



FACULDADE DE TECNOLOGIA SENAI ANCHIETA

SEGUIDOR SOLAR COM CONTROLE FUZZY

SOLAR TRACKER WITH FUZZY CONTROL

Leonardo Acastio Kertesz¹, i

Victor Hugo de Lima²,ii

Nicolas Belizário³,iii

Data de submissão: (05/08/2022) Data de aprovação: (/mês/ano)

RESUMO

O Projeto consiste em um seguidor solar, diferente dos seguidores existentes, utiliza-se um método mais eficiente de aproveitamento da luz solar através de um algoritmo chamado Fuzzy. Este algoritmo irá otimizar o funcionamento do painel solar, usando as entradas de dois sensores de luminosidade lineares do tipo BH1750 para o controle, o qual será executado na linguagem (C++) que estará implementada em um microcontrolador Esp 32. Esse sistema busca o melhor ângulo para captura com a mínima perda de incidência de raios solares. O painel é montado numa estrutura que terá acoplado um motor de passo em um eixo que dará a autonomia de realizar o movimento de 90 graus conforme a posição solar. O projeto visa contribuir com a melhoria da eficiência energética utilizando recursos de baixo custo disponíveis no mercado.

Palavra chaves: Programação Fuzzy, Painel solar fotovoltaico, Esp 32

ABSTRACT

The Project consists of a solar tracker, different from the existing trackers, it uses a more efficient method of harnessing sunlight through an algorithm called Fuzzy. This algorithm will optimize the operation of the solar panel, using the inputs of two linear ambient light sensors, the BH1750, type for the control, which will be executed in the C++ language which will be implemented in an Esp 32 microcontroller. This project seeks the best angle for capturing with the minimum loss of incidence of solar rays. The panel is mounted on a structure that has a stepper motor attached to an axis that will allow it to move 90 degrees depending on the solar position. The project aims to contribute to the improvement of energy efficiency using low-cost resources available on the market.

Keywords: solar tracker, algorithm Fuzzy, Esp 32

¹ Tecnólogo em eletrônica industrial na Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica.
E-mail: leo391ktz@gmail.com

² Tecnólogo em eletrônica industrial na Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica.
E-mail: vichlima@gmail.com

³ Tecnólogo em eletrônica industrial na Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica.
E-mail: nickolasdjs8@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

A conscientização da humanidade no que diz respeito a energia limpa e renovável tem aumentado paulatinamente mais devido a seríssimos problemas ambientais os quais comprometem diretamente o agronegócio e a agropecuária, diante dessa situação, a procura por tipos de energia renovável alternativos aumentaram relativamente, pois, no atual cenário, a maior fonte de energia utilizada é de carvão mineral e outros combustíveis fósseis que comprometem o efeito estufa do planeta (Goldemberg e Lucon, 2016).

O Brasil dispõe de muitos elementos e recursos naturais propícios para geração de energia limpa e renovável, a mais procurada atualmente tem sido a energia solar, pois a localização geográfica do Brasil favorece bastante a geração de energia, onde obtemos o maior índice de radiação solar em todos os meses se comparado a outros países, mesmo em meses com maior índice de chuva. (NASCIMENTO; ALVES, 2016).

Os grandes investidores perceberam que o mercado de energia solar estão se desenvolvendo de forma acelerada em zonas rurais, dessa forma, aumentou-se o interesse em fazendas solares para geração e distribuição de energia, foi atribuído o nome de fazendas solares pois os painéis ficam fixados diretamente no solo em áreas rurais, diferentemente das quais são instaladas em telhas como é feito em residências e comércio (Jr, 2022).

Figura 1. Fazenda solar



Fonte: [GNPW Group](#)

Com o crescimento das fazendas solares foi feita uma revisão da norma Ren N°687/2015 que normatizou a forma de compensação de energia compartilhada, com isso as empresas notaram grande oportunidade em produzir energia para o consumidor final, de baixa e média tensão utilizando a rede das concessionárias, porém, sem o ônus do transporte da energia, além de serem isentas de cobranças das redes de distribuição e transmissão, essas fazendas solares podem obter o benefício da isenção do ICMS de acordo com a resolução Confaz de cada estado. (SENRA, Gabriel Di Mambro et al, 2020).

