

VEÍCULO AUTO GUIADO COM POSTO DE CARREGAMENTO

Guided vehicle with charging station

SOUZA, Wesley Rodrigues
Escola Técnica Alberto Santos Dumont

Resumo: Tem-se como objetivo o desenvolvimento de um carrinho AGV, no qual possa percorrer um trajeto simulando o deslocamento em uma linha de produção, onde o mesmo fará sua rota de maneira autônoma, e quando detectar pouca carga em sua bateria se encaminhará a um posto de abastecimento. Nesse posto de abastecimento, será feita a troca de bateria, podendo assim o AGV voltar ao seu trabalho. A bateria descarregada será inserida em uma base, onde por meio de uma placa fotovoltaica ela será recarregada. Serão utilizados componentes como placa arduino, motores, driver para motor, sensores de linha, baterias 9v, jumpers, protoboard e placa fotovoltaica. Esse projeto tem como benefícios o uso de energia com baixo impacto ambiental, redução no número de falhas ocasionadas por erro humano, aumento da produtividade e diminuição dos custos, automatização do processo, aumento na capacidade de personalização. Contanto, conta com desvantagens como, demanda de mão de obra qualificada, necessidade de operadores para manutenção, monitoramento e operadores para o posto de abastecimento e o custo do investimento inicial. Para o desenvolvimento do projeto será utilizado conhecimentos das matérias de comandos elétricos, CLP, dispositivos eletrônicos digitais, eletrônica digital, máquinas elétricas, microcontroladores, robótica e manufatura flexível.

Palavras chave: AGV, Impacto ambiental, Produtividade, Automatização e Energia

Abstract: The objective is the development of an AGV cart, in which it can travel a path simulating the displacement in a production line, where it will make its route autonomously, and when it detects a low charge in its battery, it will go to a filling station. At this filling station, the battery will be changed, so that the AGV can return to its work. The discharged battery will be inserted into a base, where through a photovoltaic plate it will be recharged. Components such as Arduino board, motors, motor driver, line sensors, 9v batteries, jumpers, breadboard and photovoltaic board will be used. This project has the benefits of using energy with low environmental impact, reducing the number of failures caused by human error, increasing productivity and reducing costs, automating the process, and increasing the ability to customize. However, it has disadvantages such as demand for skilled labor, need for operators for maintenance, monitoring and operators for the filling station and the cost of the initial investment. For the development of the project, knowledge of the subjects of electrical commands, CLP, digital electronic devices, digital electronics, electrical machines, microcontrollers, robotics and flexible manufacturing will be used.

Keywords: AGV, Environmental impact, Productivity, Automation and Energy

1. INTRODUÇÃO

O AGV é um sistema cuja movimentação é autônoma isentando a assistência de operadores. Este sistema é uma das tecnologias mais pertinentes para transportes de materiais nas indústrias, como a movimentação de materiais do armazém até a estação de montagem. O transporte é estável e eficiente, garantindo vantagens aos usuários deste sistema e à produção (ATLEE, 2011).

A finalidade deste projeto é desenvolver um AGV (Automated Guided Vehicle – Veículo Autoguiado) que possa percorrer de maneira autônoma um trajeto simulando uma linha de produção.

Dotado de sensores que identificarão sua rota através de uma demarcação com fita preta fixada no chão, seguindo sempre um trajeto pré-determinado.

No decorrer desse processo ao identificar que sua bateria necessita de carga, o mesmo, se encaminhará a um posto de carregamento, onde será feito a substituição de sua bateria (com pouca carga) por uma bateria recarregada. Após essa troca, o AGV identificando que possui carga suficiente em sua bateria atual, se encaminhará ao seu percurso “natural” na linha de produção.

A bateria com pouca carga que foi removida do AGV será recarregada no posto de abastecimento por meio de uma placa fotovoltaica, gerando assim um backup de bateria para pronta substituição afim de diminuir o impacto causado pela ausência do AGV.

Nesse posto de abastecimento será necessário um operador, para que possa ser feito a troca de baterias no carrinho quando houver necessidade e também para que o mesmo sempre encaminhe as baterias que precisam ser recarregadas ao seu carregamento.

Essa proposta surgiu, pois, em meu último emprego tive contato diário com AGV's, suas utilidades e suas desvantagens no processo colaborativo que me incumbia. Desde então tive inclinações a desenvolver tal projeto para aprimorar e ajustar o robô suprindo com mais eficácia o processo onde fui inserido.

Esse projeto contará com componentes com placa arduino que será usada para elaboração da programação, protoboard que servirá para todas as ligações eletrônicas, bateria 9v recarregável que será usada com fonte de energia para o AGV, motores dc com caixa de redução, esses serão os responsáveis por movimentar o carrinho, sensores de seguimento de linha, que serão encarregados de fazer a leitura

de rota, fita preta, que será utilizada para pré-determinar a rota feita pelo AGV, driver de motor, que será.

2. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

2.1 Contextualização histórica: Surgimento do AGV

O primeiro AGV a ser produzido foi o “Guide-O-Matic” que surgiu na década de 1950, e foi implementado por Arthur "Mac" M. Barrett, que é considerado o pai do AGV, fundador da Barret Electronics de NorthBrook, Illinois. Se tratava de um trem de reboque que puxava cinco carretas a uma velocidade de 2.75 milhas por hora, que seguia um campo eletromagnético de um fio colocado na ranhura do piso do armazém.

Dois portões do prédio se abriam automaticamente quando o carrinho se aproximava e se fechavam após sua passagem. Seu trajeto contava com 11 paradas que eram chamadas de “Beacons” (baliza em português). Cada baliza enviava sinais diferentes para que o trem em parasse em um local apropriado. Barret chamou sua invenção de veículo sem motorista.

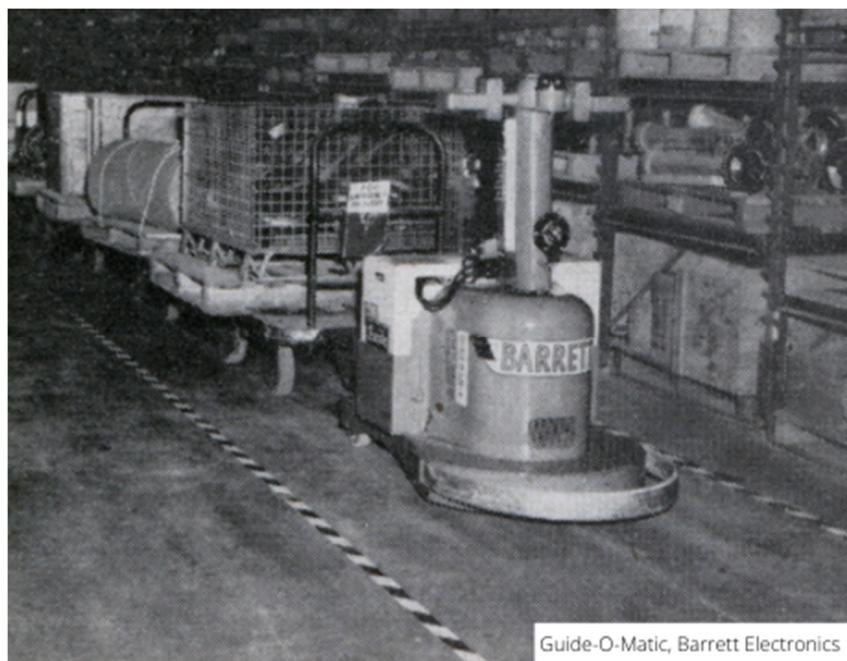


FIGURA1: Primeiro AGV industrial

FONTE: <http://moffettautomatedstorage.com/industry-4-0/> – Acesso em: 14-09-2022

Outro marco para a história dos veículos autoguiados, AGV, foi o Shakey, tendo sido criado entre 1966 e 1972, no instituto de pesquisa de Stanford nos Estados Unidos. Foi o primeiro robô baseado em IA do mundo. Ganhou o status de lendário por combinar robótica e IA em um sistema. Tinha a capacidade de receber comando complexos e fracioná-los, sem a necessidade de receber comandos passo a passo.

Shakey era uma caixa gigante sobre rodas, era equipado com uma câmera de tv, um link de antena de rádio, detectores e para choque para interpretar visualmente o ambiente afim de decifrar como concluir uma tarefa dada por um usuário.



FIGURA 2: Shakey

FONTE: <http://cyberneticzoo.com/cyberneticanimals/1967-shakey-charles-rosen-nils-nilsson-bertram-raphael-et-al-american/> – Acesso em: 21-09-2022

Na atualidade

Há muito tempo, a logística era uma atividade “esquecida”, considerada apenas como apoio, não necessária para o sucesso dos negócios. A maneira de reconhecê-la vem mudando expressivamente a cada dia (FARIA, 2012).

Atualmente a logística é considerada uma área de extrema importância para as organizações, já que está diretamente ligada à possibilidade de redução de custos e a obtenção de vantagem competitiva (TINELLI, 2013).

Umas das funções mais importantes da logística, e que tem mostrado maior evolução ao longo dos tempos, é o transporte. O transporte em 1980 representava aproximadamente 40,5% de todos os custos logísticos passando para 58,6% em 2000 (HESSE e RODRIGUE, 2004).

Conforme Haderspeck (2013) há uma tendência geral na indústria em usar apenas mão de obra para operações que agreguem valor ao produto, ou seja, a movimentação de materiais não agrega valor, portanto, a incorporação de AGVs para movimentação de materiais permite que as empresas reimplementem essa mão de obra para outras operações que agreguem valor ao produto.

As empresas buscam otimizar seus processos através da automação, substituindo o homem na execução de atividade produtiva para meios eletrônicos ou mecânicos e juntamente com a tecnologia (SANTOS, 2017).

Nos dias atuais, o AGV é utilizado principalmente no transporte de materiais, a mesma premissa do “Guide-O-Matic” quando foi concebido.

Porém com a tecnologia hodierna há uma altíssima capacidade de personalização, ocasionando em veículos autônomos com as mais variadas soluções para diversas áreas de atuação, viabilizando e otimizando o processo de produção.

Dentre suas aplicações temos os diferentes tipos de AGV's, como:

Rebocador: Sua principal característica é seu deslocamento com alta tração, permitindo assim fazer o reboque de um ou mais carrinhos. É utilizado geralmente no transporte de peças até a linha de produção.



FIGURA 3: AGV Rebocador

FONTE: <https://www.sinova.com.br/tipos-de-agvs/> – Acesso em: 21-09-2022

Empilhadeira: O AGV pode substituir as atividades de uma empilhadeira manual possibilitando o transporte e acomodação de pallets em diversos lugares.



FIGURA 4: AGV Empilhadeira

FONTE: <https://www.sinova.com.br/tipos-de-agvs/> – Acesso em: 21-09-2022

Carregadores: Utilizado para cargas unitárias, comum na indústria pois tem a capacidade de trabalhar em locais com pouco espaço devido sua capacidade de girar no próprio eixo.



FIGURA 5: AGV de Arraste
FONTE: <https://www.sinova.com.br/tipos-de-agvs/> – Acesso em: 21-09-2022

Suas aplicações não se resumem somente a um ambiente fechado como um barracão ou armazém de uma indústria.

Há portos inteligentes onde os veículos autoguiados fazem o carregamento e o descarregamento dos navios sem que haja necessidade de um operador, veículos movidos a bateria que fazem a movimentação de containers.



FIGURA 6: AGV em terminais de containers

FONTE: https://www.researchgate.net/publication/345780060_INDUSTRIA_40_ANALISE_DE_OPERACOES_PORTUARIAS_EM_TERMINAIS_DE_CONEINERES – Acesso em: 27-09-2022

2.2 Componentes do projeto

Arduino Uno

É uma plataforma eletrônica de código aberto baseadas em software e hardware fáceis de usar, segundo a tradução do site do arduino, <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>.

O mesmo é uma plataforma eletrônica de código aberto baseadas em software e hardware fáceis de usar.

De maneira sintetizada, significa que o arduino é uma placa utilizada para fazer projetos eletrônicos de maneira mais fácil que os métodos anteriores a ele. Isso significa que o arduino é uma plataforma formada por dois componentes, o hardware, nesse caso a placa física, que é responsável por controlar componentes ligadas a ela, como LEDs, motores, dentre outros e o software o Arduino IDE que é o programa onde é escrita todos os códigos onde a placa os executará, utilizando a linguagem C++.

Existem vários modelos, mas nesse trabalho será utilizado o Arduino Uno.

Características:

- Micro controlador ATmega328;
- 5V de tensão de operação;
- Tensão de entrada (recomendado) de 7 a 12V;
- Tensão de entrada (limites) de 6 a 20V;
- 14 pinos de entrada / saída digitais (6 podem ser usadas como PWM);
- 6 pinos de entrada analógica;
- 40mA de corrente contínua por pino de entrada/saída em 5V;
- 50mA de corrente contínua para o pino de 3.3V;
- Memória Flash de 32 KB, onde 0,5 KB é usada pelo bootloader;
- SRAM de 2 KB;
- EEPROM de 1 KB;
- Velocidade de clock de 16 MHz;
- 1 botão de reset;
- 1 conector para fonte;

Especificações:

- Micro controlador: ATmega328
- Tensão de Operação: 5v
- Pinos de entrada/saída: 14 (dos quais 6 podem ser PWM)
- Pinos de entrada analógica: 6
- Corrente DC por pino I/O: 40mA
- Corrente DC para pino 3,3v: 50mA
- Memória Flash: 32KB (dos quais 0,5KB são usados pelo Bootloader)
- SRAM: 2KB - EEPROM: 1KB
- Velocidade do Clock: 16MHz
- 1 porta USB;

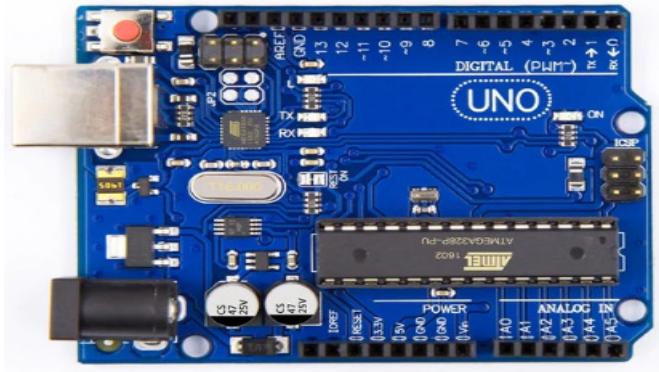


FIGURA 7: Arduino UNO

FONTE: <https://www.curseagora.com.br/produtos/arduino-uno-r3-atmega328/> - Acesso em: 27/09/2022

Jumpers

O jumper de conexão é um cabo condutor utilizado para interligar dois pontos de um circuito eletrônico, placa e módulos, como por exemplo a placa mãe de um computador. É um cabo colorido e flexível com conector em suas extremidades, esses conectores podem ser macho/macho, macho/fêmea ou fêmea/fêmea. Nesse trabalho foi utilizado os modelos macho/macho e macho/fêmea.

Características/ Especificações:

- Conector macho x fêmea
- Bitola do fio condutor: 24AWG;
- Comprimento: 200mm;
- Peso: 0,031KG;



FIGURA 8: Jumpers de conexão.

FONTE: <https://copeletronica.com.br/p-fio-jumper-40-vias-tipo-macho-x-femea-20cm-para-arduino-4022> - Acesso em: 29/08/2022

Driver para motor L298N

O driver para motor ou ponte H como é conhecido, é incumbido por fazer o controle não só de rotação como também a velocidade do motor.

O driver controla até dois motores DC ou um motor de passo.

