

## **HELP DO SOL : Torre de captação de energia solar**

Carlos Alberto de Barros

Elan Mattheus de Oliveira

Elton Dias da Silva

Felipe Santos de Sá

Herberth Kramer

Resumo: O uso de placas fotovoltaicas para a geração de energia renovável no Brasil vem crescendo rapidamente nos últimos anos. Seu uso é mais comum em residências, onde auxilia na redução do valor da conta de luz. O intuito deste projeto é criar um sistema que aumentará a eficiência das placas fotovoltaicas de forma simples, aumentando o contato das células fotovoltaicas com os raios solares e, conseqüentemente, gerando mais energia. Por meio de um motor CC controlado por um Arduino UNO, o movimento de um eixo será executado. Por fim, mostraremos sua capacidade de movimentação e a simplicidade de seu sistema.

Palavra-chave: fotovoltaica, energia elétrica, células fotovoltaicas.

Abstract: The use of photovoltaic panels for renewable energy generation in Brazil has been growing rapidly in recent years. They are most commonly used in households, where they help reduce electricity bills. The purpose of this project is to create a system that will enhance the efficiency of photovoltaic panels in a simple way by increasing the contact of photovoltaic cells with sunlight, thereby generating more energy. Through a DC motor controlled by an Arduino UNO, the movement of an axis will be executed. Finally, we will demonstrate its range of motion and the simplicity of its system.

Keywords: photovoltaic, electric power, Photovoltaic cells.

## 1 INTRODUÇÃO

Os bens naturais são fontes de riquezas materiais, que o homem dispõe para satisfazer suas necessidades, moramos em um país em que o índice energia solar fotovoltaica vem crescendo cada vez mais, os raios solares além de trazer a luz e o calor são essenciais para vida cotidiana, como também podem ser aproveitados para geração de energia.

Obtemos informações foi proposto um projeto de uma torre para capacitação de energia solar destinada a carga de telefones celulares.



## 2 OBJETIVO

O projeto desenvolvido é totalmente independente da rede elétrica e tem potencial para ser utilizado em diversas aplicações, sendo que, seriam necessárias algumas adequações. No projeto foi utilizada uma bateria 12V, para projetos definitivos existem baterias específicas. Outro ponto importante é o dimensionamento do projeto, para cada projeto é importante verificar se a geração de energia e a capacidade de armazenamento atendem as necessidades.

O mesmo pode ser utilizado em eventos que ocorram em locais abertos, os painéis são móveis e podem ser instalados em pontos estratégicos com a finalidade de disponibilizar aos usuários pontos para carregamento de celulares sem que haja a necessidade de uma estrutura elétrica.

