

SISTEMA DE CAPTAÇÃO INTELIGENTE DE ENERGIA FOTOVOLTAICA

Gabriel Tsuyoshi Shiraiwa Trimano
Graduando em Tecnologia em Autorização Industrial pela Fatec Bauru
Email: shiraiwa.gatsu@gmail.com

Rafael Yuske Ossugui
Graduando em Tecnologia em Autorização Industrial pela Fatec Bauru
Email: rafael.ossugui@fatec.sp.gov.br

Rogério Thomazella
Prof. Doutor Orientador
email: rogerio.thomazella@fatec.sp.gov.br

RESUMO

Em função da crescente demanda na produção de energia elétrica do mundo devido à alta dependência e consumo desse meio, é necessário pensar em alternativas para suprir a necessidade desse crescimento. Atualmente estão sendo pesquisadas e desenvolvidas fontes renováveis de energia que, ajudam a aumentar a produção de energia e que essas energias sejam “limpas”, de forma que haja o mínimo de geração de gases poluentes ou danos à natureza em sua produção. Uma das alternativas de energia limpa é a energia fotovoltaica, que recebe os raios solares em sua área, e a partir do efeito fotovoltaico presente nas placas formadas por materiais semicondutores é gerada uma corrente elétrica que pode ser utilizada para alimentar sistemas. A produção de eletricidade a partir da luz solar, conhecida como conversão Fotovoltaica, vem crescendo exponencialmente no mercado. Esse trabalho tem como finalidade propor uma solução envolvendo a área de automação aplicada à captação do sol através dos painéis solares, pois uma vez que o painel é instalado de forma fixa, ele fica limitado à coleta de energia em uma mesma posição fixa limitando possíveis melhorias levando em consideração que o sol muda sua trajetória ao longo dos dias. O Trabalho não tem como finalidade fazer a concepção do projeto final, porém sim uma pesquisa que avalie a viabilidade da implantação desse sistema e um protótipo a fim de verificar uma possível estrutura capaz de realizar a movimentação proposta no projeto.

Palavras-chave: Energia Solar; Placas fotovoltaicas; Energia Sustentável; Energia Limpa.

1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, com a dependência do uso de energia elétrica no mundo, muitas pesquisas e projetos estão sendo desenvolvidos pensando na sustentabilidade e da eficiência relacionado à produção de energia. Alguns termos como energia sustentável, energia renovável e energia limpa estão sendo utilizados para nomear a geração de energia pelos seguintes meios: solar, eólica, geotérmica, maremotriz e hidráulica. Nesse trabalho iremos abordar como meio principal a captação de energia solar, fazendo uso consciente do sol que emite à Terra uma grande quantidade de energia em forma de luz e calor. Com isso, já temos a energia fotovoltaica em segundo lugar no ranking de geração de energia no Brasil, Acima da eólica e abaixo apenas das Hidrelétricas.

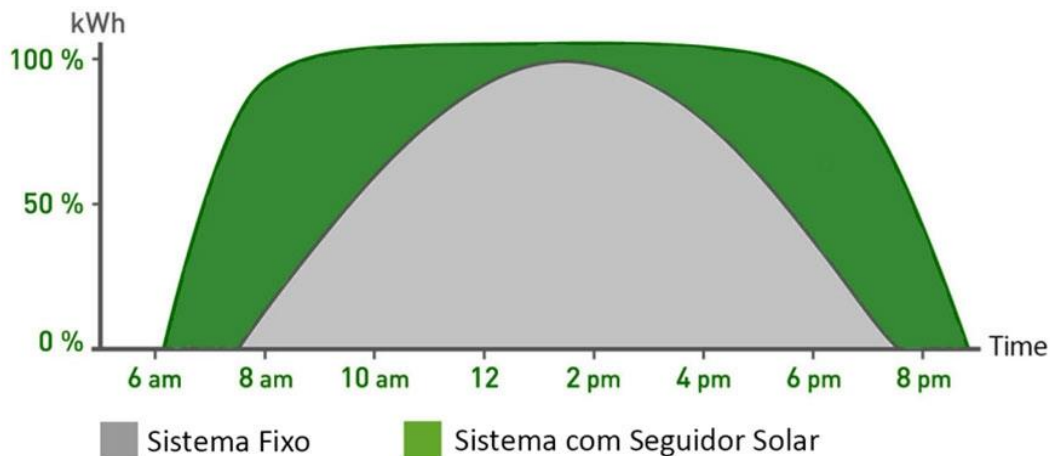
Foram observados dados fornecidos pela ABSOLAR (Associação Brasileira de energia Solar), onde foi observado que a energia fotovoltaica saiu de 13GW em Janeiro de 2022 para 23,9GW em fevereiro de 2023, tendo um aumento no setor de cerca de 84%.