As vantagens do uso do driver além de sua praticidade são as de controle total dos motores (sentido de rotação e velocidade) e juntamente com o arduino programar essas configurações podendo especificar os comandos para cada motor.

Características/especificações:

- Circuito integrado do drive: L298N;
- Quantidades de canais: 7;
- Tensão máxima de alimentação: 7 – 35v;
- Tensão de operação: 4v a 35v;
- Tensão lógica: 5v;
- Corrente máxima de operação: 2A por canal ou 4A máximo;
- Corrente máxima por entrada digital: 0~36mA;
- Limites de temperatura: -20 a +135°C;
- Potência máxima dissipada: 25W;
- Dimensões: 43mm x 43mm x 27mm;
- Peso 30g;

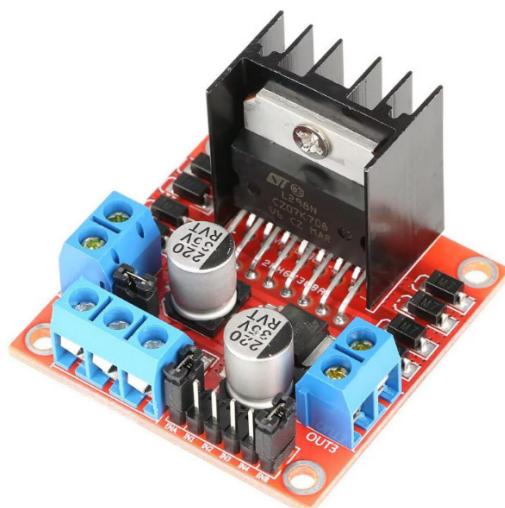


FIGURA 9: Driver para motor L298N.

FONTE: https://i5.walmartimages.com/asr/dee945ef-99b3-4305-9d13-ef42b75e2763_1.6c73de9d030997fe1b6367fa9dac60b4.jpeg - Acesso em: 29/08/2022

Motor DC com caixa de redução

O motor DC é encarregado por ser uma das principais formas de propulsão para dispositivos que tenham peças mecânicas como robôs, videocassete, dentre outros. Sua caixa de redução é responsável por diminuir a rotação e aumentar seu torque.

Características/especificações:

- Tensão de operação: 3v a 6v;
- Torque: 0,35 kgf/cm (3V) e 0,80 kgf/cm (6V);
- Relação da caixa de redução 1:48;
- Corrente sem carga: 150mA (3V) e 200mA (6V);
- Velocidade sem carga: 90rpm (3v) e 200rpm (6v);
- Composição: metal e plástico;
- Peso: 30g;



FIGURA 10: Motor DC 5v com caixa de redução.

FONTE: <https://cdn.awсли.com.br/600x700/95/95881/produto/93383102/618b7bcbfc.jpg> - Acesso em:
29/08/2022

Bateria

A bateria ou acumulador elétrico, é um dispositivo que tem a capacidade de armazenar energia elétrica na forma de química e disponibilizá-la quando necessário em forma de energia elétrica novamente.

Em uma analogia elucidativa, seria como uma caixa de água que armazena e quando há necessidade, no caso, falta de água da rua, o usuário pode utilizar a reserva presente na caixa de água para consumo.

Existem vários tipos de baterias para as mais variadas aplicações, se tratando de um componente onde há reações químicas existem baterias com elementos químicos específicos em cada modelo, exemplo: bateria de chumbo/ácido, bateria de níquel/cádmio, bateria de hidreto metálico/oxido de níquel dentre outros.

A presente nesse projeto servirá como fonte de alimentação para o veículo auto guiado, se trata de uma 9v recarregável.

Sua vantagem é ser uma fonte de alimentação “portátil”, evitando a necessidade de o projeto estar ligado em uma tomada, e também, sua capacidade de reutilização.

Características:

- Tensão: 9V;
- Composição das células da bateria: NiMH;
- Dimensões: 1,7 x 2,6 x 4,9 cm;
- Capacidade de corrente: 250mA;
- Peso: 18g;

Especificações:

- Reutilização: recarregável;
- Durabilidade: 1000 ciclos de carga;



FIGURA 11: Bateria 9v.

FONTE: http://www.kairos.ind.br/loja/img/prod/bateria-9v-250-mha-recarregavel-blister-c-1-pc-elgin-82215_img25.png - Acesso em: 29/08/2022

Sensor de linha TCRT5000

O sensor tem a competência de identificar o caminho a ser seguido a partir de uma demarcação predeterminada, uma linha de cor branca (se o fundo for preto) ou uma linha preta (se o fundo for branco) a partir de frequência emitidas pelo sensor, o mesmo seguirá em seu trajeto.

O módulo consiste em um sensor infravermelho que manda continuamente raios e, dependendo da superfície, a luz refletida é detectada pelo foto transístor.

Características/especificações:

- Tensão de operação: 3,3V a 5V;
- Consumo de corrente: 10mA a 20mA;
- Dimensões: 14 x 32mm;
- Saída: analógica e digital;

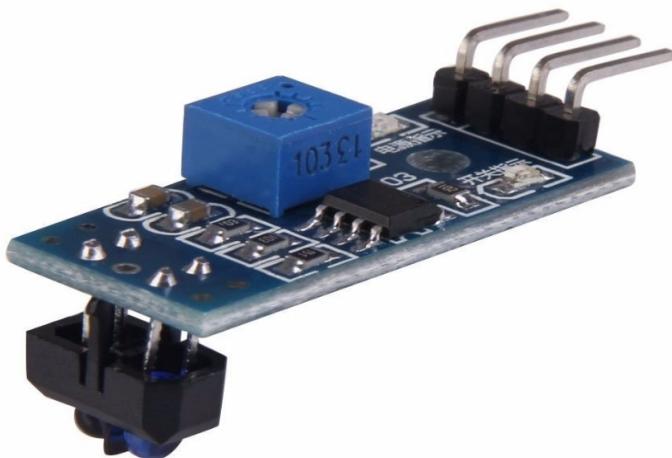


FIGURA 12: Sensor de linha TCRT5000

FONTE: https://http2.mlstatic.com/sensor-seguidor-trilha-linha-tcrt5000-arduino-D_NQ_NP_224711-MLB20622374521_032016-F.jpg - Acesso em: 29/08/2022

Mini protoboard

Se trata de uma matriz de contato, ou placa de ensaio, é basicamente uma placa com furos onde suas conexões são condutoras elétricas voltadas para montagens de circuitos elétricos.

A grande vantagem apresenta-se na sua segurança e praticidade, pois conta com a facilidade de inserção de componentes em seu projeto, dado que, ela dispensa o uso de soldas.

Características/especificações:

- Quantidade de furos: 170;
- Diâmetro dos furos: 0,8mm;
- Distância entre os furos: 2,54mm;
- Fio suportado: 0,3mm a 0,8mm (20~29AWG)
- Material base: ABS;
- Dimensões: 45mm x 34mm x 8,5mm;
- Material de conexão: bronze banhado com níquel;

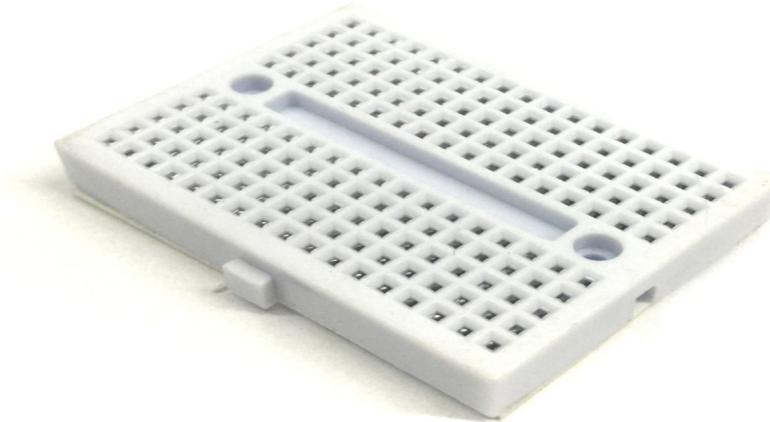


FIGURA 13: Mini protoboard..

FONTE: https://http2.mlstatic.com/D_NQ_NP_2X_993239-MLB29117129642_012019-F.jpg - Acesso em: 29/08/2022

Mini painel solar

Pode ser compreendido como um transdutor, pois é responsável por converter energia de uma natureza para outra, assim sendo, radiação solar em energia elétrica (efeito fotovoltaico, relatado por Edmond Becquerel em 1839).

Os painéis solares são formados por células fotovoltaicas que são responsáveis por absorver fótons, elemento presente na luz solar.

Os fótons absorvidos excitam os elétrons que flutuam através das células fotovoltaicas, gerando eletricidade.

Características/especificações:

- Tensão de trabalho: 5V;
- Potência de Saída: 1W;
- Corrente de trabalho: 0-200mA;
- Dimensões: 110mm x 69mm x 2,5mm;
- Peso: 0,022kg;



FIGURA 14: Mini placa fotovoltaica 5v.

FONTE: <https://www.phippselectronics.com/wp-content/uploads/2019/08/02-11-1080x1080.jpg> - Acesso em: 29/08/2022

Regulador de tensão 7805

O regulador de tensão é um dispositivo que usualmente é formado por semicondutores, que tem por finalidade a manutenção da tensão de saída de um circuito elétrico.

Sua função primordial é manter a tensão produzida pelo gerador dentro dos limites exigidos do sistema elétrico que está alimentando.

São encontrados em fontes de alimentação, alternadores automotivos, centrais de usinas elétricas entre outras coisas mais.

Características:

- Tensão: 5V;
- Circuito integrado: 7805;

- Data sheet: LM7805;

Especificações:

- Tensão de entrada: DC 7~20V;
- Tensão de saída: DC 5V;
- Corrente máxima: 1A;
- Regulador: 7805-5.0V;
- Dimensões: 15,4x10x4,5mm;
- Temperatura de operação: -40º até +125º;
- Peso: 0,7g;

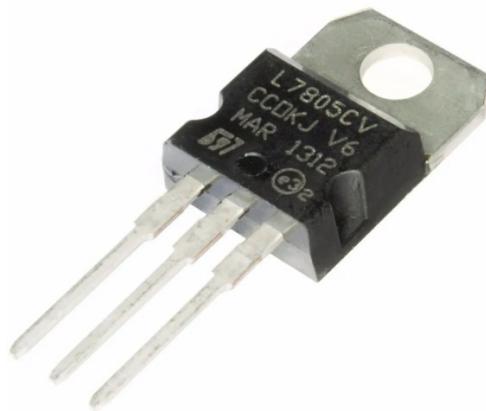


FIGURA 15: Regulador de tensão 7805.

FONTE:

https://images.tcdn.com.br/img/img_prod/648216/ci_regulador_de_tensao_l7805cv_5v_1a_to_220_lm7805_516_2_20191011000936.jpg - Acesso em: 29/08/2022

Capacitor

O capacitor é um dispositivo capaz de acumular cargas elétricas quando a diferença potencial entre seus terminais, dessa maneira armazenando energia para ser usado posteriormente, parecidos com a bateria, porém, os capacitores armazenam energia por campo elétrico enquanto as baterias por reação química.

Presentes em geladeiras, liquidificadores, máquinas de lavar, e outros, a aplicabilidade dos capacitores destinam-se a reduzir o risco de danos em produtos gerados pelas grandes variações de correntes, podem ser usados como filtros, impedindo as baixas frequências, são capazes de auxiliar na partida de motores elétricos e outros.

Características/especificações:

- Capacitância: 1000 μ F;
- Voltagem máxima: 10V;
- Temperatura máxima de operação: 105º;
- Diâmetro: 8mm;
- Comprimento: 12mm;

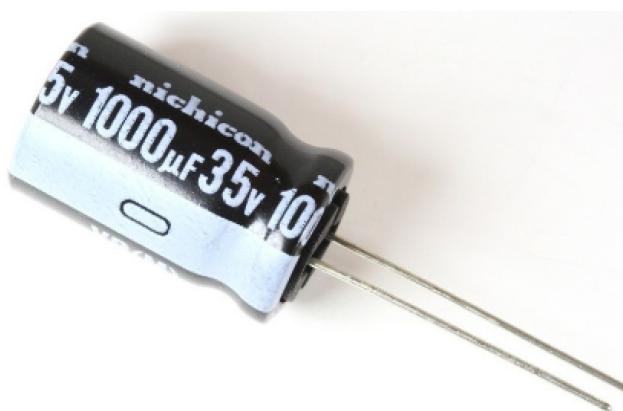


FIGURA 16: Capacitor eletrolítico

FONTE: https://www.huinfinito.com.br/1211-large_default/capacitor-eletrolitico-1000uf-35v.jpg - Acesso em: 29/08/2022

Placa acrílica

O acrílico ou termoplástico é um plástico transparente com alta rigidez. Atualmente ele é vendido em vários formatos para diversas aplicações, em chapas, tubos, bastões, coloridos, espelhados dentre outros.

Características/especificações:

- Dimensões: 10x20 cm;
- Espessura: 3mm;
- Coloração: transparente;



FIGURA 17: Chapa placa acrílica transparente.

FONTE: <https://www.elastobor.com.br/chapa-de-acrilico-elastobor-2mm-2x1mt-cristal/p> - Acesso em:
18/11/2022

Roda Boba

Rodízio giratório ou roda boba é utilizado com frequência em projetos de robótica na elaboração de robôs modelo carrinho ou seguidores de linha, pois proporciona mobilidade e baixo atrito com piso, o que o torna mais vantajoso quando comparado com uma roda de eixo.

Características/especificações:

- Altura: 20mm;
- Peso: 18g;
- Material do rodízio: aço;
- Material do corpo da roda: nylon;
- Diâmetro da esfera: 15mm;



FIGURA 18: Roda boba.

FONTE: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1224279150-roda-boba-rodizio-de-aco-omni-para-arduino-chassi-rob-_JM?quantity=1 - Acesso em: 18/11/2022

Display LCD

O display é um dispositivo utilizado para exibir informações de um circuito eletrônico através de uma interface gráfica. Essas informações podem ser texto, número e outros.

Características/especificações:

- Total de colunas: 16;
- Total de linhas: 2;
- Tensão de trabalho: 4,5 a 5,5;
- Corrente de trabalho: 1,0mA a 1,5mA;
- Tensão do led (backlight):1,5 a 5,5V;
- Corrente do led (backlight):75mA a 200mA;
- Dimensões aproximadas da tela; 65 x 15 mm;
- Dimensões do modulo: 80 x 36 x 10 mm;
- Peso 30g;



FIGURA 19: Display LCD.

FONTE: <https://victorvision.com.br/blog/lcd-display-arduino/> - Acesso em: 24/11/2022

Potenciômetro

Os potenciômetros são utilizados nos equipamentos a fim de permitir uma alteração no regime de operação. Um potenciômetro de volume permite a regulagem como aumento ou diminuição da intensidade do som, o potenciômetro de brilho permite a regulagem da intensidade da iluminação. Existem potenciômetros analógicos e digitais, podendo ser de fio e de carbono.

Características/especificações:

- Resistencia: 10000Ω;
- Potência máxima: 0,2W;
- Tensão máxima suportada: 200V AC;
- Diâmetro base: 16mm;
- Diâmetro do eixo: 5mm;
- Peso 7g;



FIGURA 20: Potenciômetro 10K

FONTE: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-882483201-10x-potencimetro-10k-linear-com-eixo-l20-estriado-_JM#position=1&search_layout=grid&type=item&tracking_id=21c4a44b-ffa2-4732-937b-40d1a1b739aa - Acesso em: 24/11/2022

Módulo carregador TP 4056

É um módulo capaz de carregar baterias de lítio em um sistema em funcionamento. Possui um sistema com proteção de reversão de tensão. Possui leds indicadores do carregamento da bateria.