### 3 DESENVOLVIMENTO

#### 3.1 Layout do projeto

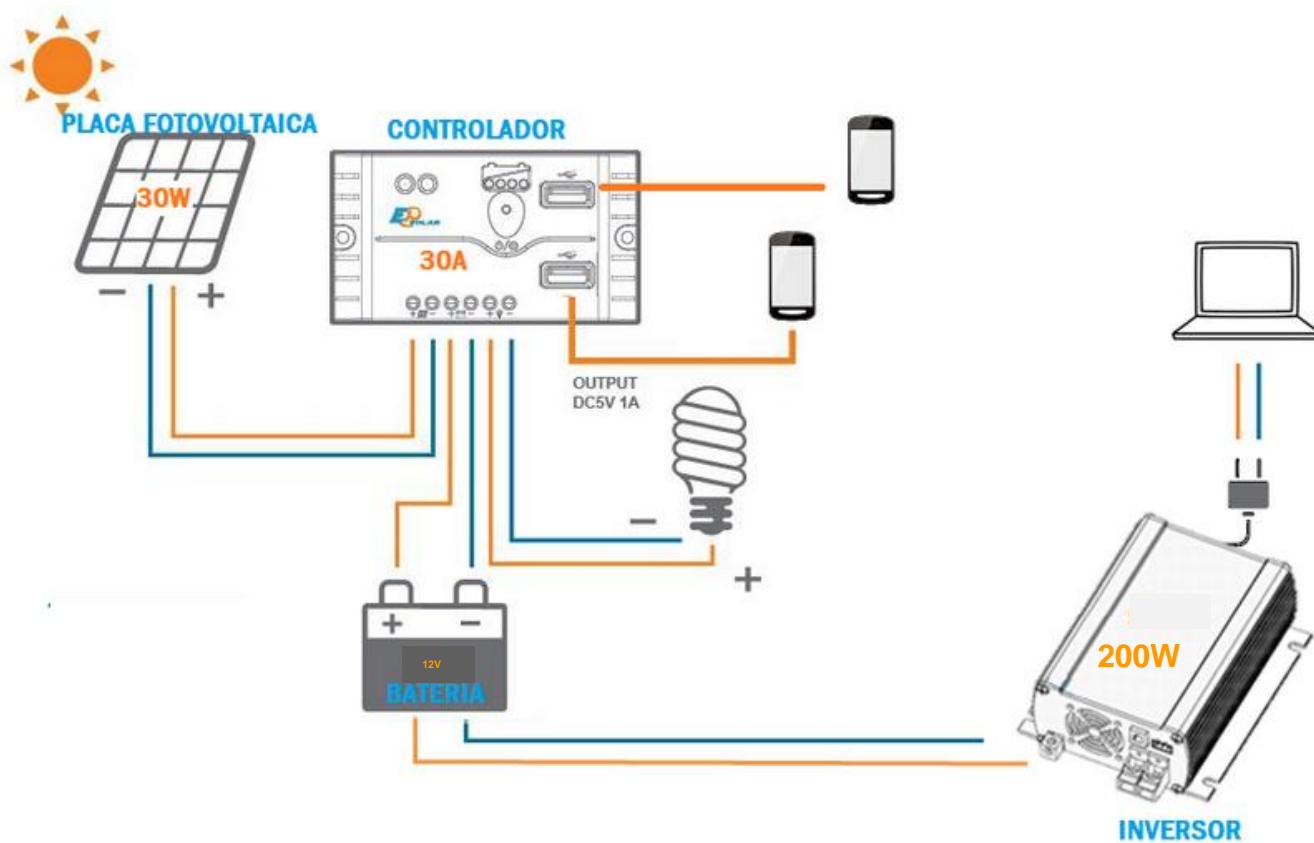


Figura 1 – layout do projeto

### 3.2 Elaboração do desenho da estrutura.

Usado aço carbono SAE1020 com espessura de 2mm, 760mm de altura da estrutura e largura de 150 mm.

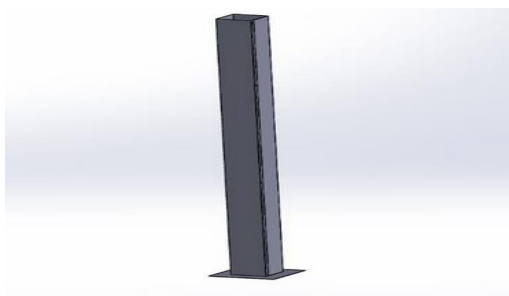


Figura 2 – Estrutura do projeto

### Elaboração do desenho da articulação da placa.

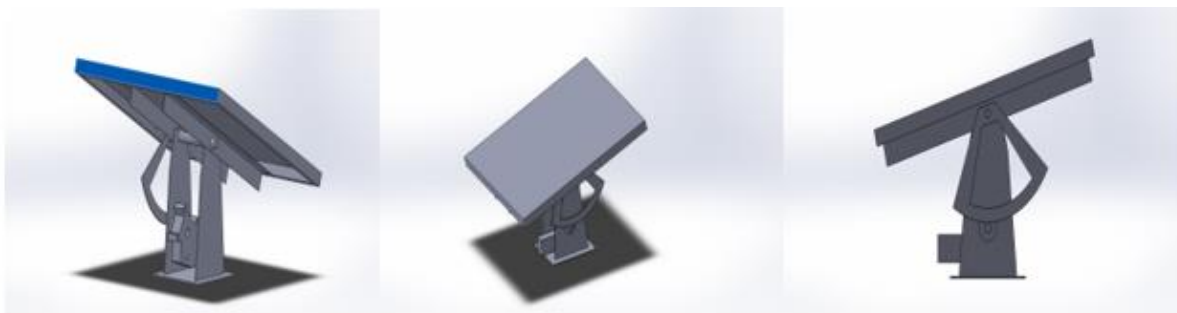


Figura 3 – articulação da placa

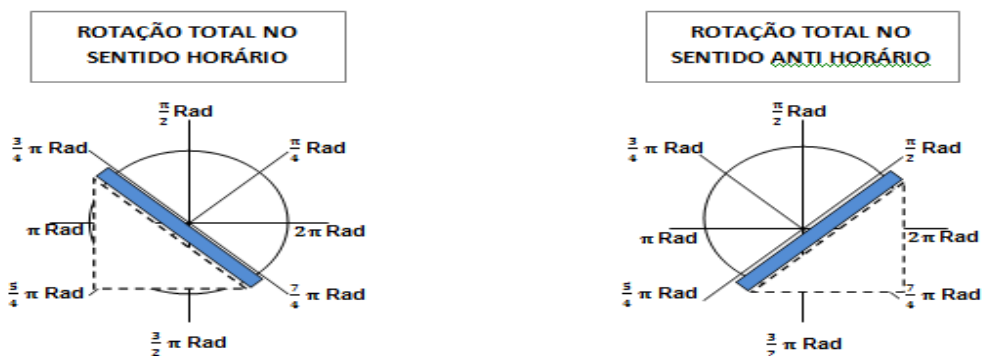
### 3.3 Cálculo do ângulo e do deslocamento do Projeto

De acordo com o resultado obtido para os deslocamentos máximos no sentido horário e no anti-horário, temos o ângulo de  $45^\circ$ , sendo assim, o deslocamento total do sistema é de  $90^\circ$  ou  $\frac{\pi}{2} \text{ Rad}$ .