1.1 Problema de pesquisa

Analisando o desempenho dos painéis solares em zonas rurais, foi realizado testes e notou-se que a geração de energia tiveram perdas consideráveis pois os parâmetros de geração de energia solar são sempre testados em ambientes com condições normais para o funcionamento e máxima eficiência, dessa forma não é considerado as altas temperaturas das zonas rurais ou ambientes com temperatura elevada, porém quando os painéis solares são instalados em regiões com temperatura elevada a sua eficiência é menor, podemos calcular essa perda energética com o coeficiente de perda de energia, geralmente é expresso em percentual por grau, por exemplo $-0,34\%/^{\circ}\text{C}$. O que indica é que para cada grau que aumenta ou diminui a partir dos 25°C em que o painel solar foi testado, $0,34\%$ da potência do painel será perdida.

Pensando em uma instalação com 5 painéis solares de 640W em uma região com temperaturas elevadas, com um coeficiente de perda de potência de temperatura de $-0,38\%/^{\circ}\text{C}$, a uma temperatura média de $\pm 10^{\circ}\text{C}$, o que geralmente ocorre em quase todo verão, as perdas da instalação serão de $121,6\text{W}$. Se pensarmos em instalações industriais onde pode haver 30 módulos instalados, é calculada $729,6\text{W}$ em perdas de potência. (IMPERIO SOLAR, 2021).

Analisando todos esses problemas em perdas de energia sendo por calor ou dispersão de luminosidade, foi projetado o seguidor solar, também conhecido como rastreadores ou *trackers*, tem como objetivo aumentar a incidência dos raios solares sobre o painel solar, deixando o painel sempre perpendicular ao sol, dessa forma, proporciona um melhor aproveitamento de energia pois ficam gerando energia por mais tempo, cobrindo a perda de energia por altas temperaturas, mesmo elevando o custo da instalação em cerca até 20% , dependendo do tamanho do painel, a eficiência do painel aumenta cerca de 40% em alguns casos pois tudo depende do tamanho, da potência, e do modelo de painel solar, o sistema de seguidor solar geralmente apresenta um baixo custo de manutenção (GIL et al., 2009).

1.2 Objetivo(s)

O objetivo é apresentar um seguidor solar visando melhor eficiência energética, acoplado a um sistema para monitoramento de energia em tempo real, composto por um *software* de controle dos movimentos que atua com uma lógica de programação Fuzzy, que ao receber os dados dos sensores de luminosidade enviam os dados para o microcontrolador, de modo que o mesmo envia um sinal ao motor de passo para que corrija a posição do painel solar, até que a posição do painel fique perpendicular ao sol, deixando os dois sensores com diferença de luminosidade mais próxima de zero possível. A tensão de saída (dada em Volts) do painel solar é medida pela placa controlador, a qual contém o microcontrolador ESP32, e enviado para uma central de monitoramento, por meio de um *link* de rádio (*Wireless*) de tecnologia LoRa, responsável pelo tratamento e monitoramento dos dados.

1.3 Justificativa

A lógica Fuzzy foi escolhida por permitir, via regras e operações matemáticas simples, o controle do movimento uniforme e angular do eixo acoplado no painel solar e o tratamento dos dados dos sensores.