Características/especificações:

- CI Controlador TP4056;
- Tensão de operação: 5V;
- Corrente de carregamento: 1A ajustável;
- Tensão de entrada: 4,5 a 5,5V;
- Capacidade máxima de carga: 1A (ajustável);
- Tensão de corte na saída: 4.2V +/- 1%;
- Conexão USB TIPO C;
- Temperatura de operação: 10C à 85C;
- Dimensões 26 x 17 x 5mm;

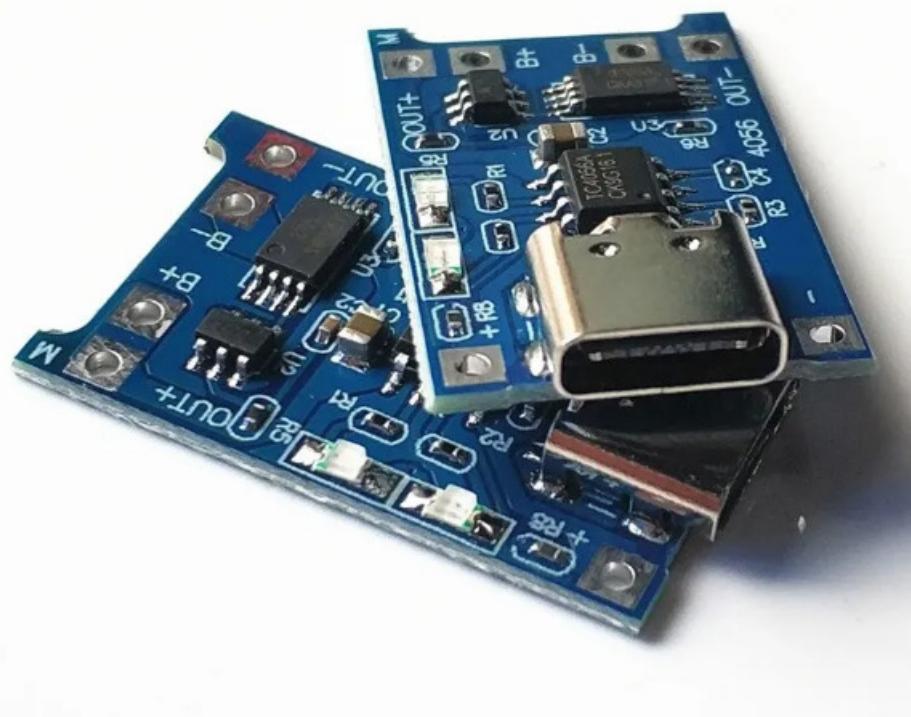


FIGURA 21: Módulo carregador TP 4056

FONTE: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1867372594-modo-carregador-bat-litio-tp4056-1a-mini-usb-c-proteco-_JM#position=5&search_layout=stack&type=item&tracking_id=40757a50-ca0c-423d-964a-c62c06de977b - Acesso em: 24/11/2022

Protoboard

Se trata de uma matriz de contato, ou placa de ensaio, é basicamente uma placa com furos onde suas conexões são condutoras elétricas voltadas para montagens de circuitos elétricos.

A grande vantagem apresenta-se na sua segurança e praticidade, pois conta com a facilidade de inserção de componentes em seu projeto, dado que, ela dispensa o uso de soldas.

Características/especificações:

- Quantidade de furos: 400;
- Diâmetro dos furos: 0,8mm;
- Distância entre os furos: 2,54mm;
- Fio suportado: 0,3mm a 0,8mm (20~29AWG)
- Material base: ABS;

- Dimensões: 83mm x 55mm x 10mm;
- Material de conexão: bronze banhado com níquel;

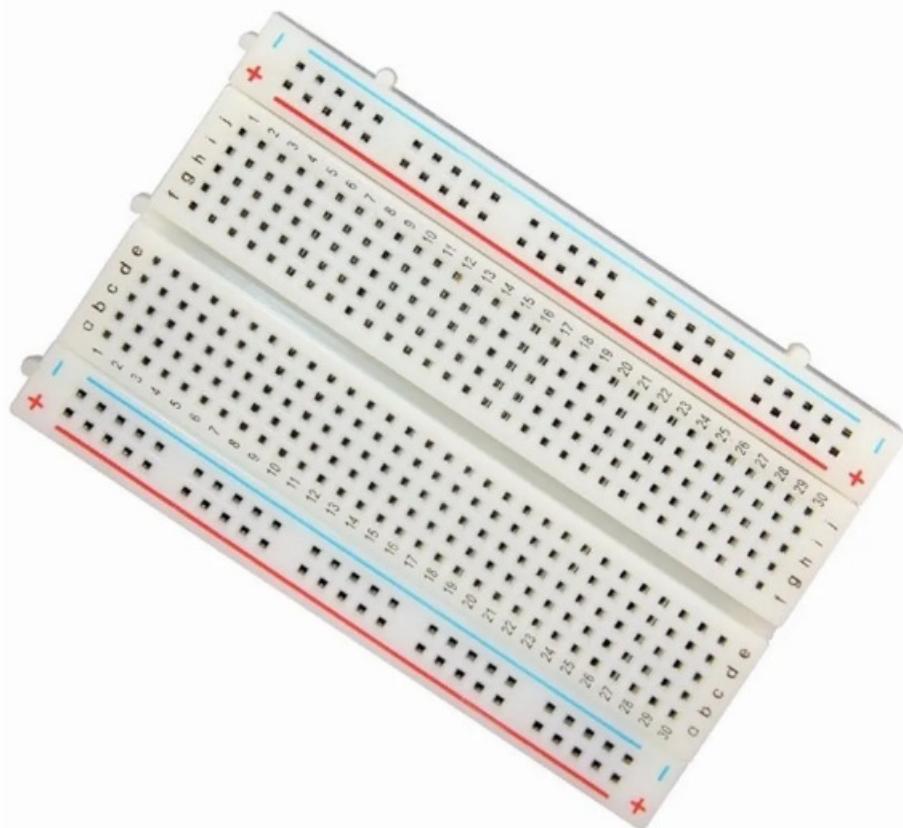


FIGURA 22: Protoboard.

FONTE: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1963424655-protoboard-breadboard-400-pontos-furos-pinoss-_JM#position=4&search_layout=grid&type=item&tracking_id=0bcd3703-f64f-4527-a429-56fe17ba3fe4- Acesso em: 28/11/2022

2.3 Programação

Programação é um conjunto de instruções que dizem ao computador o que ele deve executar, parecido com uma receita de bolo que orienta a cozinheira passo a passo como fazer seu prato. Existem várias linguagens de programação, cada uma voltada para uma área da tecnologia, como por exemplo o HTML voltado para a criação e desenvolvimento de sites.

Nesse projeto a linguagem utilizadas é o C++ que é muito comum em placas de arduino, placas dedicadas geralmente voltadas para projetos eletrônicos. É com essa linguagem que a placa arduino receberá os comandos e executará suas funções no projeto.

A seguir a programação do veículo automatizado

```
#define MotorR 9
#define MotorL 5
#define sensorL A2
#define sensorR A3

void setup() {
    pinMode(MotorL, OUTPUT);
    pinMode(MotorR, OUTPUT);
    pinMode(sensorL,INPUT);
    pinMode(sensorR,INPUT);

}

void loop() {
    int left = analogRead(sensorL);
    int right = analogRead(sensorR);

    if (left > 100 && right > 100){
        digitalWrite(MotorL, HIGH);
        digitalWrite(MotorR, LOW);
        delay(50);
        digitalWrite(MotorL, LOW);
    }
}
```

```
digitalWrite(MotorR, HIGH);
delay(50);
}

else{
    if (left < 100 && right > 100){
        digitalWrite(MotorL, HIGH);
        digitalWrite(MotorR, LOW);
    }
    else{
        if (left > 100 && right < 100){
            digitalWrite(MotorL, LOW);
            digitalWrite(MotorR, HIGH);
        }
        else{
            if (left < 100 && right < 100){
                digitalWrite(MotorL, LOW);
                digitalWrite(MotorR, HIGH);
            }
        }
    }
}
```

Programação do display LCD

```
// include the library code:  
#include <LiquidCrystal.h>  
  
// Ligações do Arduino  
const int rs = 12, en = 11, d4 = 5, d5 = 4, d6 = 3, d7 = 2;  
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);  
  
void setup() {
```

```
lcd.begin(16, 2); // Aqui informo que são 16 caracteres e 2 linhas
lcd.setCursor(0, 0); // To colocando para exibir a frase na coluna 0 e linha 0
(opcional)
lcd.print("TCC Wesley");
delay (3000);
lcd.clear();
lcd.print("Carregando..."); // Escrevo "Arduino"
delay (3000);
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0); // E agora to colocando para exibir a frase na coluna 0 e
linha 1
lcd.print("Carregando");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("10s");
delay (1000);
lcd.clear();
lcd.print("Carregando");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("9s");
delay (1000);
lcd.clear();
lcd.print("Carregando");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("8s");
delay (1000);
lcd.clear();
lcd.print("Carregando");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("7s");
delay (1000);
lcd.clear();
lcd.print("Carregando");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("6s");
```

```
delay (1000);
lcd.clear();
lcd.print("Carregando");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("5s");
delay (1000);
lcd.clear();
lcd.print("Carregando");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("4s");
delay (1000);
lcd.clear();
lcd.print("Carregando");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("3s");
delay (1000);
lcd.clear();
lcd.print("Carregando");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("2s");
delay (1000);
lcd.clear();

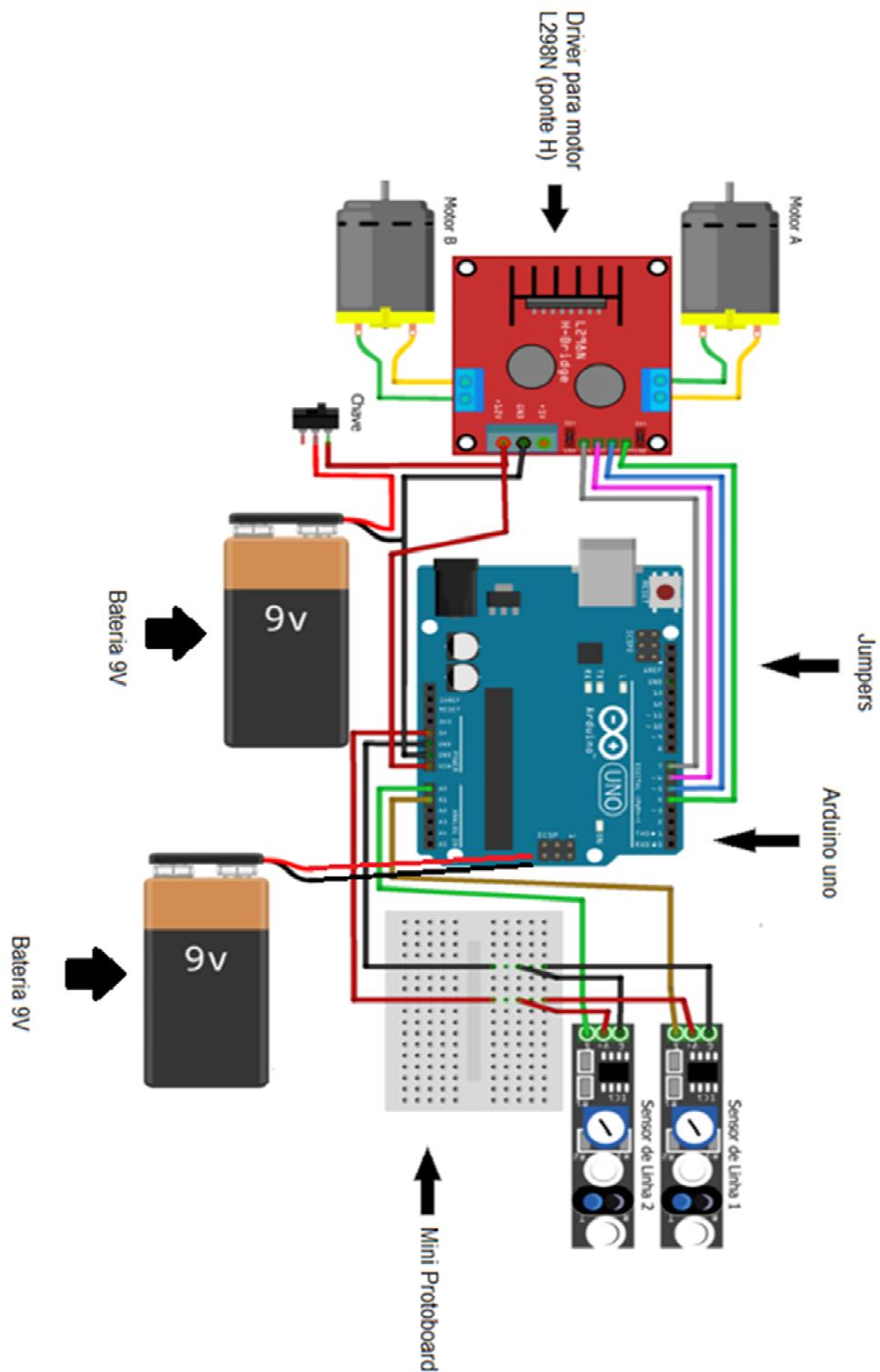
lcd.print("Carregando");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("1s");
delay (1000);
lcd.clear();
lcd.print("Carregando");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("0s");
delay (1000);
lcd.clear();
```

```
lcd.print("Carga Completa");
```