Figura 4 – Descolamento da placa

Figura 5– Rotação total no sentido horário e anti-horário



### 3.4 Conceitos do projeto

No projeto desenvolvido, foram utilizadas 02 engrenagens para realizar a movimentação da placa fotovoltaica. A engrenagem do motor possui raio de 8mm e 65 RPM, já a engrenagem que movimenta a placa é maior e tem raio de 28mm. No movimento circular uniforme em sistemas de transmissão direta a velocidade linear é a mesma, enquanto, a velocidade angular é inversamente proporcional, ou seja, quanto menor a engrenagem maior a velocidade angular. Para o projeto a utilização de uma engrenagem maior na parte que movimenta a placa é fundamental para tornar a movimentação da placa mais lento e controlar melhor o sistema girassol. Abaixo temos os cálculos de velocidade angular e velocidade linear:

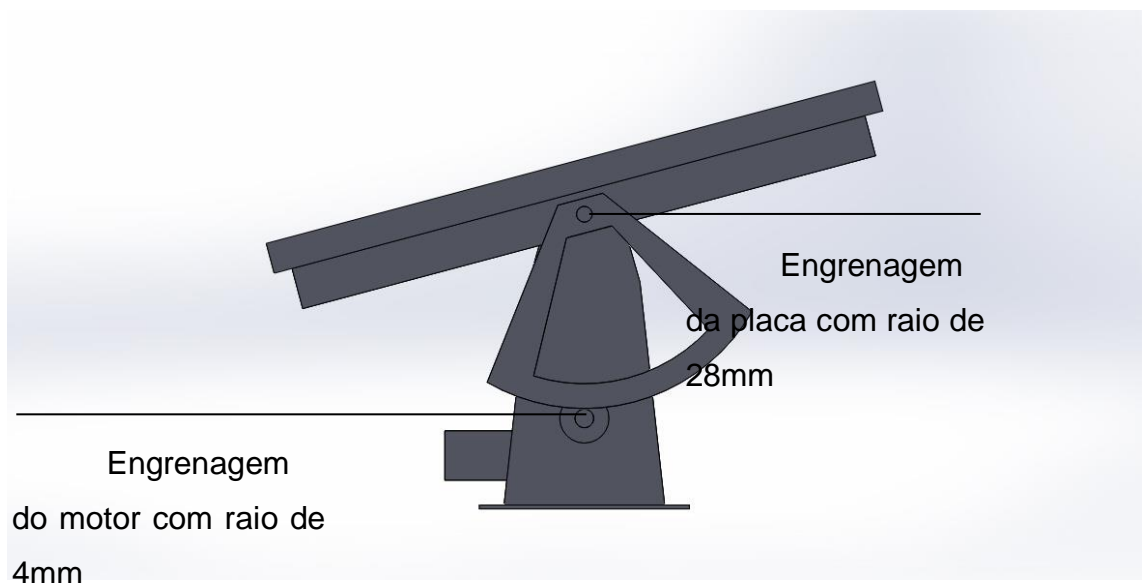


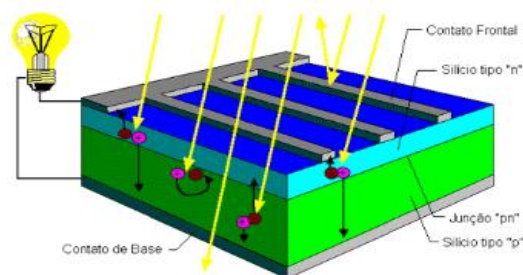
Figura 6 – Engrenagem da placa

### 3.5 Placa foto voltaica

Princípio de funcionamento O material mais utilizado para confecção de células solares é o silício. Contudo, o silício puro não possui elétrons livres, necessitando de uma dopagem. Para fazer um silício do tipo N, utilizado na confecção de uma célula solar, introduz-se em sua rede cristalina um material penta valente (do Grupo V da tabela periódica), tal como o fósforo, que possuem um elétron a mais do que necessário para formar as ligações covalentes com o silício. Para fazer um silício do tipo P, é feito um processo similar, mas utilizando boro (átomo do grupo III da tabela periódica) ao invés do fósforo, dando origem a lacunas, transferência de elétrons dos átomos de silício da banda de valência para os átomos de boro.

As células fotovoltaicas foram desenvolvidas nos laboratórios Bell em 1954. O material mais utilizado para confecção de células solares é o silício.

Contudo, o silício puro não possui elétrons livres, necessitando de uma dopagem. Para fazer um silício do tipo N, introduz-se em sua rede cristalina um material penta valente como o fósforo, que possuem um elétron a mais do que necessário para formar as ligações, covalentes com o silício. Para fazer um silício do tipo P, é feito um processo similar, mas utilizando boro, dando origem a lacunas, O princípio básico da célula fotovoltaica é mostrado na figura abaixo.