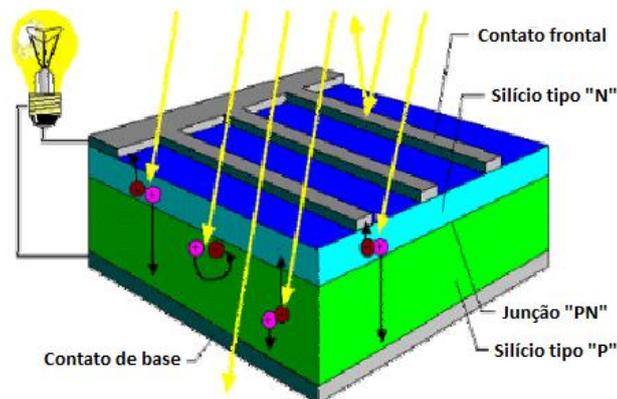
2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Painel Solar

As células fotovoltaicas foram projetadas e fabricadas com um material semicondutor, ou seja, a característica desse material é um intermédio entre um material condutor e um material isolante, esse material em que o painel solar é fabricado chama-se Silício, que em seu estado natural apresenta-se como areia, através de métodos ideais obtém-se o silício em condição pura, onde o cristal de silício puro não possui elétrons livres, com isso torna-se um mal condutor elétrico, para modificar esse estado acrescentam-se certas porcentagens de outros elementos, esse processo é denominado como dopagem

A dopagem do silício adicionando Fósforo obtém-se um material com elétrons livres ou materiais com portadores de carga negativa (silício tipo N), realizando o mesmo processo, porém acrescentando Boro, obtém-se um material com a característica inversa, ou seja, com falta de elétrons ou material com cargas positivas livres (silício tipo P), cada célula solar é constituída de material tipo N e outra maior espessura de material tipo P (ver figura 2.1). (Cássio Araújo, 2004)

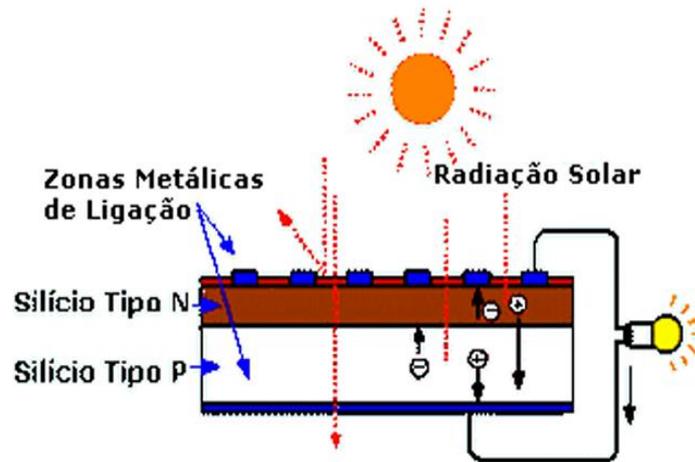
Figura 2.1. Componentes da Célula Fotovoltaica



Fonte: Cássio Araújo, 2004

O processo de geração de energia ocorre na junção "PN" em que os átomos livres do lado N se deslocam para o lado P onde encontram lacunas que os prendem. Estas cargas capturadas dão origem a um campo elétrico permanente que dificulta o deslocamento dos elétrons que estão do lado N para o lado P. Se a junção PN for exposta ao sol ocorrerá a geração de pares electro – lacunas, dessa forma, cria-se uma corrente elétrica através da junção. Este deslocamento dos elétrons causa uma diferença de potencial, que é chamado efeito fotovoltaico (ver figura 2.2). (VALENTE, Miguel Ângelo Silveiro, 2011).

Figura 2.2. Efeito fotovoltaico



Fonte: VALENTE, Miguel Ângelo Silveiro, 2011

2.2 Lógica Fuzzy

A lógica fuzzy é baseada na teoria dos conjuntos, em que os sistemas lógicos diferem dos sistemas tradicionais em alguns aspectos, principalmente na característica e seus detalhes, nesta lógica, o raciocínio exato corresponde a um certo caso limite do raciocínio aproximado, interpretando-se como sendo um processo de composição de relações nebulosas.