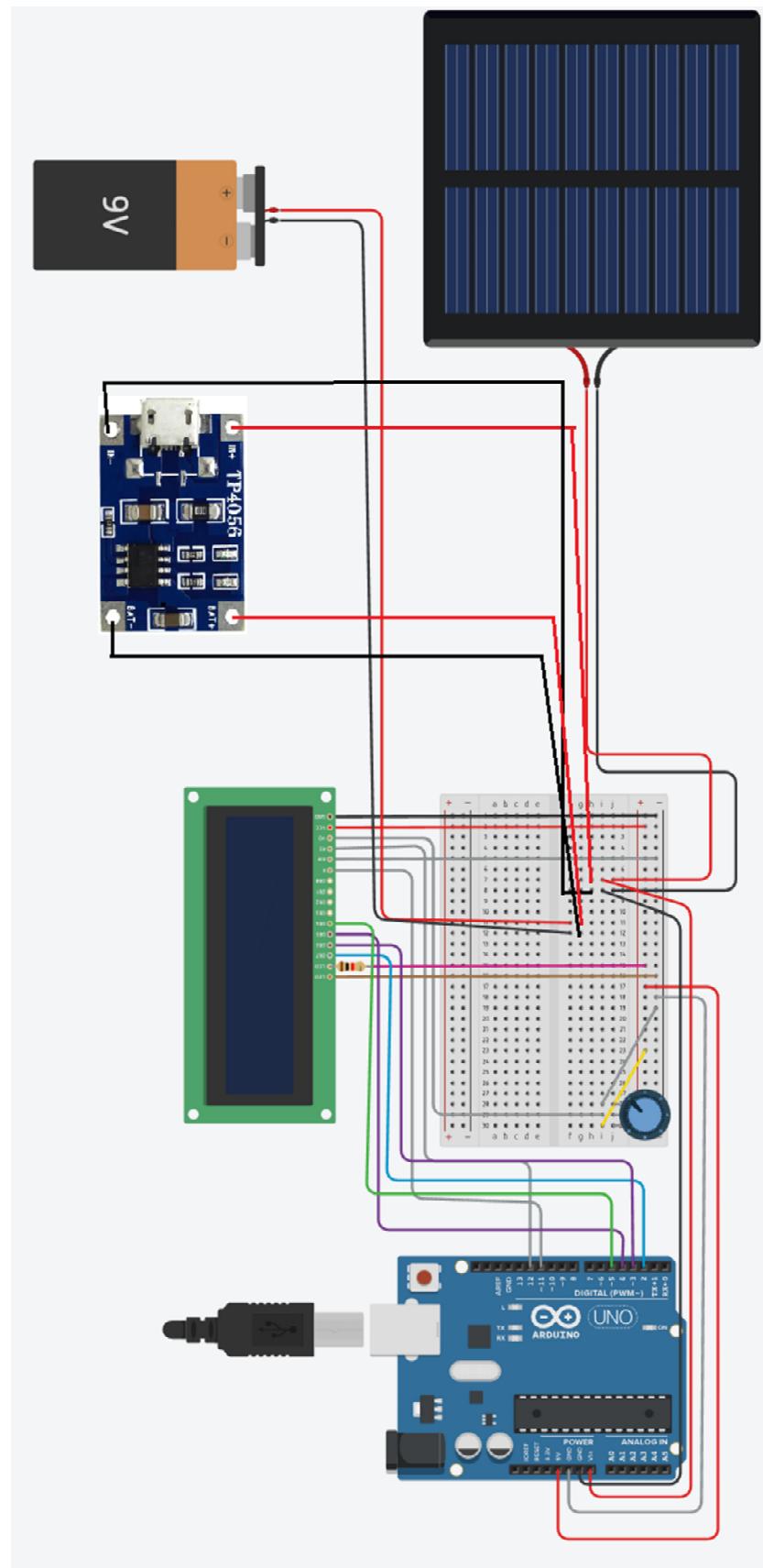
```
}
```

```
void loop() {}
```

A seguir o esquema do circuito elétrico do AGV



A seguir esquema do circuito elétrico da unidade de carregamento



2.4 Características técnicas do projeto

O referido projeto tem como características técnicas de consumo de energia e corrente dos componentes, conforme tabela a seguir:

Item	Componente	Qtde	Tensão (V)	Corrente (A)	Potência (W) = Consumo por hora (Wh)	Consumo Mês (KWh)*
1	Arduino Uno	2	5 V	400mA	4 wh	0,704 KWh
2	Ponte H (L298N)	1	5 V	4A	0,02 wh	0,00352 KWh
3	Motor DC	2	6V	200mA	2,4 wh	0,4224 KWh
4	Bateria 9V	1	9V	250mA	2,25 wh	0,396 KWh
5	Sensor TCRT5000	2	5V	20mA	0,2 wh	0,0352 KWh
6	Painel solar	1	5V	200mA	1 wh	0,176 KWh
7	Display LCD	1	5,5V	200mA	1,1 wh	0,1936 KWh
8	Modulo TP 4056	1	5V	1A	0,005 wh	0,00088 KWh
Total						1,93162 KWh

Potência (W) = Tensão (V) x Corrente (A) / 1000 = Consumo hora (Wh), correspondendo a Potência Watts (W) de 1 hora (Wh)

Consumo mensal = Potência W = Consumo por hora Wh x 176 / 1000 = Consumo mês (KWh)*

Impacto ambiental

No que concerne a impacto ambiental, há todo um cuidado que deve ser levado em consideração, pois, se trata de um projeto onde há uma quantidade significativa de componentes eletrônicos.

Com o decorrer do tempo e com o desgaste haverá a necessidade de reposições de peças. Nesse momento é necessário que seja feita o descarte de maneira apropriada.

Para efetuar o descarte apropriado da bateria é necessário separá-las sem as misturar com qualquer outro material. Após feito isso, é necessário consultar o ponto de descarte mais próximo a sua residência ou trabalho, pois segundo a legislação brasileira (Art. 33 da política nacional de resíduos sólidos) a empresa fabricante é

obrigada a implementar um sistema de logística reversa para o recolhimento de eletrônicos, porém é de responsabilidade do comprador efetuar o descarte corretamente.

O item de maior cautela será a bateria 9v, pois nela há substâncias químicas, entre elas o chumbo, mercúrio e cádmio (metais pesados), que são matérias geralmente encontrados em pilhas e baterias, e quando são jogados na natureza podem acarretar em multas, e também, contaminar o solo e a água, podendo causar problemas a saúde como câncer e danos ao sistema nervoso central.

O tempo de decomposição na natureza de pilhas e baterias variam de 100 a 500 anos, entretanto, os metais pesados encontrados em seu interior têm um tempo de decomposição infinito.

Segurança do trabalho

Por se tratar de uma representação em dimensões reduzidas, esse trabalho possui apenas uma liga/desliga como possível medida, porem em um veículo com proporções industriais seriam necessários alguns protocolos de segurança.

Em um ambiente industrial onde o operador interagisse com o AGV seriam necessários algumas ferramentas de segurança, uma delas um sensor de presença instalado na parte frontal, afim de detectar possíveis movimentações e objetos em sua rota, ao identificar obstáculos, o AGV pausaria o seu curso até que a pessoa ou objeto fosse removido de seu caminho, outra medida que contribuiria para segurança seria um buzzer sonoro, indicando que o veículo está ligado e em movimento, leds de iluminação também ajudariam a auxiliar na identificação visual de seu funcionamento. Seria necessário também uma botoeira para ativar e desativar seu funcionamento quando necessários.

Outra medida seriam treinar os operadores que fossem interagir com o veículo, para que seja de conhecimento de todos sobre o funcionamento do AGV, sua rota a fim de reduzir potenciais acidentes.

2.5 Custos

Qde	Componentes	Valor unitário R\$	Valor Total R\$
1	Arduino (Kit)	190,00	290,00
2	Bateria 9v recarregável	25,00	50,00
2	Capacitor	1,70	3,40
2	Conector de bateria	9,00	18,00
1	Display LCD	29,00	29,00
1	Driver para motor L298n	25,00	25,00
1	Fita preta	35,00	35,00
20	Jumper de conexão (Incluso no kit do arduino)	0,00	0,00
1	Mini painel solar 5v	35,00	35,00
1	Mini protoboard	10,00	10,00
1	Protoboard (Incluso no kit arduino)	0,00	0,00
1	Modulo TP 4056	10,00	10,00
2	Motor DC com caixa de redução + roda 68mm	23,00	46,00
100	Palito de sorvete	0,05	5,00
1	Placa de acrílico 10x20	20,00	40,00
1	Potenciometro (Incluso no kit arduino)	0,00	0,00
2	Regulador de tensão L7805	7,50	15,00
1	Roda boba	19,00	19,00
2	Sensor de linha TCRT5000	8,00	16,00
	Mão de obra	100,00	100,00
TOTAL DO PROJETO			746,40

2.6 Desenvolvimento físico e técnico do protótipo

Após serem realizadas pesquisas para a concepção do projeto, modelos de AGV, funcionamento, componentes utilizados, dentre outros, seguiu-se a etapa de cotação e compra de materiais.

A elaboração do AGV, foi iniciado primeiramente com a disposição dos componentes sobre a placa acrílica, onde o arduino o drive, a mini protoboard e a bateria ficarão a fim de um melhor funcionamento do projeto.

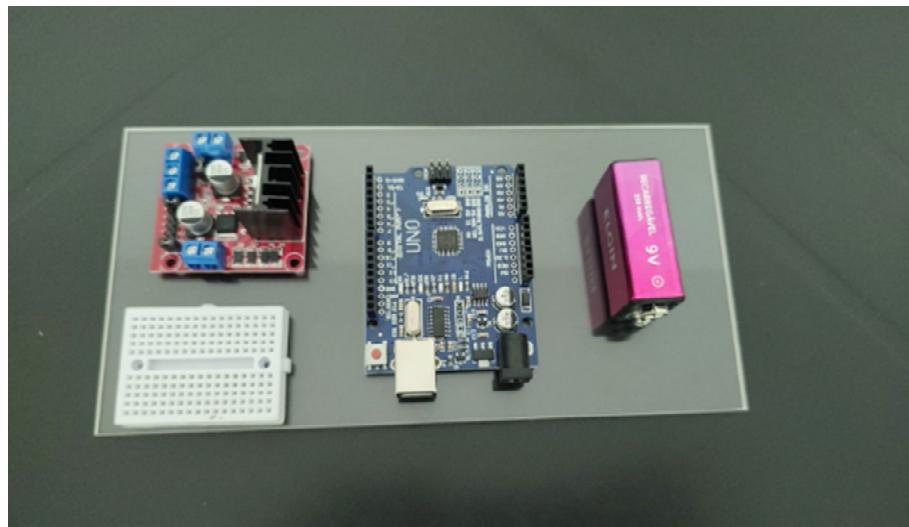


FIGURA 23: Componentes do projeto
FONTE: Própria

Em sequência, com os palitos de sorvete foi elaborado um suporte para a bateria, as dimensões a serem consideradas foram as dimensões da bateria juntamente com seu conector, de modo que a mesma não fosse fixada no acrílico possibilitando a troca de bateria quando necessário, e também foi feito um suporte dedicado a bateria correspondente a base de carregamento, suporte elaborado em dimensões diferentes pois a bateria presente no AGV ficará em posição horizontal e a presente na base de carregamento em posição vertical. Para a fixação do suporte no acrílico foi utilizado a cola quente.



FIGURA 24: Suporte para bateria no AGV
FONTE: Própria



FIGURA 25: Suporte da bateria da base de carregamento
FONTE: Própria

Após isso, foi demarcado na placa acrílica onde seria feito a furação para a fixação da ponte H, do arduino e da roda boba, furação essa necessária pois esses componentes seriam fixados através de parafusos M2. As placas foram sobrepostas ao acrílico e com um marcador de retroprojetor, caneta conhecida como “Pilot” as marcações foram feitas. Para furar o acrílico foi utilizado o ferro de solda, pois ele possibilita a furação sem que ocorra rachaduras. Seguidamente a mini protoboard também foi fixada ao acrílico, contudo, nela já estava presente uma fita colante em sua base, fita dupla face.



FIGURA 26: Furação no acrílico
FONTE: Própria

A seguir foi feita a fixação da roda boba.



FIGURA 27: Fixação da roda boba
FONTE: Própria

Em seguida, foram os motores DC, porém para executar sua fixação seria necessário executar as conexões dos jumpers em seus terminais. Primeiramente foi utilizado o ferro de solda e o estanho para soltar os jumpers em seus terminais. Trabalho esse que não resultou positivamente, pois não demorou muito para que a parte desencapada do juper viesse a se romper. Dado isso, foram removidos os cabos e os pontos de soldas que foram feitos nos terminais do motor DC. Para sanar esse problema os jumpers foram amarados aos terminais possibilitando assim uma maior resistência a movimentação dos cabos. Posteriormente, os motores foram fixados com colar quente, a parte inferior da placa, lado contrário do da placa arduino, e juntamente com suas rodas.

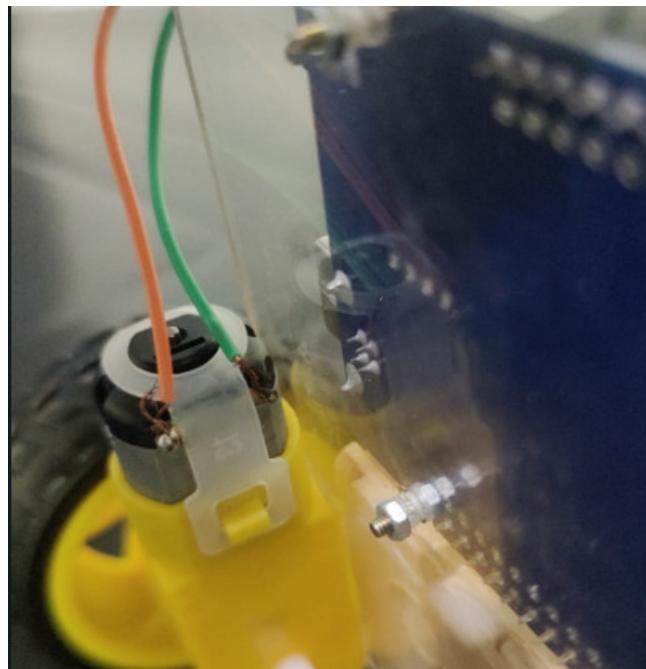


FIGURA 28: Conexão dos jumpers nos terminais dos motores DC
FONTE: Própria

Logo após, os jumpers que estavam conectados aos terminais do motor foram encaixados a ponte H (driver L298N), para realizar tal conexão foi necessário adquirir uma chave de fenda de dimensões compatíveis com o parafuso do driver, dado que os diâmetros dos componentes são de tamanhos pequenos. Após a aquisição da chave a conexão foi realizada.

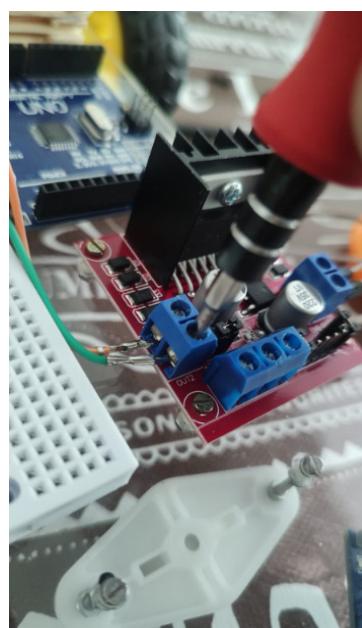
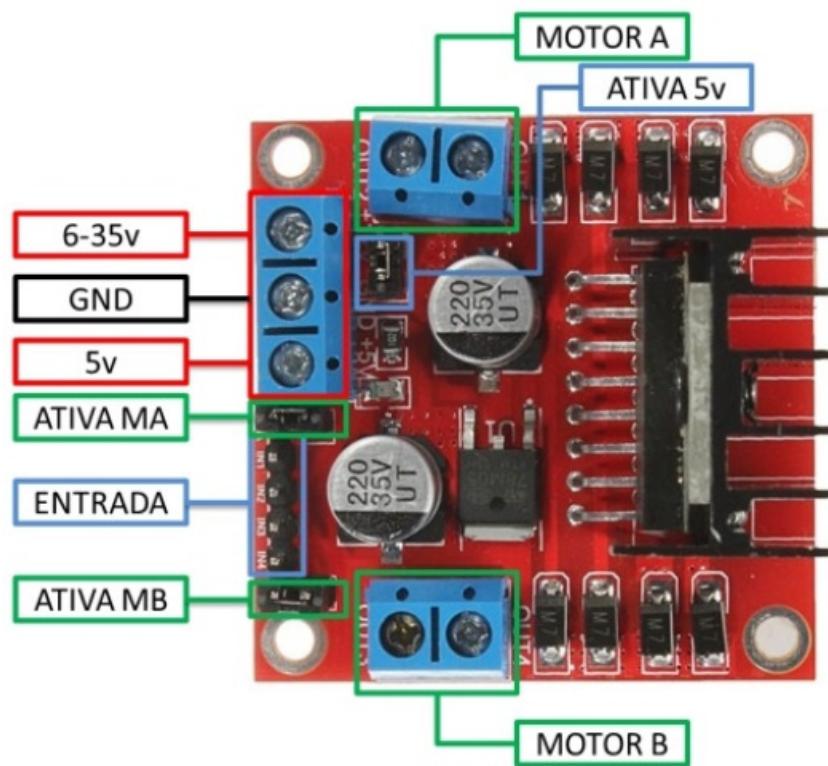


FIGURA 29: Conexão dos jumpers dos motores na ponte H
FONTE: Própria

As conexões feitas foras as seguintes, motor do lado esquerdo conectado no OUT 1 e 2 da ponte H, e o motor direito foi conectado no OUT 3 e 4.