Ao verificar o processo referente à captação de energia solar, é possível ver que como o sol muda de posição, se a placa ficar posicionada em uma posição fixa, seu rendimento ficará

limitado a curva padrão presente na geração da energia solar. Com isso, nosso objetivo é desenvolver um sistema que viabiliza o controle de posição das placas por meio de suportes ajustáveis através de comandos padrão ou customizados.

A seguir temos a demonstração por um simulador do aumento na coleta de energia com o uso da tecnologia em estudo no projeto.

Figura 1- Gráfico da coleta de energia fotovoltaica



Fonte: Portal Solar, 2022

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O sistema de captação fotovoltaico utilizado produz energia através de células fotovoltaicas, onde cada célula é formada de um material semicondutor: o silício, material capaz de conduzir elétrons quando incidido luz sobre ele. O efeito voltaico utilizado para a geração de energia utiliza a energia transferida dos fótons da luz solar, essa energia é transferida a elétrons livres e o movimento deles, por sua vez, gera uma corrente elétrica.

A intensidade da corrente produzida pela placa captadora varia de acordo com a incidência de luz solar sobre ela, assim o movimento aparente do sol, durante o dia e durante o ano, precisa ser considerado para uma melhor rentabilidade na produção de energia elétrica. (NASCIMENTO, 2004, p.9).

Para uma maior absorção da energia, o dispositivo precisa mover se de acordo com os ângulos de variação dos raios solares, esses ângulos dependem do movimento da Terra em relação ao Sol.

Esses movimentos aparentes são principalmente dois, um é percebido pelo observador diariamente, que se dá pelo movimento de rotação da Terra e se relaciona com o ângulo azimutal. O outro é percebido anualmente e se relaciona com as estações do ano, e conseqüentemente ao movimento de translação da Terra, e da latitude associada ao local de experimentação e se relaciona com o ângulo zenital.

Com essa formatação angular é possível dizer com precisão a posição do sol numa região em determinada hora do dia (EMANUEL, 2009, p.31), e captar a energia solar sempre numa posição ortogonal (simulando 90°), para seu melhor aproveitamento e eficácia, sendo necessário então um estudo da geometria solar para tal.

3 OBJETIVO DO PROJETO

Montar um equipamento capaz de acompanhar o movimento do sol com um software pré-definido, para assim, conseguir maior eficácia de captação solar direta. O projeto consiste inicialmente em um braço robótico feito com peças fabricadas em impressão 3D, motores de passo, drivers e componentes eletrônicos e um microcontrolador (Arduino), todos componentes de fácil acesso e já possuídos pelos integrantes do grupo. O braço robótico foi confeccionado

referenciando um projeto existente do site “*Thingiverse*”. Por ser adaptado vamos utilizar apenas o motor de passo superior.

4 PROJETO DO EQUIPAMENTO

As partes impressas em 3D foram utilizadas de um projeto já existente, apenas adaptando o software para as coordenadas e medidas necessárias. A imagem a seguir demonstra um exemplo de impressão.

Figura 2 - Exemplo de posição das peças impressas



Fonte: [Thingiverse](#), 2021

A figura seguinte já representa o projeto original na qual foi referenciado.

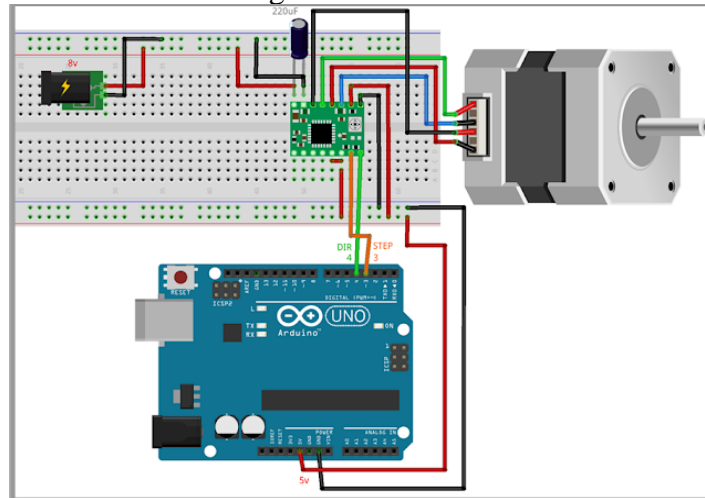
Figura 3 - Projeto Original Referenciado