Em fuzzy, a lógica sobre o valor verdade de uma preposição pode ser um subconjunto fuzzy de qualquer conjunto parcialmente ordenado, diferentemente do sistema lógico binário tradicional, onde o valor verdade só pode assumir dois valores: verdadeiro (1), ou falso (0), nos sistemas lógicos multi-valores, o valor verdade de uma preposição pode ser um elemento de um conjunto finito, dentro de um intervalo predefinido, ou uma álgebra booleana, dessa forma os valores verdade são expressos linguisticamente como (verdade, muito verdade, não verdade, falso, muito falso, ...) onde cada um dos termos são interpretado como um subconjunto fuzzy do intervalo unitário. (GOMIDE, Fernando; GUDWIN, Ricardo R.; TANSCHKEIT, Ricardo, 1995).

É uma nova técnica que incorpora a forma de raciocínio humano em um sistema de controle, um controlador fuzzy típico geralmente é projetado para ter os mesmos comportamentos de raciocínio humano dedutivo, sendo assim, ele é programado ao modo que possa inferir conclusões baseadas em informações que ele já conhece, temos como exemplo operadores que controlam processadores industriais e planta com características não lineares e até com comportamento dinâmico pouco conhecido, através de experiências e ensinamentos entre as variáveis do processo.

A lógica fuzzy pode capturar os conhecimentos em um controlador fuzzy, dessa forma possibilita a implementação de um controlador computacional com um desempenho próximo ao operador humano. Existe outra forma de raciocínio lógico em fuzzy, chama-se raciocínio

indutivo, onde o aprendizado e generalização através de exemplos particulares que provêm da observação do comportamento em um processo numa situação dinâmica, ou variável no tempo, esse raciocínio indutivo é geralmente referido como controle fuzzy “aprendiz” ou então como controle fuzzy adaptativo.

As vantagens são significativas e podem ser obtidas através de controladores que aprendem com a “experiência”, de forma que quando há uma situação corriqueira, o controlador já sabe como lidar com o processo para gerenciar o problema, pois já aprendeu a solucionar o problema anteriormente.

Os sistemas adaptativos podem se ajustar as mudanças no ambiente devido a sua habilidade de aprender e apresentar seu raciocínio, além de que podem ser modificados e estendidos, tal equilíbrio entre a aprendizagem e a condição de conhecimento humano explícito, fazem com que os sistemas sejam robustos, extensíveis e passíveis ao ser aplicado em uma larga escala de problemas (SIMÕES, Marcelo Godoy; SHAW, Ian S, 2007).

3 METODOLOGIA

O projeto foi dimensionado para operar de modo autônomo. O painel solar segue automaticamente o movimento do sol durante o dia, com o objetivo de aumentar a captura da incidência dos raios solares e aumentar a eficiência na conversão do painel solar. Espera-se um aumento da eficiência do sistema de 25% a 45%, comparado aos painéis fixo tradicionais.

Assim, conforme o painel solar segue o movimento do sol, os raios solares no painel permanecem perpendiculares ao mesmo, garantindo o fornecimento médio de energia por mais tempo. O painel permaneceu fixado em uma estrutura metálica, composta por barras de alumínio rígidas as quais são fixadas as extremidades do painel solar, de modo a garantir o movimento uniforme do painel solar, evitando a torção dele.

A placa microprocessada realiza o controle do driver de motor de passo, o qual é responsável pelo acionamento do motor que controla o eixo articulado, fixado abaixo do painel. O ângulo rotacional máximo do painel solar ficou em 45° no sentido horário e de 45° no sentido anti-horário, para que o painel permaneça perpendicular ao sol.

Apoiando-se sobre dois cavaletes acoplados no eixo que rotaciona o painel, foram fixados dois sensores de luminosidades, responsáveis em medir a iluminância (em Lux) dos raios solares incidentes no painel, e fazer a leitura da quantidade de luz existente naquela área no momento, nas extremidades do painel solar. Optou-se por escolher o sensor BH1750FVI com difusor em ABS, pois a medição da luminosidade é mais uniforme dentro do invólucro.