Driver L298N

Resultado das ligações.

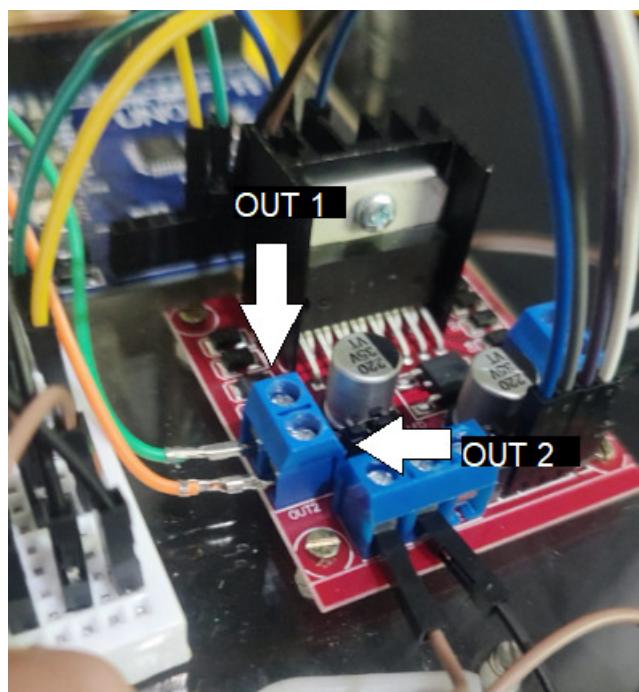


FIGURA 30: Conexão dos jumpers dos motores na ponte H
FONTE: Própria

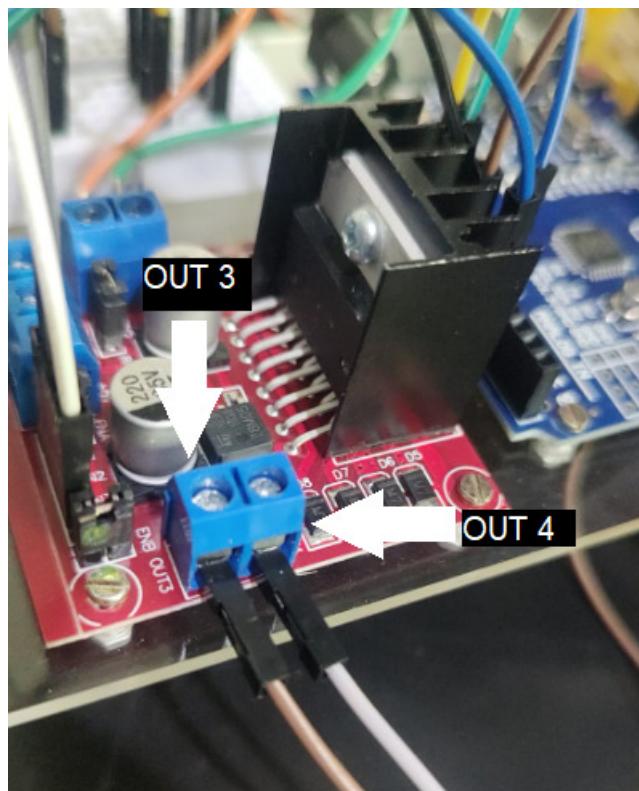


FIGURA 31: Conexão dos jumpers dos motores na ponte H
FONTE: Própria

Próximo passo foi os sensores infravermelho TCRT5000, foi percebido que os sensores presentes no kit arduino não continham a placa em seu conjunto, fato que dificultaria sua fixação e regulagem de posição na placa acrílica. Foi necessário fazer a aquisição de novos sensores. Assim que os componentes foram recebidos o processo de fixação foi feito, o mesmo já mencionado com o driver e com a placa arduino. Juntamente com os sensores foi fixado também um interruptor liga/desliga sobre o acrílico, fixação feita com fita dupla face.

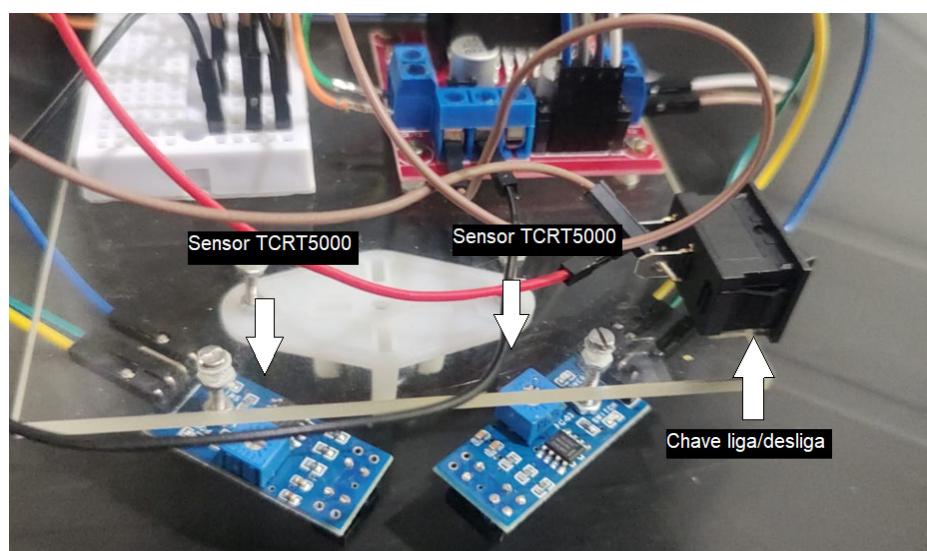


FIGURA 32: Fixação dos sensores TCRT 5000 e chave liga/desliga
FONTE: Própria

Após isso, o proximo passo seria efetuar o restante das ligações com os jumpers. Então, começaram aumentando o cabo do conector de bateria, pois devido a disposição dos componentes sobre o acrilo o cabo não alcancaria o interruptor liga/desliga.

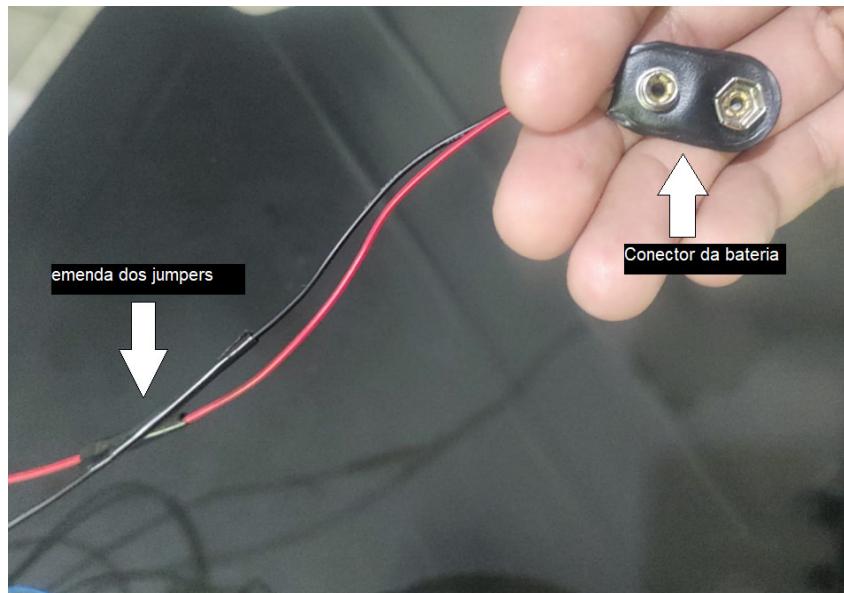


FIGURA 33: Emenda do cabo de carregamento da bateria
FONTE: Própria

Em sequência o polo positivo (cabo vermelho) foi conectado no terminal do interruptor, e o polo negativo foi conectado na protoboard.

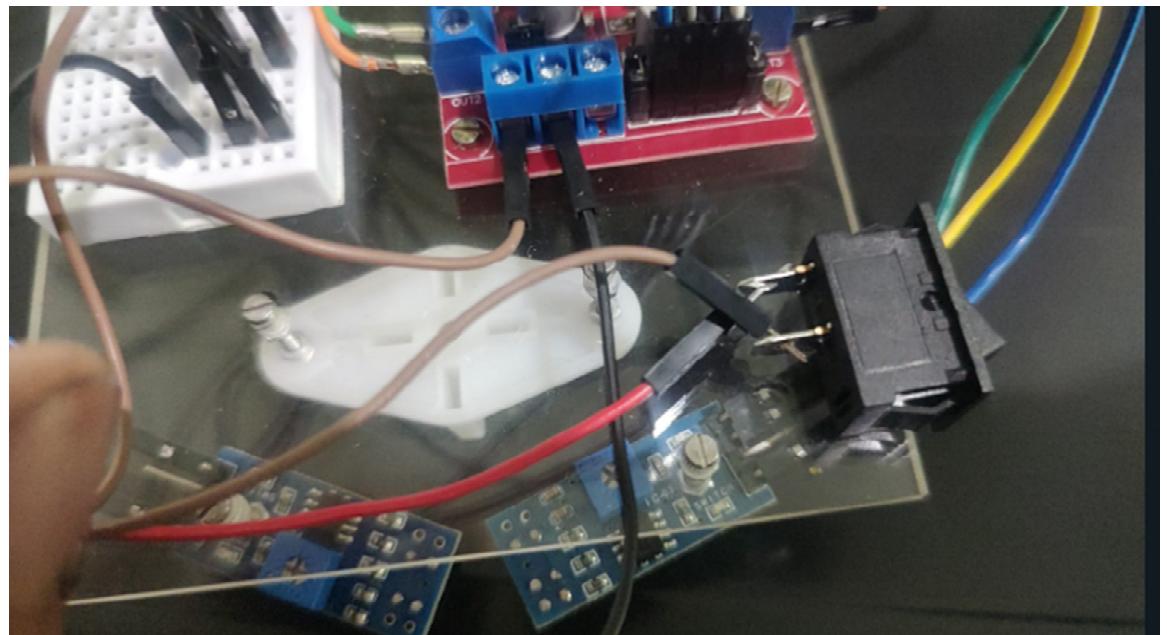


FIGURA 34: Conexão dos jumpers nos terminais da chave liga/desliga
FONTE: Própria

Segundo o esquema eletrônico citado acima, o cabo negativo da bateria foi soldado a outros dois jumpers onde um deles iria no GND do arduino e o outro no GND da ponte H. Tentou-se executar tal procedimento, primeiramente soldando com

ferro de solda e com estanho, porém não se obteve sucesso, devido à dificuldade citado acima com o procedimento dos motores DC. Posteriormente tentou-se uma amarração com as pontas dos cabos desencapados e com fita isolante para fixa-los, procedimento que gerou insucesso também. Então optou-se por fazer as conexões através da protoboard, facilitando a passagem de corrente, dificuldade encontrada também nas duas tentativas anteriores.

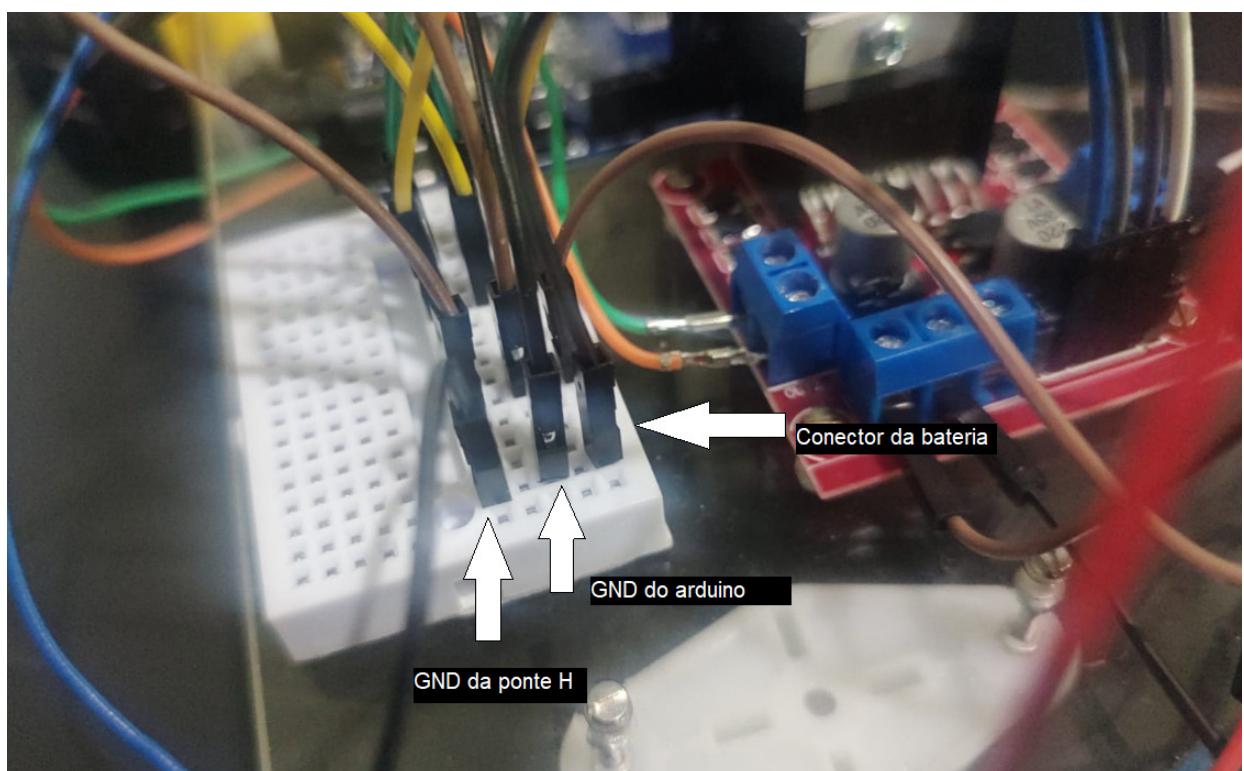


FIGURA 35: Substituição da soldagem dos jumpers por ligação na protoboard
FONTE: Própria

Tal alteração só foi executada por dificuldades nas emendas dos cabos, mas ambos os procedimentos resultam no mesmo objetivo.

O segundo cabo conectado no terminal da chave/liga/desliga, também passou por tais dificuldades, então, sua ligação foi efetuada através da protoboard, porém o resultado é o mesmo do esquema eletrônico citado a cima. Sua ligação ficou da seguinte maneira, do 12V do driver para a protoboard, da protoboard um cabo sai para o terminal do interruptor e o outro para a porta VIN.