Fonte: Fonte: [Thingiverse](#), 2021

Por ser apenas um protótipo, foi realizada toda montagem do circuito em uma protoboard. A imagem a seguir representa de forma didática como foram feitas as ligações elétricas de controle (realizado pelo driver) e de alimentação dos motores. Está identificado também quais portas foram utilizadas no Arduino.

Figura 4 - Circuito



Fonte: [Thingiverse](#), 2021

Para testar o braço robótico será utilizado o código a seguir. Em um primeiro momento, foram definidas as constantes para indicar os pinos “STEP” e “DIR” do driver. Já na função *SETUP* vamos definir quais serão os pinos de saída. Na função “*loop()*”, vamos chamar o código para fazer o motor girar conforme queremos. Como cada passo do motor de passo constitui em 1.8° , serão necessários 200 passos para realizar uma volta completa (360°). A ideia é fazer com que a movimentação da estrutura acompanhe apenas a suposta posição do sol, por isso serão utilizados apenas 120° dos 360 totais do motor. Para isso, serão utilizados apenas 67 passos. Como a ideia é apenas demonstrar sua funcionalidade durante a apresentação, o código está adaptado para realizar esse movimento num período mais curto, não sendo necessário acompanhar todo o percurso solar em tempo real. Para fins práticos basta alterar os *Delays* no código. Quando o processo terminar, o código fará com que reinicie todo o processo, que no caso seria outro dia solar.

A seguir, temos a programação adaptada para realizar o movimento base do projeto.

```
// define números de pinos do driver no arduino
const int stepPin = 3;
const int dirPin = 4;

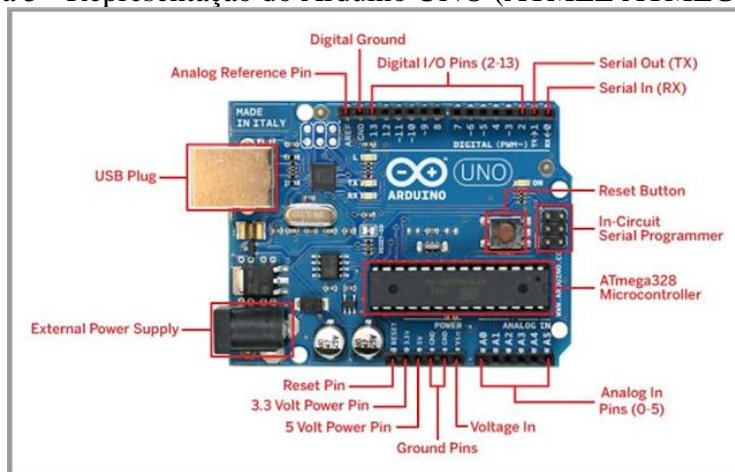
void setup () {
// Define os dois pinos como Saidas
pinMode (stepPin, OUTPUT);
pinMode (dirPin, OUTPUT);
}
void loop() {
// permite que o motor se mova em uma direção particular
digitalWrite(dirPin, HIGH);

// faz 67 pulsos para fazer uma rotação de 120°
for(int x = 0; x < 67; x++) {
digitalWrite(stepPin,HIGH);
delayMicroseconds(500);
digitalWrite(stepPin,LOW);
delayMicroseconds(500);
}
delay(1000); //1 segundo de delay para inverter a direção
```

5 COMPONENTES UTILIZADOS PARA CONSTRUÇÃO DO SISTEMA

Para controle dos motores de passo, faremos o uso do Arduino UNO pela facilidade e simplicidade de uso. Como vamos ligar ao driver apenas as portas digitais 2 e 3 serão utilizadas como mostra a figura 4.

Figura 5 - Representação do Arduino UNO (ATMEL ATMEGA328)



Fonte: [ResearchGate](#), 2015

Para converter o sinal digital do microcontrolador em passos foi utilizado o Driver A4988 como mostra a figura a seguir. Na mesma figura incluímos o datasheet de forma simplificada para fácil entendimento. Também especificamos os modos de passo possíveis. No caso vamos utilizar passo completo.