Os valores da luminosidade medida pelos sensores são enviados para a placa controladora o qual realiza o processamento dos dados, e acordo com a diferença entre os valores medidos dos sensores, é promovido, via motor de passo, o movimento angular do eixo do painel por lógica Fuzzy. O movimento do painel solar no sentido horário ou anti-horário é definido de acordo com o sensor que medir menor luminância e a incidência perpendicular com os raios do sol é garantida quando a luminosidade dos sensores for igual, ou próximas a zero, conforme critérios estabelecidos via lógica Fuzzy.

DIFERENÇA DOS LDRs	
Muito Negativo	(-120,-90,-90,-45)
Negativo	(-70,-45,-45,-20)
Pouco Negativo	(-30,-15,-15,-5)
Zero	(-20, 0, 0, 20)
Pouco Positivo	(5, 15, 15, 30)
Positivo	(20, 45, 45, 70)
Muito Positivo	(55, 90, 90, 120)

Tabela Fuzzy inputs

Porcentagem de ciclo alto de PWM	
Muito Fraco	(-75, -65, -65, -45)
Fraco	(-55, -35, -35, -20)
Pouco Fraco	(-30, -15, -15, -5)
Médio	(-20, 0, 0, 20)
Pouco Forte	(5, 15, 15, 30)
Forte	(20, 35, 35, 55)
Muito Forte	(45, 65, 65, 75)

Tabela fuzzy outputs

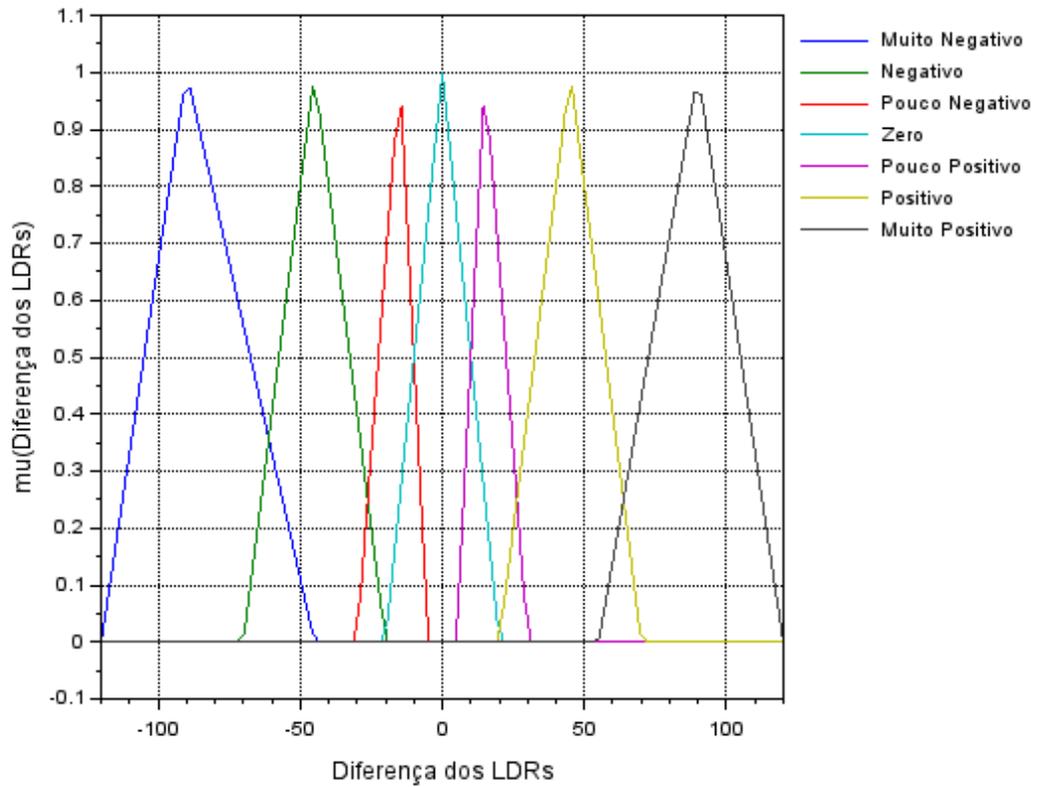
Regras de Fuzzyficação		
REGRAS	DIFERENÇAS DOS LDRs	Porcentagem de ciclo alto de PWM
Regra 1	Muito negativo	Muito Fraco
Regra 2	Negativo	Fraco
Regra 3	Pouco Negativo	Pouco Fraco
Regra 4	Zero	Médio
Regra 5	Pouco Positivo	Pouco Forte
Regra 6	Positivo	Forte
Regra 7	Muito Positivo	Muito Forte