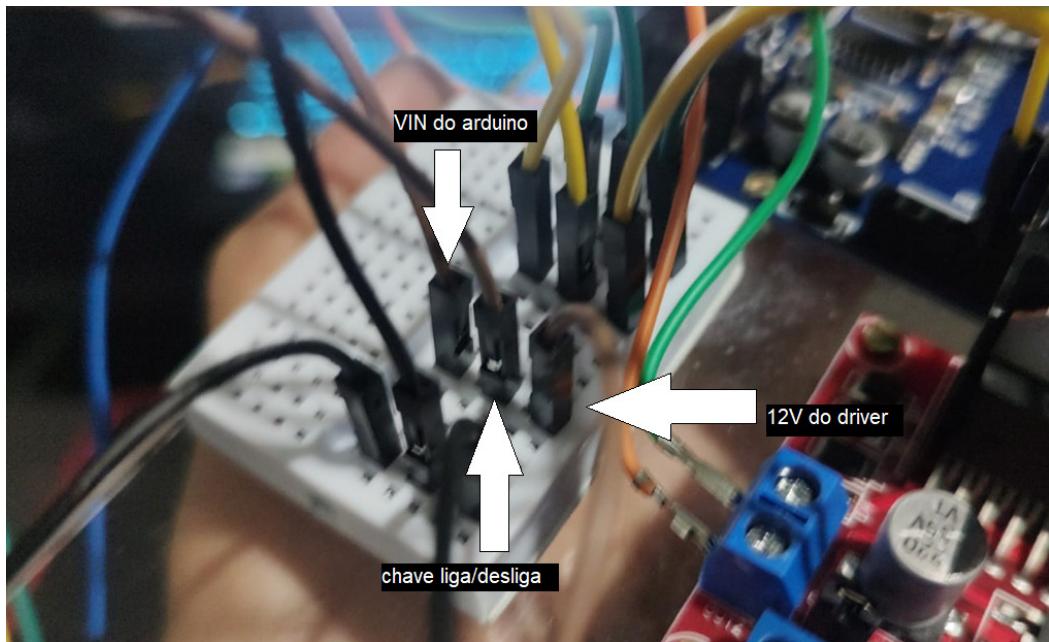
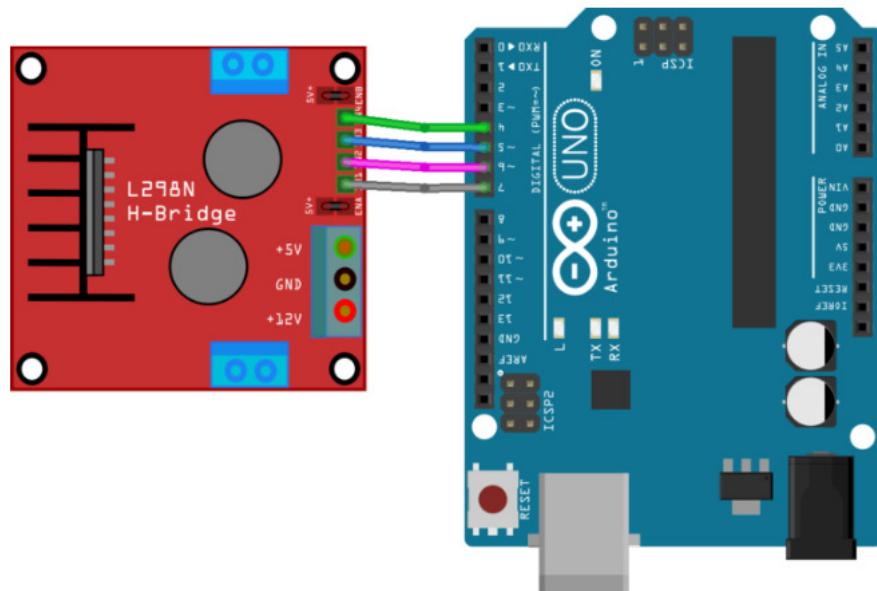


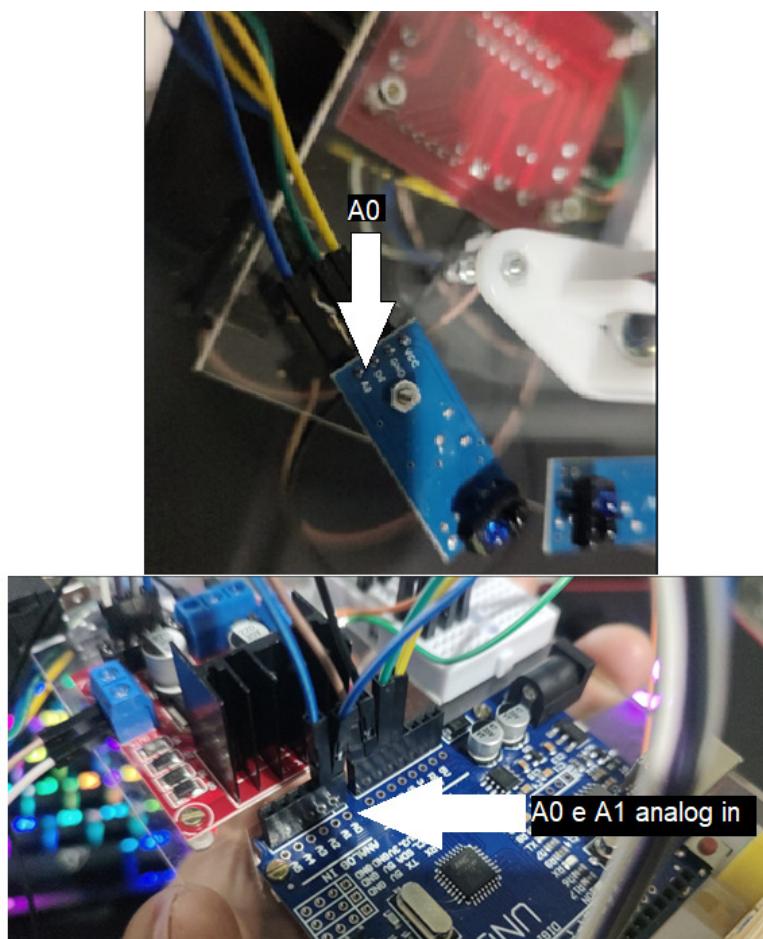
FIGURA 36: Substituição da soldagem dos jumpers por ligação na protoboard
FONTE: Própria

Em seguida, foi a vez de realizar as conexões dos pinos do driver (pinos referentes aos motores DC) para o arduino. Então os pinos IN 1, 2, 3 e 4 foram conectadas as portas 7, 6, 5 e 4.O IN 1 do driver na porta 7 do arduino, IN 2 do driver na porta 6 do arduino, IN 3 do driver na porta 5 do arduino e IN 4 do driver a porta 4 do arduino.



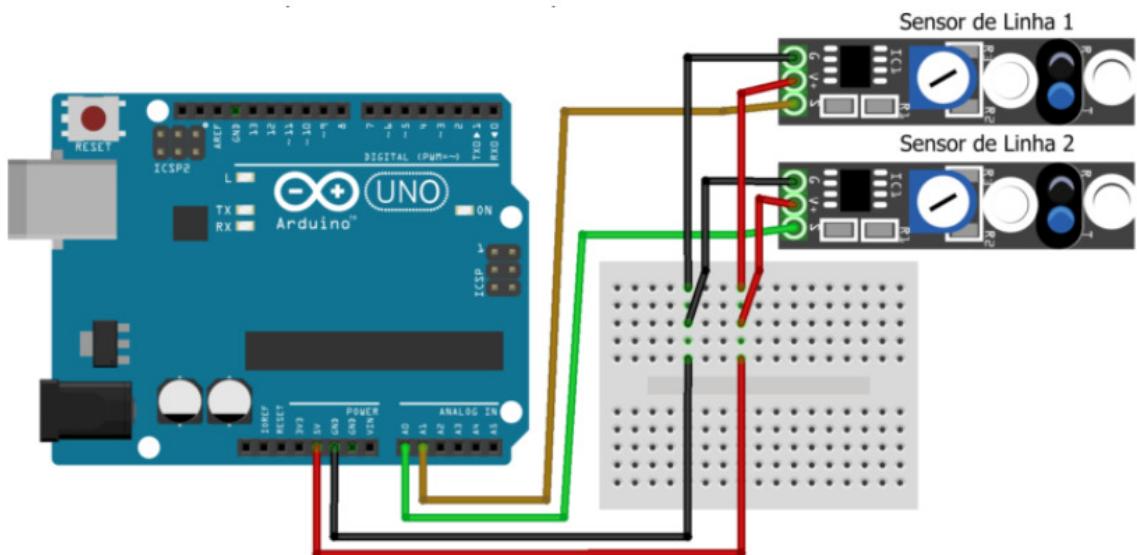
Conectando os pinos de controle dos motores

Próximo passo foi conectar os sensores. Os pinos A0 dos sensores foram conectados aos pinos A0 e A1 do arduino, nas portas analógicas do arduino.



FIGURAS 37 e 38: Conexão do sensor TCRT5000 ao arduino
FONTE: Própria

Os pinos GND e VCC foram conectados a mini protoboard conforme esquema a seguir.



Conectando os sensores

Após a finalização da montagem do carrinho foi adicionado mais uma bateria 9v, onde o cabo preto (negativo) foi ligado ao GND do arduino e o cabo vermelho (positivo) foi ligado ao 5V do arduino. Ligações conforme esquema eletrônico.

Na base de carregamento, primeiro passo foi elaborar um suporte dedicado a placa fotovoltaica de modo que ela ficasse estabilizada criando um ângulo afim de obter melhor desempenho energético, suporte esse elaborado com os palitos de sorvete e com cola quente.



FIGURA 39: Suporte de apoio a placa de energia solar
FONTE: Própria

Após isso, fixou-se todos os componentes da unidade de carregamento em uma placa acrílica com as mesmas medidas da já utilizada no AGV, a fim de organizar de melhor maneira os componentes necessários para o carregamento da bateria. O processo de fixação foi o mesmo já citado anteriormente.

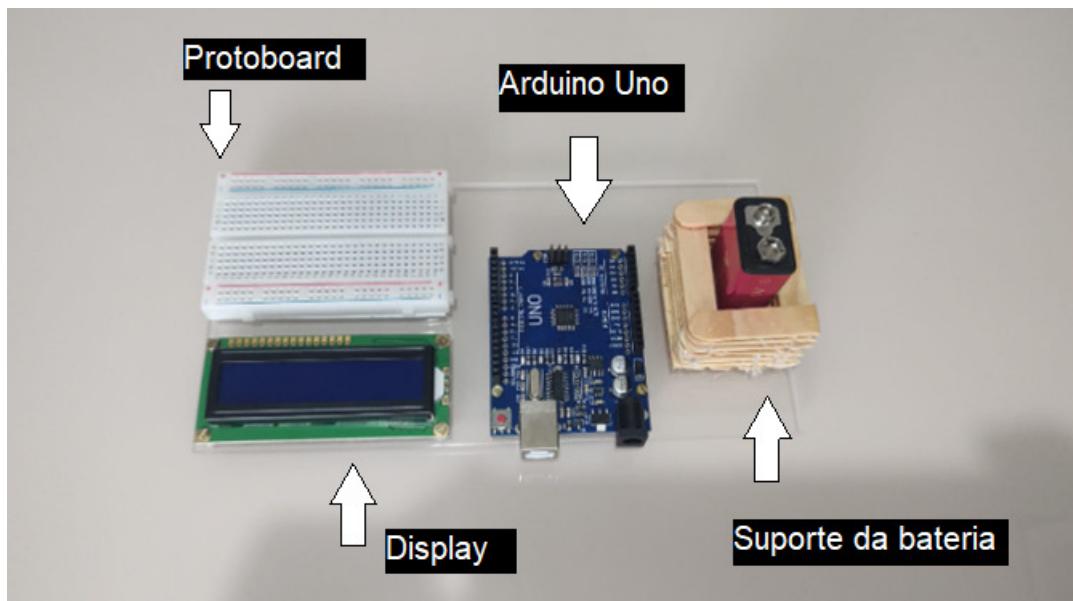
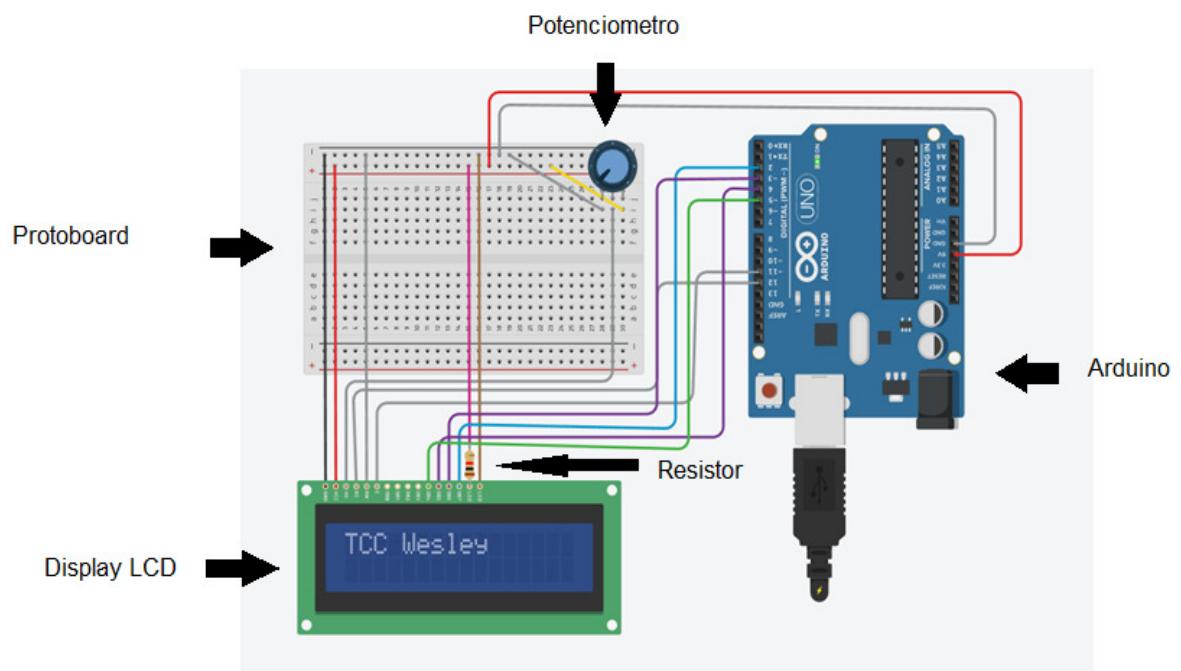


FIGURA 40: Layout da fixação dos componentes (unidade de carregamento) ao acrílico
FONTE: Própria

Posteriormente as ligações do display led com a protoboard e arduino foram feitas conforme imagem a seguir. Juntamente com as ligações a programação do display foi realizada.



Para montar o a base da maquete foi utilizado um papelão.