Corte Transversal de uma célula fotovoltaica - Fonte: CRESESB/CEPEL

Figura 7 - Sistema da Placa



### 3.6 Radiação Solar

Entende-se por radiação solar a uma radiação eletromagnética emitida pelo Sol, e que se propaga a uma velocidade de 300.000 km/s, podendo-se observar aspectos ondulatórios e corpusculares. O Sol fornece para a atmosfera terrestre aproximadamente  $1,5 \times 10^{18}$  kWh de energia por ano. Este valor corresponde a aproximadamente 10.000 vezes o consumo mundial de energia durante o mesmo período.

Tal fato mostra que a radiação solar é uma fonte energética que poderia ser amplamente utilizada se processada por meia decaapitação e posterior conversão em outra forma de energia mais útil.

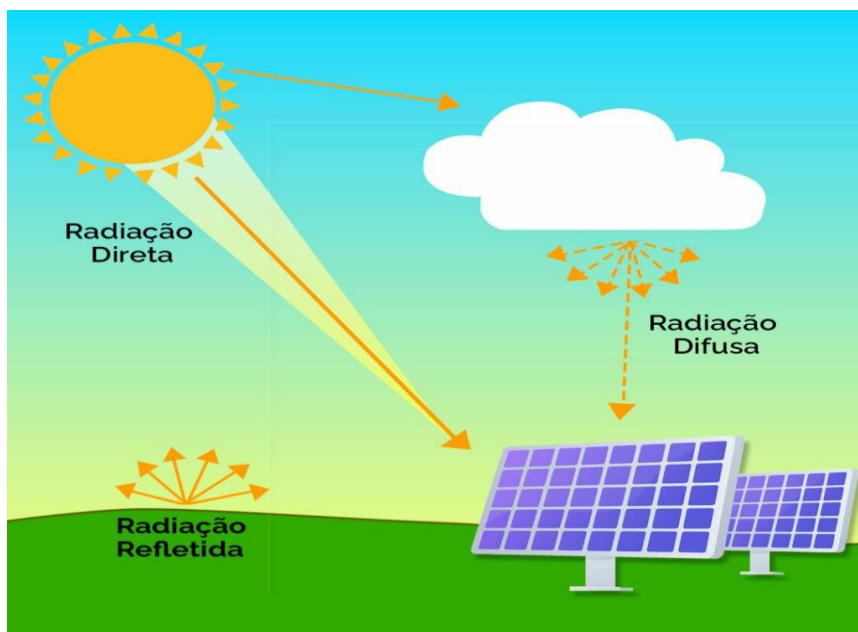


Figura 8 – Radiação Solar

### 3.7 Placa foto voltaica do projeto

#### Características

Marca Komaes Modelo KM30W Potência máxima 30 W

Largura 51 cm Comprimento 52 cm

Tipo da placa solar Policristalino

Informações técnicas do painel / placa / modulo solar

Komaes KM 30W 36 células - 12 V Silício Policristalino

Geração de carga diária 8,55 Ah/dia (Dados baseados na média nacional de 5 horas insolação 1000W/m<sup>2</sup> de irradiação)

Potência máxima- (W): 30 Tolerância: +/- 5%

Tensão máxima - VM (V): 17,56 Corrente máxima potência - IM(A): 1,71

Tensão em circuito aberto- VOC (V): 21,56 Corrente de curto circuito - ISC (A): 1,84

Quantidade de células - PÇS: 36 Eficiência do modulo - % : 10,70

Dimensões - MM: 520 X 510 X 28 Peso: 3,7 KG

As especificações elétricas estão sob condições de testes de irradiação de 1kW/m<sup>2</sup>, espectro de massa de ar de 1.5 e temperatura de 25°C



Figura 9 – Placa

### 3.8 Controlador

O controlador/regulador de carga é um dos principais componentes de um sistema solar fotovoltaico, sendo o responsável pela duração da vida útil dos bancos de baterias, que como todos sabemos são dos componentes mais dispendiosos nestes sistemas solares.

A função do regulador de carga, é a de proteger as baterias de serem sobrecarregadas, ou descarregadas profundamente, e assim garantir, que toda a energia produzida pelos painéis fotovoltaicos, é armazenada com maior eficácia nas baterias.

Os controladores de carga possuem uma série de dispositivos que informam permanentemente sobre o estado de carga do sistema e alertam o utilizador para que este possa adaptar a instalação às suas necessidades particulares, aumentando assim o tempo de vida útil das baterias.

Os reguladores de carga, utilizam-se principalmente em sistemas isolados da rede, ou seja autónomos, compostos por módulos fotovoltaicos, ligados a um regulador, que por sua vez está ligado a baterias para alimentação.

Os reguladores de carga devem ser selecionados tendo em atenção as características do sistema fotovoltaico utilizado e as características de tensão e corrente envolvidas no sistema solar fotovoltaico.

### 3.9 Dimensionamento do Controlador de Carga

O controlador de carga é definido pela tensão de trabalho do sistema e pela maior corrente exigida. A capacidade do controlador deve superar a corrente dos painéis ou as de consumo, naquele em que for maior o valor.