Tabela das regras de Fuzzyficação

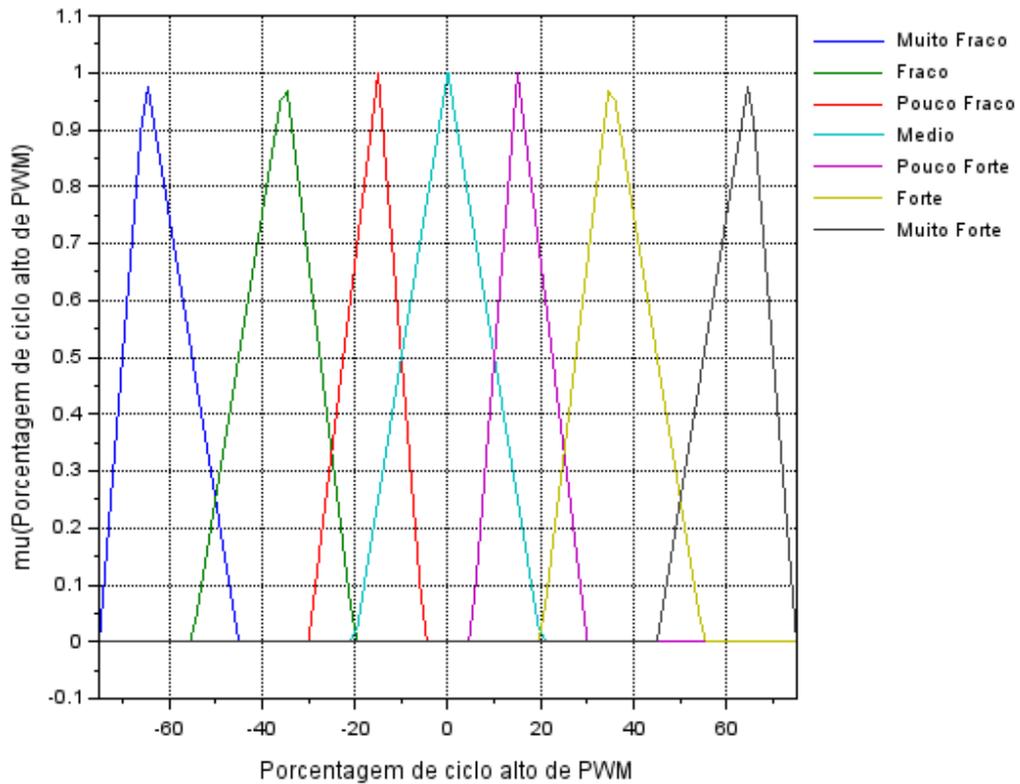
A tabela 1 mostra o agrupamento de elementos relativos à diferença da medição entre o sensor 1 e o sensor 2. A tabela 2 mostra quais valores de porcentagem de ciclo alto de PWM será enviada ao driver dependendo do resultado da defuzzificação. O processamento entre os inputs, ou a diferença entre os LDRs, e os outputs, ou a Porcentagem de ciclo alto de PWM, é agrupada em uma das 7 regras escritas acima. Essas regras ditam o sentido de giro e a quantidade de passos do motor para atingir a melhor eficiência energética.

Usando o software scilab, consegue-se plotar o gráfico com os valores estabelecidos para cada input e output. Os gráficos mostram como ocorre o agrupamento e a área de transição dos valores nos seus conjuntos.