FIGURA 41: Base da maquete
FONTE: Própria

Em seguida foi colado uma cartolina branca sobre o papelão, pois a fita que orientaria o percurso do veículo seria preta e para um melhor funcionamento dos sensores TCRT5000 o fundo indicado seria de cor clara para contrastar com a cor da fita

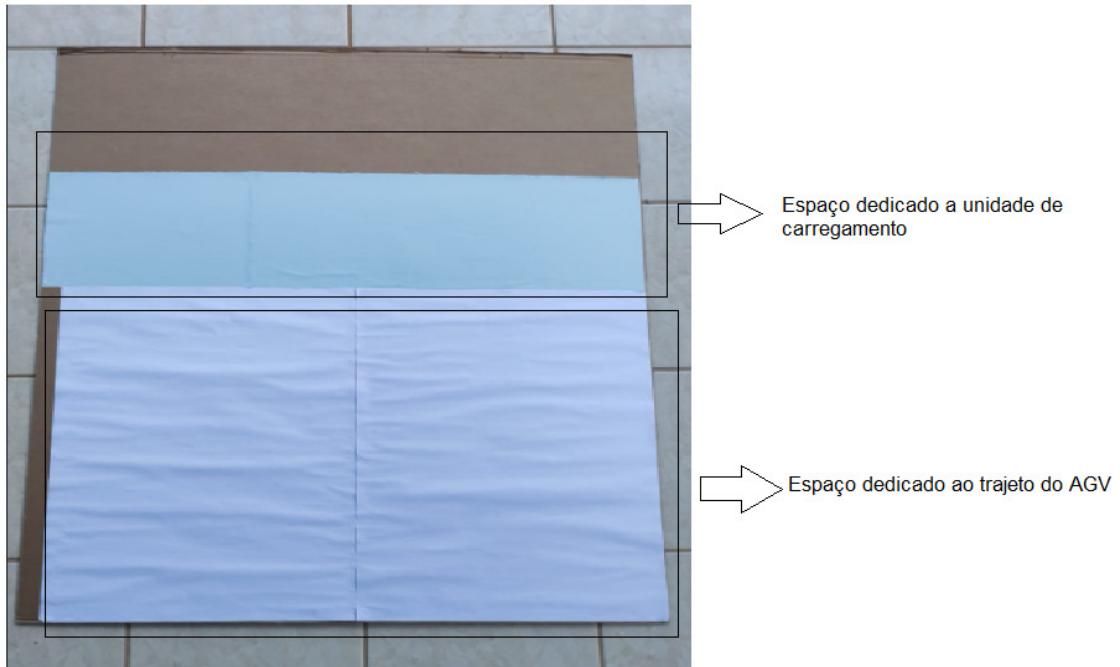


FIGURA 42: Base da maquete
FONTE: Própria

Próxima etapa foi efetuar os testes da unidade de carregamento para em seguida efetuar a fixação dos componentes a base da maquete, caso os testes resultassem positivamente.

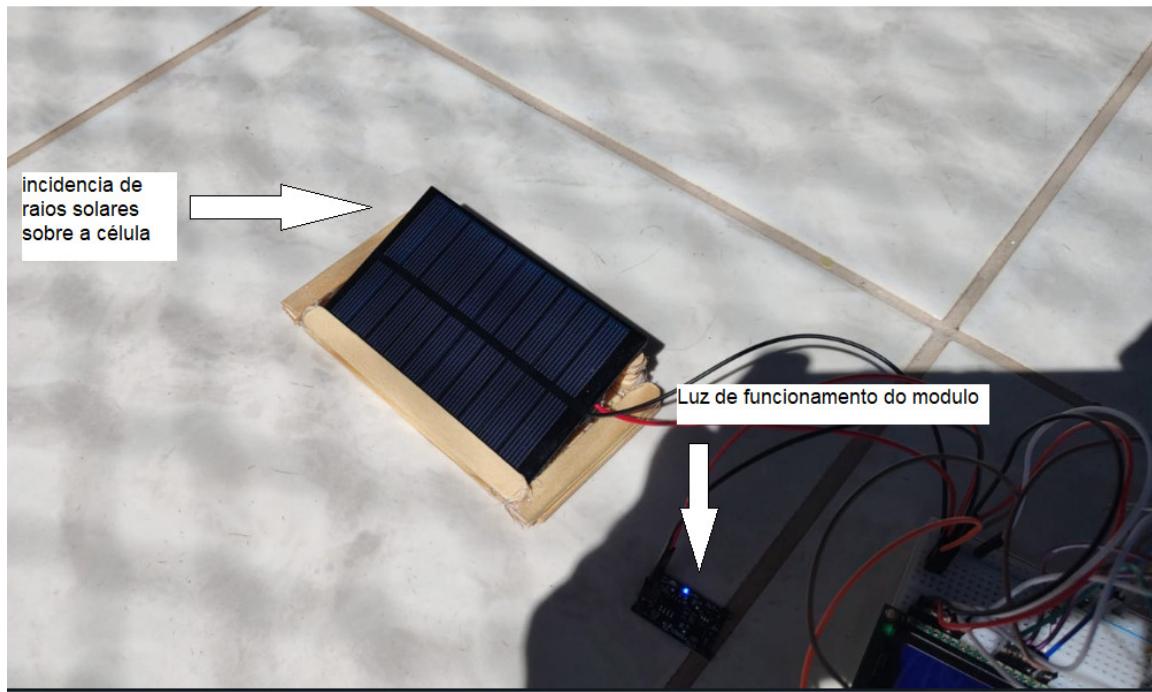


FIGURA 43: Teste da unidade de carregamento
FONTE: Própria

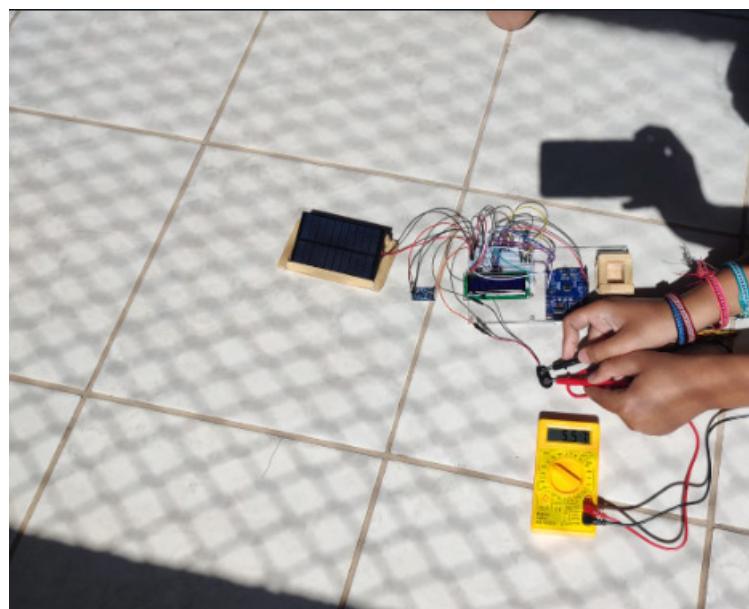


FIGURA 44: Teste da unidade de carregamento
FONTE: Própria

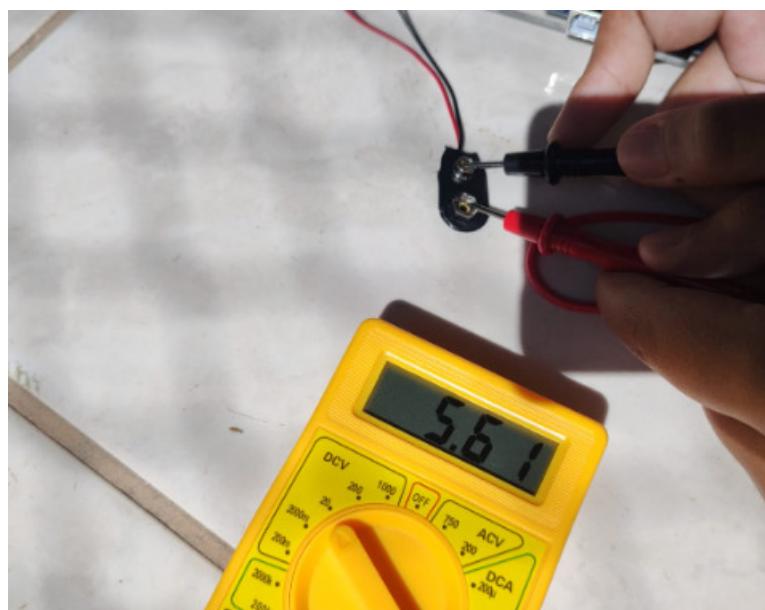


FIGURA 45: Teste da unidade de carregamento
FONTE: Própria

Após isso foi a fixação dos componentes da unidade de carregamento foi fixada a base da maquete.

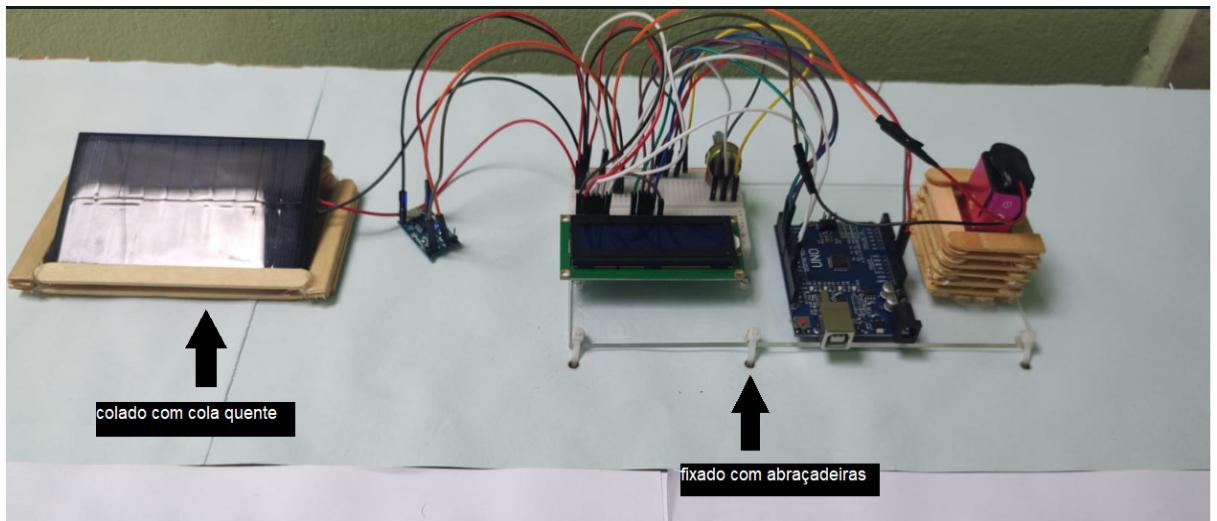


FIGURA 46: Fixação da unidade de carregamento
FONTE: Própria

Após isso, a conexão da unidade solar com o módulo e com a protoboard foram feitas conforme esquema mostrado a cima.

E por último, o circuito por onde o AGV transitaria foi confeccionado.

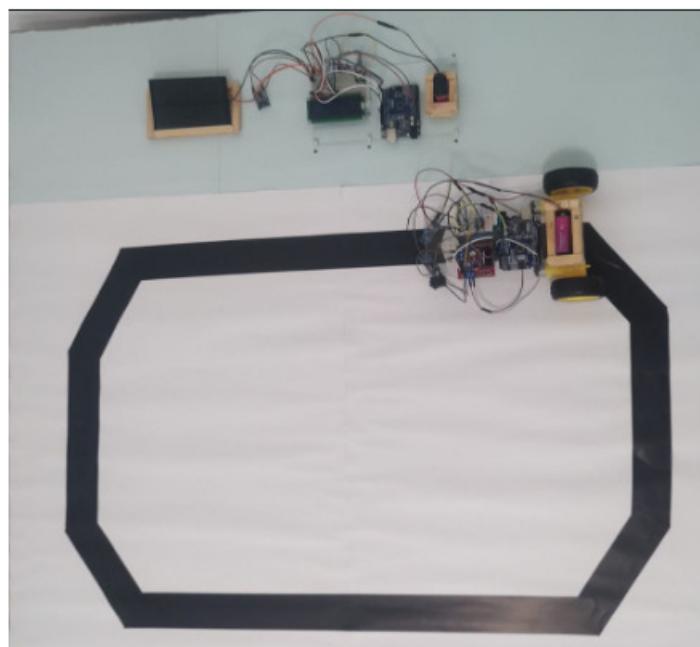


FIGURA 47: Maquete concluída
FONTE: Própria

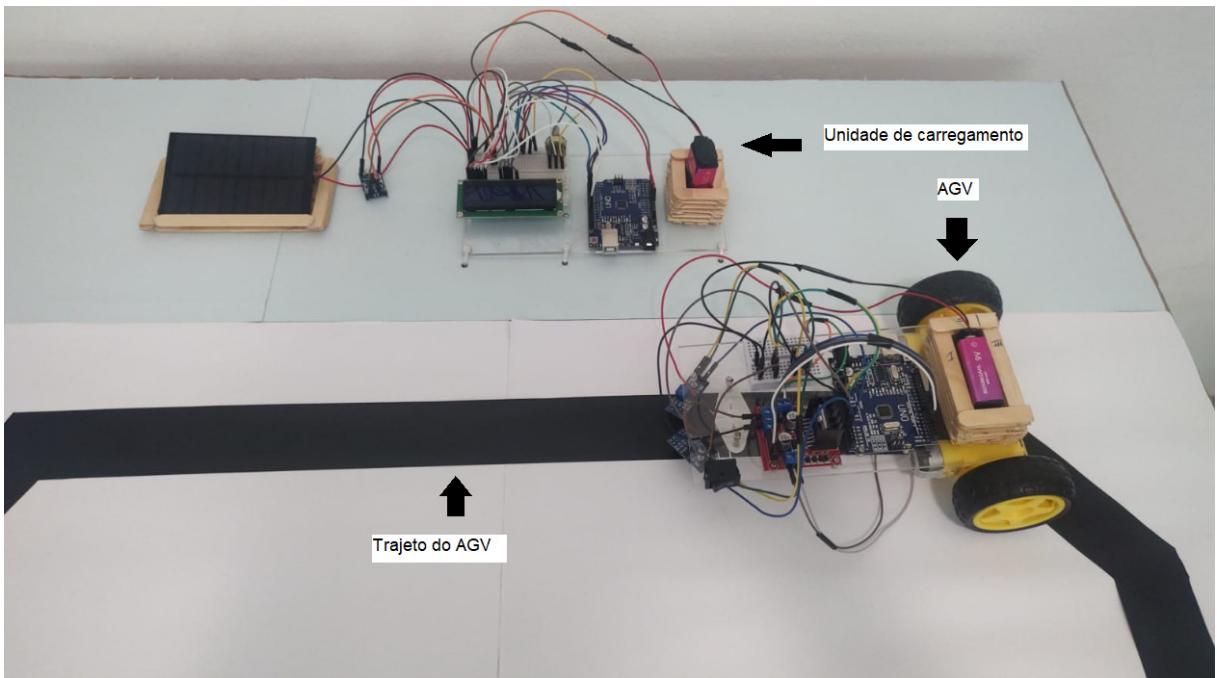


FIGURA 48: Maquete concluída
FONTE: Própria

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma, a concepção do projeto tem como premissa criar um veículo autoguiado capaz de recarregar com energia limpa, nesse caso a fotovoltaica. Suas vantagens, incluem principalmente a logística que proporciona uma automação em seu processo, e também, a utilização de uma energia com pouca agressão ao meio ambiente. Possui algumas desvantagens como, mão de obra qualificada, alto custo inicial, dentre outros já citado anteriormente.

As principais dificuldades encontradas nesse projeto foram referentes as ideias para a concepção do mesmo, ajuda recebida do professor Wilson, porém que poderiam ser sanadas pela disponibilização de TCC's de anos anteriores pela escola. Outra dificuldade foi com as compras das peças, pois em sua maioria tiveram que ser adquiridas por lojas online, ocorrendo atraso na mesma.

Robótica e manufatura flexível, dispositivos eletrônicos industriais, eletrônica digital, microcontroladores e segurança, saúde e meio ambiente foram as disciplinas que funcionaram como base para a elaboração desse projeto.

Gostaria de agradecer ao professor orientador, Wilson Ferrareto, pelas orientações tanto na parte de concepção como na parte escrita do trabalho, ao

professor Lincon Wolf e Alexandre pelas orientações na parte prática que contribuíram muito para aperfeiçoamento do projeto, gostaria de agradecer a Reni Rodrigues, Thais Rodrigues e a João Vitor que me ajudaram durante a parte prática, desde a ajuda a com solda como a ajuda na programação. Sou imensamente grato por tais contribuições.