Devem ser calculadas ambas as correntes (corrente dos painéis solares e a corrente a ser consumida) sendo selecionada a corrente mais elevada.

O valor total de corrente é o consumo dividido pela tensão de trabalho do equipamento.

Verifique a corrente máxima exigida pelos equipamentos que serão ligados ao sistema solar.

Para os painéis solares, deve basear-se na corrente discriminada na tabela de características do produto.

A corrente do sistema será a soma das correntes máximas geradas pelo(s) painel solar. Obtenha o total, levando em consideração a associação dos painéis conectados.

Defina o controlador pelo maior valor encontrado (painel ou consumo).



Figura 10 – Dimensionamento do controle de carga

### 3.10 Controlador do projeto

#### Características

Marca Lorben

Controlador de carga 30A PWM para aplicação em sistemas de energia solar off-grid, com display LCD, parâmetro de controle ajustável do sistema automático 12/24V, 2 saídas USB frontais.

Controle de carga e descarga da bateria.

Detecta automaticamente a tensão 12/24 V.

Proteção contra curto-circuito.

Display LCD

Indicador de carga pelo painel.

Timer temporizador.

2 portas USB para cargas de dispositivos.

Proteção contra sobrecarga, descarga excessiva, curto circuito

Tensão nominal: 12V/24V (seleção automática)

Corrente máxima de carga: 30A

Corrente máxima na saída: 30A

Tensão máxima de entrada 50V

Saída USB: 5V/2A

Consumo: < 10mA

Potência máxima de entrada: 390W (12V) ou 780W (24V)

Bitola máxima do cabo elétrico: 4 mm<sup>2</sup>

Faixa de temperatura ambiente: -35°C +60°C

Material: Plástico ABS e compartimento eletrônico

Tamanho do produto: 14x7x3 cm

Peso do produto: 145g

Figura 12 – Controlador de Carga



### 3.11 Bateria

É importante frisar que elas não produzem nenhum tipo de energia, mas sim que sua função é a de acúmulo e que, para utilização em sistemas solares fotovoltaicos.

Na prática, o gerador de energia solar para celular funciona como qualquer outro carregador portátil, ou seja, uma bateria armazena determinada carga de energia, que posteriormente é repassada para a bateria do celular. No caso do carregador solar, assim que ele é conectado por um cabo USB.

Usamos uma bateria de 12V, para que o projeto tenha melhor desempenho de funcionalidade. Exemplo caso usem as duas entradas USB's e a tomada 127v.



Figura 13 – Bateria 12V

### 3.12 Inversor

O Inversor Solar é um dos principais itens do kit de energia solar, e sua função é basicamente inverter a energia elétrica gerada pelos painéis, de corrente contínua (CC) para corrente alternada (CA). O Seu papel secundário é garantir a segurança do sistema e medir a energia produzida pelos painéis solares.

#### Características

Marca Altomex  
Modelo 200W  
Voltagem mínima de saída 110 V  
Voltagem máxima de saída 220 V  
Potência máxima de operação 500 W  
Potência de pico 200 W  
Tipo de onda Onda senoidal modificada

#### Descrição

Forma de onda: Onda senoidal Modificada  
Tensão de entrada: DC 12v  
Tensão de saída: 110v ac ou 220v AC  
Potência de saída: 200W  
Frequência: 50Hz/60Hz / + ou – 5Hz  
Proteção contra super aquecimento: 75°C  
Tomada universal  
Botão Liga/Desliga



Figura 14 – Inversor de potência

### 3.13 Motor

#### Características

Marca Golden

#### Descrição

Motor Vidro Elétrico Mabuchi 8 Dentes 12V Lado Esquerdo

O motor de vidro elétrico tem função essencial no funcionamento do sistema de automação dos vidros, os motores Mabuchi são os mesmos utilizados originalmente pelas montadoras nos veículos que vem equipados com vidro elétrico de fábrica.

Especificações:

