 21/11/2024

<https://www.youtube.com/watch?v=F9SGq7yQPqY&list=PLnwu2s7SlakSdWvfAV5pSgD9jHlc7Cd0c/> acesso em: 21/11/2024

[https://pt.wikipedia.org/wiki/Spirit\\_%28sonda\\_espacial%29/](https://pt.wikipedia.org/wiki/Spirit_%28sonda_espacial%29/) acesso em:  
21/11/2024

<https://engenhariaeletricaonline.com.br/fotoresistor-ldr/> acesso em: 28/11/2024

<https://www.usinainfo.com.br/blog/rastreador-solar-com-arduino-um-seguidor-solar-atraves-de-ldr/> acesso em: 28/11/2024