Creio que como pessoa e como profissional consegui subverter dificuldades encontradas ao longo desse período e saio com o conhecimento teórico e prático e satisfeito por alcançar tais resultados. Porém saio com ideias que posteriormente podem agregar mais ao trabalho dando mais valor ao mesmo. Como uma automatização do processo de substituição de bateria que seria feito por um braço robótico, ideia do professor Wilson, que não foi implementada a esse AGV devido ao custo monetário, dentre outras ideias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- <https://www.youtube.com/watch?v=p8tUNIEThb4> – Acesso em 05-09-2022
- <https://www.youtube.com/watch?v=vQXwtEf5V1I&t=626s> – Acesso em 05-09-2022
- <https://www.youtube.com/watch?v=xH4Z9icRSbw&t=454s> – Acesso em 05-09-2022
- <https://www.youtube.com/watch?v=8hYS9acCKWI> – Acesso em 05-09-2022
- <https://www.youtube.com/watch?v=HjjLJPkaGhc> – Acesso em 05-09-2022
- <https://www.youtube.com/watch?v=5KwH-bQYOEc> – Acesso em 05-09-2022
- <https://www.youtube.com/watch?v=r0E3Jol7VdY> – Acesso em 05-09-2022
- <https://www.youtube.com/watch?v=NIJL5mdV4NU> – Acesso em 05-09-2022
- <https://www.youtube.com/watch?v=T0MMbAIE93s> – Acesso em 05-09-2022
- <https://www.youtube.com/watch?v=yNLwDE0A8il> – Acesso em 05-09-2022
- <https://www.youtube.com/watch?v=uepQyaqhVP4> – Acesso em 05-09-2022
- <https://www.youtube.com/watch?v=X9utRkE6OX8> – Acesso em 05-09-2022
- <https://www.youtube.com/watch?v=ZO-2KDHLch4> – Acesso em 05-09-2022
- <https://www.youtube.com/watch?v=UT41NjuEARg> – Acesso em 05-09-2022

<https://www.youtube.com/watch?v=cgMlrsOeD5U> – Acesso em 05-09-2022

<https://www.youtube.com/watch?v=cgMlrsOeD5U> – Acesso em 05-09-2022

<https://www.youtube.com/watch?v=uw1oWsdZuHE> – Acesso em 05-09-2022

<https://www.youtube.com/watch?v=C54Cp819Ebc> – Acesso em 05-09-2022

http://www.uel.br/pessoal/ernesto/arduino/00_Protoboard.pdf – Acesso em 05-09-2022

<https://luistavares.com/2018/09/criando-um-robo-seguidor-de-linha-com-arduino-passo-a-passo/> – Acesso em 05-09-2022

<https://www.youtube.com/watch?v=ghj9sk4u5xc> – Acesso em 06-09-2022

<https://www.youtube.com/watch?v=yyCX9oP2cso> – Acesso em 06-09-2022

<http://www.memorias.cpscetec.com.br/arquivos/153IdyB9c9gDr69u62nhmHv3XjULfFP7LDI.pdf> – Acesso em 06-09-2022

<https://seer.uniacademia.edu.br/index.php/eletrica/article/download/3253/2241> – Acesso em 06-09-2022

<https://www.youtube.com/watch?v=yyCX9oP2cso&t=369s> – Acesso em 13-09-2022

<https://www.youtube.com/watch?v=E21o4ZwYX6w> – Acesso em 13-09-2022

http://aprepro.org.br/conbrepro/2019/anais/arquivos/09282019_120912_5d8f78c4c254b.pdf – Acesso em 13-09-2022

<http://pt.tzbotagv.com/info/automated-guidance-the-story-of-the-transport-59090629.html> – Acesso em 14-09-2022

<http://pt.tzbotagv.com/info/the-history-of-agv-52732742.html> – Acesso em 14-09-2022

<https://1library.org/article/hist%C3%B3ria-dos-agvs-sistema-especializado-transporte-agvs-defini%C3%A7%C3%A3o.q73j33dy> – Acesso em 14-09-2022

<http://moffettautomatedstorage.com/industry-4-0/> – Acesso em 14-09-2022

https://www.slideshare.net/AndersFogelberg1/integrate-with-agvs-webinar-presentation-by-flexqube?from_action=save – Acesso em 14-09-2022

https://www.mmh.com/article/lets_remember_mac_barrett_father_of_the_agv – Acesso em 14-09-2022

https://www.logisticsmgmt.com/article/lets_remember_mac_barrett_father_of_the_agv – Acesso em 14-09-2022

<https://www.leaseplan.com/en-us/blog/technology/automated-guided-vehicles/> – Acesso em 14-09-2022

<https://www.legacy.com/us/obituaries/chicagotribune/name/arthur-barrett-obituary?id=2584696> – Acesso em 14-09-2022

<http://moffettautomatedstorage.com/industry-4-0/> – Acesso em: 14-09-2022

<https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/1782/3/ArtigoProceedings.pdf> – Acesso em 15-09-2022

https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/8652/5/Disserta%c3%a7%c3%a3o_JoseMarcosBrito_PPGEP.pdf – Acesso em 15-09-2022

<https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/8641/Gabriel%20Fagundes%20e%20Igor%20Jeffery%20Lemos%20-%20Fabrica%c3%a7%c3%a3o%20de%20Componentes%20de%20um%20Manipulador%20Rob%c3%b3tico%20com%20Tr%c3%a1nsito%20de%20Liberdade%20%28sem%20assinatura%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y> – Acesso em 16-09-2022

(PDF) INDÚSTRIA 4.0 -ANÁLISE DE OPERAÇÕES PORTUÁRIAS EM TERMINAIS DE CONTÊINERES (researchgate.net) – Acesso em 16-09-2022

https://www2.dee.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/18/2017/11/TCC_2016_1_LFAAlmeida.pdf – Acesso em 17-09-2022

<http://cyberneticzoo.com/cyberneticanimals/1967-shakey-charles-rosen-nils-nilsson-bertram-raphael-et-al-american/> – Acesso em: 21-09-2022

<https://www.sinova.com.br/tipos-de-agvs/> – Acesso em: 21-09-2022

https://www.researchgate.net/publication/266141066_IMPLANTACAO_DE_UM_SISTEMA_AGV_-_VEICULO_GUIADO_AUTOMATICAMENTE_UM_ESTUDO_DE_CASO – Acesso em 21-09-2022

<https://spectrum.ieee.org/sri-shakey-robot-honored-as-ieee-milestone> – Acesso em 21-09-2022

<https://www.sri.com/case-study/the-man-the-myth-the-legends-meet-shakey-the-robot-the-worlds-first-ai-based-robot/> – Acesso em 21-09-2022

<https://iaexpert.academy/2017/04/28/shakey-primeiro-robo-com-inteligencia-artificial/> – Acesso em 21-09-2022

https://www.researchgate.net/publication/345780060_INDUSTRIA_40_-_ANALISE_DE_OPERACOES_PORTUARIAS_EM_TERMINAIS_DE_CONTEINERES – Acesso em: 27-09-2022

<https://www.curseagora.com.br/produtos/arduino-uno-r3-atmega328/> - Acesso em: 27/09/2022

<https://amazoniareal.com.br/pilhas-e-baterias-risco-saudade-e-ao-meio-ambiente/#:~:text=O%20zinco%2C%20o%20chumbo%20e,danos%20ao%20sistema%20nervoso%20central.> – Acesso em 27-09-2022

<https://www.youtube.com/watch?v=55OwxL86sJc> – Acesso em 27-09-2022

https://www.youtube.com/watch?v=kL4O_2PuleQ – Acesso em 27-09-2022

<https://gizmodo.uol.com.br/baterias-e-pilhas-o-guia-definitivo/> – Acesso em 27-09-2022

<https://ecoassist.com.br/descarte-correto-de-pilhas-e-baterias-para-empresas/#:~:text=As%20pilhas%20e%20baterias%20possuem,um%20tempo%20de%20decomposi%C3%A7%C3%A3o%20infinito.> – Acesso em 27-09-2022

https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=ooSKDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA14&dq=o%27que+%C3%A9+arduino+uno&ots=iBrRZtmGqV&sig=rQBq3PBHIAOEGs6UpB_2NF7NqY#v=onepage&q&f=false – Acesso em 27-09-2022

\<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction> – Acesso em 27-09-2022

<https://opensource.com/resources/what-arduino> – Acesso em 27-09-2022

<https://www.cabosgolden.com.br/loja/noticia.php?loja=774024&id=11#:~:text=O%20Jumper%20%C3%A9%20um%20pequeno,como%20placas%20de%20computadores.> – Acesso em 28-09-2022

<https://www.topgadget.com.br/howto/electronica/o-que-e-um-jumper-quando-e-como-usar.htm> – Acesso em 28-09-2022

<https://copeletronica.com.br/p-fio-jumper-40-vias-tipo-macho-x-femea-20cm-para-arduino-4022> – Acesso em 28-09-2022

<http://www.um.pro.br/arduino/index.php?c=ArduinoUno> – Acesso em 28-09-2022

<https://www.baudaeletronica.com.br/arduino-uno-r3.html> – Acesso em 28-09-2022

<https://www.filipeflop.com/blog/tipos-de-arduino-qual-comprar/> – Acesso em 28-09-2022

<https://www.baudaeletronica.com.br/driver-motor-ponte-h-l298n.html> – Acesso em 28-09-2022

<https://storage.googleapis.com/baudaeletrodenicadatasheet/L298N.pdf> – Acesso em 28-09-2022

<https://www.robocore.net/tutoriais/motor-dc-arduino-ponte-h-l298n> – Acesso em 28-09-2022

<https://www.newtoncbraga.com.br/index.php/robotica/5168-mec070a> – Acesso em 28-09-2022

<https://www.usinainfo.com.br/motor-dc/motor-dc-12v-com-caixa-de-reducao-30rpm-2893.html> – Acesso em 28-09-2022

<https://www.filipeflop.com/blog/motor-dc-arduino-ponte-h-l298n/> – Acesso em 29-09-2022

<https://www.piscaled.com.br/motor-dc-3-6v-com-caixa-de-reducao-e-eixo-duplo-roda-68mm> – Acesso em 29-09-2022

https://loja.fabricadebolso.com.br/motor-dc-3-6v-com-caixa-de-reducao-p-robotica-educativa?gclid=CjwKCAjwhNWZBhB_EiwAPzlhNqb-foZ799IETrlqkYfwGNIUMWYYfRoB6_kEiQ0rx_q-oNmYklnPBoCw50QAvD_BwE – Acesso em 29-09-2022

https://portal.vidadesilicio.com.br/driver-motor-com-ponte-h-l298n/#O_que_e_uma_Ponte_H – Acesso em 29-09-2022

<https://newmax.com.br/o-que-e-uma-bateria-e-para-que-ela-serve/> – Acesso em 29-09-2022

<https://conhecimentocientifico.com/bateria/> – Acesso em 29-09-2022

<https://blogmasterwalkershop.com.br/arduino/como-usar-com-arduino-sensor-seguidor-de-linha-tcrt5000> – Acesso em 29-09-2022

<https://www.easytronics.com.br/seguidor-de-linha-tcrt5000> – Acesso em 29-09-2022

<https://ipelab.ufg.br/n/156373-protoboard-o-que-e-e-como-usar> – Acesso em 29-09-2022

http://www.uel.br/pessoal/ernesto/arduino/00_ProtoBoard.pdf – Acesso em 29-09-2022

<https://www.shareenergy.com.br/como-funciona-celula-fotovoltaica/> – Acesso em 29-09-2022

<https://brasilescola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-capacitor.htm> – Acesso em 29-09-2022

<https://adrenaline.com.br/artigos/v/78336/o-que-e-um-capacitor-e-para-que-ele-serves>
– Acesso em 29-09-2022

<https://www.manualdaeletronica.com.br/capacitor-o-que-e-para-que-serve/> – Acesso em 29-09-2022

<https://www.topgadget.com.br/howto/elettronica/conheca-tres-tipos-diferentes-de-reguladores-de-tensao.htm> – Acesso em 29-09-2022

<https://copeletronica.com.br/p-fio-jumper-40-vias-tipo-macho-x-femea-20cm-para-arduino-4022> - Acesso em: 29/09/2022

https://i5.walmartimages.com/asr/dee945ef-99b3-4305-9d13-ef42b75e2763_1.6c73de9d030997fe1b6367fa9dac60b4.jpeg - Acesso em: 29/09/2022

<https://cdn.awсли.com.br/600x700/95/95881/produto/93383102/618b7bcbfc.jpg> -
Acesso em: 29/09/2022

http://www.kairos.ind.br/loja/img/prod/bateria-9v-250-mha-recarregavel-blister-c-1-pc-elgin-82215_img25.png - Acesso em: 29/09/2022

https://http2.mlstatic.com/sensor-seguidor-trilha-linha-tCRT5000-arduino-D_NQ_NP_224711-MLB20622374521_032016-F.jpg - Acesso em: 29/09/2022
https://http2.mlstatic.com/D_NQ_NP_2X_993239-MLB29117129642_012019-F.jpg -
Acesso em: 29/09/2022

<https://www.phippselectronics.com/wp-content/uploads/2019/08/02-11-1080x1080.jpg> - Acesso em: 29/09/2022

https://images.tcdn.com.br/img/img_prod/648216/ci_regulador_de_tensao_l7805cv_5v_1a_to_220_lm7805_516_2_20191011000936.jpg - Acesso em: 29/09/2022

https://www.huinfinito.com.br/1211-large_default/capacitor-eletrolitico-1000uf-35v.jpg
- Acesso em: 29/09/2022

<https://www.ecycle.com.br/descarte-de-pilhas-e-baterias/> - Acesso em 27/10/2022

<https://www.elastobor.com.br/chapa-de-acrilico-elastobor-2mm-2x1mt-cristal/p> -
Acesso em 18/11/2022

<https://www.vick.com.br/blog/acrilico/> - Acesso em 18/11/2022

https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1224279150-roda-boba-rodizio-de-aco-omni-para-arduino-chassi-rob_JM?quantity=1 – Acesso em 18/11/2022

<https://www.autocorerobotica.com.br/rodizio-giratorio-roda-boba> - Acesso em 18/11/2022

<https://www.youtube.com/watch?v=hnpjYx-MJPM&t=380s> – Acesso em 23/11/2022

<https://victorvision.com.br/blog/lcd-display-arduino/> - Acesso em 24/11/2022

https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1970331198-display-lcd-16x2-com-backlight-azul-para-arduino-nf-_JM?quantity=1 – Acesso em 24/11/2022

<https://www.youtube.com/watch?v=hnpjYx-MJPM&t=51s> – Acesso em 24/11/2022

<https://www.mundodaeletrica.com.br/potenciometro-o-que-e-como-funciona/> -
Acesso em 24/11/2022

https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1963424655-protoboard-breadboard-400-pontos-furos-pinoss-_JM#position=4&search_layout=grid&type=item&tracking_id=0bcd3703-f64f-4527-a429-56fe17ba3fe4 - Acesso em 28/11/2022

FOLHA DE APROVAÇÃO

VEÍCULO AUTO GUIADO COM POSTO DE CARREGAMENTO

Guided vehicle with charging station

SOUZA, Wesley Rodrigues
Escola Técnica Alberto Santos Dumont

Exemplar correspondente a redação final do Artigo aprovada como requisito parcial para obtenção do Grau de Nível Técnico em Mecatrônica pela Banca Examinadora da Escola Técnica Alberto Santos Dumont, de Indaiatuba.

Data da aprovação: _____ / _____ / _____

Nota: _____

Orientador: Prof. Wilson Luiz Ferrareto

Componente da Banca: _____

Componente da Banca: _____

**Indaiatuba
2022**