Engrenagem de 8 Dentes

Voltagem: 12V

Consumo: 1,3A

Força: 9.12 N.m / 93Kg.cm

Alta Durabilidade

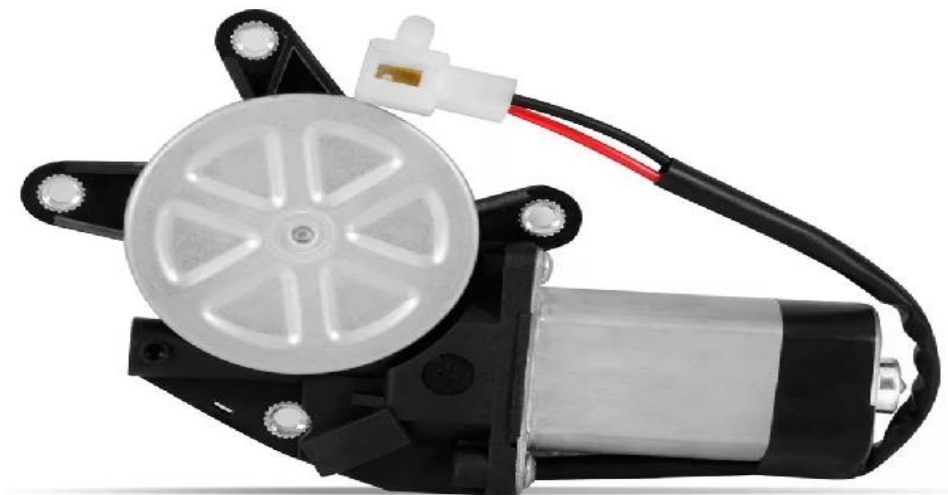


Figura 15 – Motor de vidro elétrico Universal



### 3.14 Chave de fim de curso

Utilizada para segurança do sistema, em caso de falhas em um dos componentes o fim de curso interrompe o sinal que movimenta o motor.



Figura 16 – Chave de fim de curso

Chave micro switch com haste ou, em português, a chave de fim de curso, é uma ferramenta que funciona com ativação a partir de força física para gerar um ciclo elétrico fechado, e por isso, é bastante aplicado em diferentes setores dentro de processos industriais.

Ter esse equipamento como componente do seu Material elétrico pode ser muito benéfico para a otimização de processos dentro da linha de montagem industrial.

O dispositivo é duradouro, e além disso, existem diferentes tipos dele.

O modelo mais simples é capaz de gerar mais que um milhão de ciclos, e aqueles que geram até dez milhões de ciclos elétricos são os modelos usados para procedimentos mais complexos e maiores.

O potencial da Chave micro switch com haste deve ser adequado ao processo em que será inserida, caso contrário, pode causar danos pelo seu circuito elétrico.

A chave começa a funcionar quando a haste é acionada pelo toque e envia um sinal elétrico para o motor desejando algum comando, que pode ser a inversão da força ou a parada do motor.

### 3.15 Resistores

Resistores são dispositivos que compõem circuitos elétricos diversos, a sua finalidade básica é a conversão de energia elétrica em energia térmica (Efeito Joule). Outra função dos resistores é a possibilidade de alterar a diferença de potencial em determinada parte do circuito, isso ocorre por conta da diminuição da corrente elétrica devido à presença do equipamento.

#### Representação

Os símbolos abaixo são usados para representar os resistores em um circuito elétrico.



Figura 17 - resistores

Onde são encontrados?

Os resistores estão presentes na maioria dos equipamentos utilizados em nosso cotidiano, seja nos chuveiros elétricos com a função de fornecer calor à água, ou na composição de circuitos eletroeletrônicos.

### 3.16 Ponte H L298N

Driver Ponte H, baseado no chip L298N, construído para controlar cargas indutivas como relés, solenoides, motores DC e motores de passo. Com este Driver Ponte H L298N é possível controlar independentemente a velocidade e rotação de 2 motores DC ou 1 motor de passo.

#### **Especificações:**

- Tensão de Operação: **6~35v**
- Chip: ST L298N
- Controle de 2 motores DC ou 1 motor de passo
- Corrente de Operação máxima: 2A por canal ou 4A max
- Tensão lógica: 5v
- Corrente lógica: 0~36mA
- Limites de Temperatura: -20 a +135°C
- Potência Máxima: 25W
- Dimensões: 43 x 43 x 27mm
- Peso: 30g
- Driver Motor Ponte H L298N

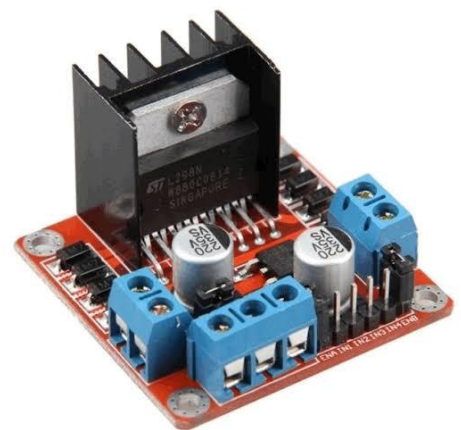


Figura 18 – Ponte H

### 3.17 Potenciômetro

Foi utilizado um resistor variável de 10k Ohms, ligado ao pino A0 do Arduino para o controle de velocidade do PWM. Potenciômetro 10K;

#### **Especificações:**

Resistência:10K;

Diâmetro da base: 15mm;

Comprimento total: 27,8mm ou 22,5mm

Peso: 7g.