Figura 6 - Driver A4988



Modos de passo

- Passo completo
- Meio passo
- Quatro etapas
- Oito etapas
- Dezesesseis etapas

Fonte: [FernandoK](#), 2017

O motor de passo utilizado foi um NEMA 17 como mostra a figura a seguir.

Figura 7 - Motor de passo NEMA 17



Fonte: [FernandoK](#), 2017

A seguir temos a imagem e os dados técnicos da placa fotovoltaica utilizada
Figura 8 - Informações técnicas sobre a placa utilizada



SPECIFICHE

- **Tensione nominale:** 12 V
- **Potenza di picco (Wp):** 5 W
- **Tensione al punto di massima potenza (Vmp):** 17,5 V
- **Corrente di picco (Imp):** 0,30 A
- **Tensione a circuito aperto (Voc):** 21 V
- **Corrente di cortocircuito (Isc):** 0,38 A
- **Certificazione:** CE e RoHS
- Vetro temperato
- Montato con telaio in alluminio resistente
- **Dimensioni:** 306 x 216 x 28 mm
- **Peso:** 0,8 Kg

Fonte: [FuturaNet](#), 2023

6 RESULTADO E DISCUSSÃO

A partir desse projeto, foi realizado um estudo de Eficiência energética a fim de verificar a viabilidade do uso desse sistema. A partir da análise técnica das folhas de informação (Datasheet) coletamos as informações de consumo do motor utilizado e potência gerada pela placa.

Considerando as informações obtidas, é possível chegar à um déficit de cerca de 6 Watts, se utilizada apenas uma placa. Porém, tendo em vista um segundo caso, com uma placa maior, ou mais placas, podemos ter uma geração de energia viável, em que a geração ultrapassaria o consumo nos fornecendo dessa forma um ganho considerável na produção, pois, a partir do consumo de um único motor, será possível fazer o controle de posição de uma cadeia de placas.

Para otimizar o projeto e reduzir os custos, faremos a programação com base no horário e após um período de adaptação, poderá ser feita uma comunicação direta do sistema com a internet a fim de reduzir custos e melhorar a precisão dos movimentos para aumentar dessa forma a irradiação na placa de energia fotovoltaica.

Após realizar algumas medições, foi possível observar a diferença na captação de energia dependendo da posição da placa de captação de energia. A seguir teremos algumas figuras que exibem de forma clara a diferença na geração de energia de acordo com as posições.

Figuras 9, 10 e 11 – Placa posicionada de 3 formas diferentes.



Fonte: Autores – Local: Fatec Bauru

A tabela a seguir mostra os valores coletados exibidos pelo multímetro nas figuras citadas acima.

Posição da placa	Tensão Gerada
90°	21,3V
120°	20,9V
270°	17,8V

A partir dessas imagens podemos verificar a variação na tensão elétrica expressada em Volts, que se diminuída, consequentemente reduz a potência no circuito. Dessa forma, conforme o posicionamento teremos um rendimento diferente de energia.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir desse trabalho, podemos concluir que não é viável a aplicação do projeto para poucas placas, contudo, se mantivermos o consumo e aumentarmos a produção de energia, podemos ter um sistema eficiente e autossustentável. Por outro lado, podemos estudar o uso desse projeto para fins didáticos a fim mostrar a partir dele como um kit didático a variação da eficiência energética dependendo da angulação da incidência dos raios solares, tornando assim o projeto viável tendo as salas de aula como objetivo. Como futuros projetos, temos como meta o aprimoramento no uso do motor secundário que terá como objetivo a regulação na angulação longitudinal. A fim de remover custos com sensores e aprimorar a precisão em relação à posição do sol, temos presente no conceito final do projeto o uso de um módulo para que haja a comunicação do projeto com a rede tendo assim uma informação precisa do posicionamento do sol.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- NASCIMENTO, C A. **Princípio de Funcionamento Da Célula Fotovoltaica**. 2004. 21f. Monografia (Especialização) - Curso de Pós-graduação Lato-sensu em Fontes Alternativas de Energia, Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004. Disponível em: <https://www.solenerg.com.br/monografias-ufla-fae/>
Acesso em: 09 de jun de 2023.
- EMANUEL.F.M. **Módulo fotovoltaico com seguimento de posição solar** – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova Lisboa, Lisboa, 2009. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10362/2300>
Acesso em: 09 de jun de 2023.