Figura 19 - Potenciômetro

### 3.18 Programação

Toda programação foi desenvolvida no TinkerCad, em seguida aplicada no projeto, afim de efetuar testes, evitar e gerenciar quaisquer erros ou panes.

```
// Define os pinos

const int ENB = 3; // Pino controle de velocidade do motor
const int IN3 = 5; // Pino de sentido de giro horário
const int IN4 = 6; // Pino de sentido de giro anti-horário
const int ENA = 9; // Pino controle de velocidade do motor
const int IN1 = 10; // Pino sentido de giro horário
const int IN2 = 11; // Pino sentido de giro anti-horário
const int fc1 = 12; // Pino para fim de curso LDR1
const int fc2 = 13; // Pino para fim de curso LDR2
const int LDR1 = A1; // Pino analógico para o primeiro LDR
const int LDR2 = A2; // Pino analógico para o segundo LDR

int ldrValue1; // Valor LDR1
int ldrValue2; // Valor LDR2

int sum; // Diferença LDR 1 e LDR 2
int absv; // Valor absoluto

int potValue; // Valor potenciômetro

int motorSpeed1; // Velocidade do motor
int motorSpeed2; // Velocidade do motor

bool fim1; // Booleana fim de curso 1
bool fim2; // Booleana fim de curso 2
```

```
void setup() {

  pinMode(ENA, OUTPUT);

  pinMode(IN1, OUTPUT);

  pinMode(IN2, OUTPUT);

  pinMode(ENB, OUTPUT);

  pinMode(IN3, OUTPUT);

  pinMode(IN4, OUTPUT);

  pinMode(LDR1, INPUT);

  pinMode(LDR2, INPUT);

  pinMode(fc1, INPUT_PULLUP);

  pinMode(fc2, INPUT_PULLUP);

  Serial.begin(9600);

}

void loop() {

  // Leitura dos fim de curso

  fim1 = digitalRead(fc1);

  Serial.println(fim1);

  fim2 = digitalRead(fc2);

  Serial.println(fim2);

  // Leitura dos valores dos LDRs
```

```
ldrValue1 = analogRead(LDR1);

Serial.println("LDR1: " + (String)ldrValue1);

ldrValue2 = analogRead(LDR2);

Serial.println("LDR2: " + (String)ldrValue2);

sum = ldrValue1-ldrValue2;

Serial.println("sum: " + (String)sum);

absv = abs(sum); // Só número sem o sinal

Serial.println("abs: " + (String)absv);

// Ajusta a direção do motor com base nos valores dos LDRs

if (sum > 150 && fim1 == LOW){

digitalWrite(IN2, LOW); // Sentido horário

digitalWrite(IN4, LOW);

digitalWrite(IN1, HIGH);

digitalWrite(IN3, HIGH);

Serial.println("gira1");

}

else if (sum < -150 && fim2 == LOW){

digitalWrite(IN1, LOW); // Sentido anti-horário

digitalWrite(IN3, LOW);

digitalWrite(IN2, HIGH);

digitalWrite(IN4, HIGH);

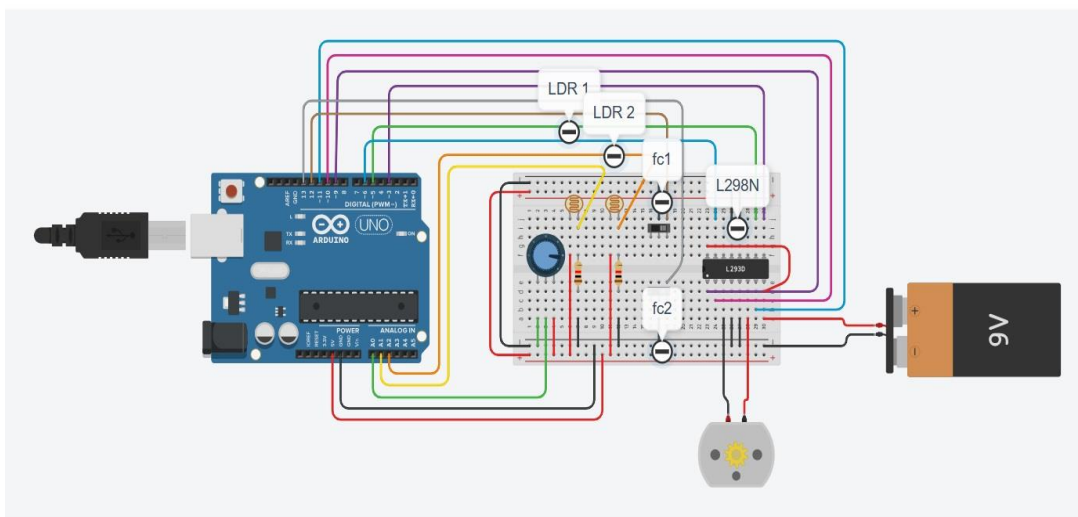
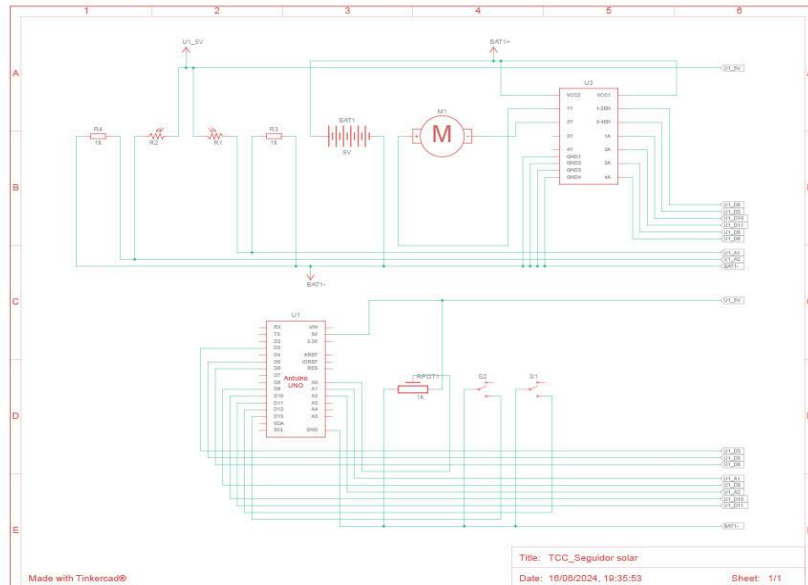
Serial.println("gira2");

}
```

```
else {
  digitalWrite(IN2, LOW); // Para o funcionamento
motordigitalWrite(IN1, LOW); digitalWrite(IN4,
LOW); digitalWrite(IN3, LOW);
  Serial.println("desarma");
}
// Leitura do potenciômetro para controlar a velocidade
potValue = analogRead(A0);
motorSpeed1 = map(potValue, 0, 1023, 0, 255);
motorSpeed2 = map(potValue, 0, 1023, 0, 255);
analogWrite(ENA, motorSpeed1);
analogWrite(ENB, motorSpeed2);
delay(500);
}
```



### 3.19 Esquema de Ligação



#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o início do projeto, desenvolvemos alguns testes em escala reduzida, nos quais analisamos o deslocamento da placa e a lógica de programação, a fim de aplicá-los no projeto em escala. Tivemos uma pane no Arduino que compramos, a qual afetava o funcionamento do mesmo. Trocamos o Arduino e obtivemos sucesso.

No decorrer da programação, enfrentamos alguns problemas com o sensor de fim de curso. Cometemos erros na ligação da placa Arduino e na lógica da programação, mas esses problemas foram sanados com a ajuda dos professores.

O projeto atendeu às nossas expectativas em todos os aspectos, tanto em eficiência energética quanto em resistência. Ele nos deu luz sobre possíveis atualizações futuras em escala e automações mais inteligentes. O equipamento mostrou versatilidade e simplicidade de fácil aplicação, e todo o funcionamento ocorreu de forma satisfatória, atendendo às nossas expectativas.

Sendo assim, adquirimos conhecimentos na área e ampliaremos nossas ideias tanto no mundo acadêmico quanto no profissional.

#### 5 REFERÊNCIAS

JÚNIOR, Joab Silas Da Silva. "O que são resistores?"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-sao-resistores.htm>. Acesso em 21/05/2024.

THOMSEN, Adilson. "Motor DC com Driver Ponte H L298N" Disponível em: <https://www.filipeflop.com/blog/motor-dc-arduino-ponte-h-l298n/>. Acesso em 21/05/2024.

Guia Definitivo de uso da Ponte H. Disponível em: <https://blog.eletrogate.com/guia-definitivo-de-uso-da-ponte-h-l298n/> . Acesso em 18/04/2024.

BERTOLETI, Pedro. “Controle de velocidade de motor DC com PWM no Arduino UNO” Disponível em: <https://www.makerhero.com/blog/control-motor-dc-pwm-arduino-uno/> . Acesso em 10/05/2024.

REIS, Pedro. “Como Construir um seguidor solar caseiro com servo motor e Arduino” Disponível em: <https://www.portal-energia.com/construir-seguidor-solar-caseiro-servo-motor-controlado-arduino/> . Acesso em 21/03/2024.

“Energia Solar no Brasil”. Disponível em: <https://portalsolar.com.br/energia-solar-no-brasil.html> . Acesso em 20/02/2024

“Potenciômetro 10K para Projetos”. Disponível em: <https://www.tecntronics.com.br/potenciometro-10k-para-projetos.html>  
Acesso em 15/04/2023.

BRASIL. Lei nº 13.105, de 16 de março de 2015. Código de Processo Civil. **DOU**: Brasília, DF, 17 mar. 2015. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2015/Lei/L13105.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13105.htm). Acesso em: 20 jan. 2019.

KROKOSCZ, Marcelo. **Autoria e plágio**: um guia para estudantes, professores, pesquisadores e editores. São Paulo: Atlas, 2012.

PRASS, Ronaldo. Conheça os programas que detectam plágio em trabalhos escolares. **G1 Economia**: Blog do Ronaldo Prass. Rio de Janeiro: 27 nov. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/tecnologia/blog/ronaldo-prass/post/2019/11/27/conheca-os-programas-que-detectam-plagio-em-trabalhos-escolares.ghtml>. Acesso em: 5 fev. 2020.



SALVADOR NETTO, Alamiro Velludo. **Responsabilidade penal da pessoa jurídica.** São Paulo: Revista dos Tribunais, 2018.