Member functions for input number 1 named Diferença dos LDRs



Member functions for output number 1 named Porcentagem de ciclo alto de PWM



O gráfico 1 representa, no eixo Y, o grau de pertinência e no eixo X, os valores previamente agrupados na tabela de fuzzyficação. O grau de pertinência foi definido pelos autores e é informado ao algoritmo pela repetição do valor dentro de um agrupamento.

Após o recebimento da diferença dos sensores pelo processo de fuzzyficação, o algoritmo é iniciado e dependendo do grau de pertinência dos dados recebidos no gráfico de input, é “desenhado” uma forma geométrica representada pela junção dos agrupamentos correspondentes. Dessa forma geométrica saem a média da pertinência desses valores e, o mais importante, a centróide. As coordenadas correspondentes deste ponto são inseridas no gráfico de output e estabelece um grau de ativação para cada regra correspondente. Quanto maior a pertinência da regra anterior, maior o grau de ativação dentro de um conjunto e, conseqüentemente, mais peso a regra posterior terá sobre o resultado desfuzzyficado na saída.

O resultado é usado para definir a quantidade de passos que o motor deverá girar para atingir o equilíbrio entre os sensores, ou seja, um valor dentro do agrupamento “zero” no input.

Os elementos que compõem o projeto são apresentados na Figura 1.

Figura 3. Painel solar e sensores de luminosidade

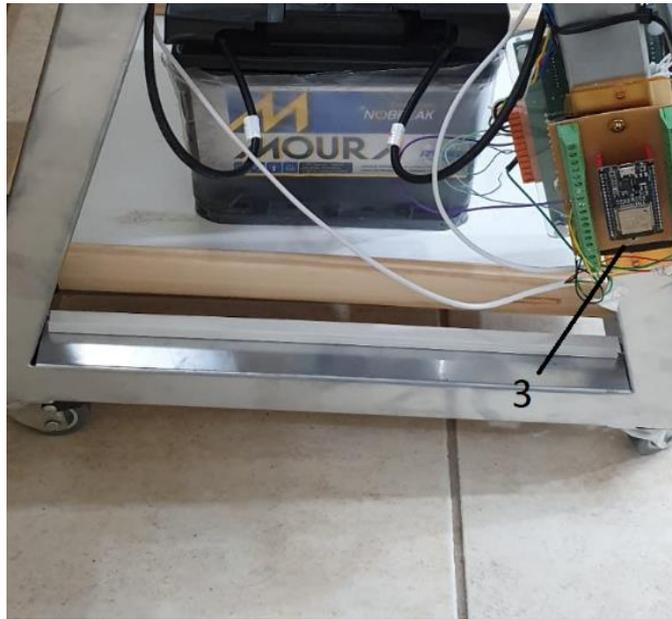


Fonte: Autor, 2022

[1] Painel fotovoltaico, o painel utilizado tem as seguintes dimensões, 1020 x 670 x 30mm, a Potência é de 100W, corrente de 5,75A, Tensão de 17,4V, peso 7Kg, 36 células com silício policristalino.

[2] Sensor de luminosidade, foi utilizado dois sensores modelo BH1750FVI que são responsáveis pela captação de luminosidade presente no local no momento, dessa forma o microcontrolador faz a leitura de luminosidade através dele.

Figura 3.1 Placa controladora.



Fonte: Autor, 2022

[3] A placa controladora é composta por um microcontrolador ESP32, que é responsável pelos movimentos, leitura dos sensores e dados de geração de energia, através do programa Fuzzy desenvolvido, ao fazer a leitura de luminosidade por meio dos sensores, o microcontrolador tem os dados necessários para enviar um sinal ao motor, de modo que o mesmo rotacione o painel solar para que possa deixar o painel perpendicular ao sol, quando os dois sensores têm a “mesma” luminosidade o microcontrolador interrompe o movimento do motor, pois está em uma posição ideal para maximizar a eficiência eliminando reflexos, a geração de energia do painel passa por um divisor de tensão para diminuir a tensão de 17,4V do painel para 3,33V do microcontrolador, dessa forma podemos coletar dados de funcionamento e verificar sua geração de energia.

Figura 3.2 Motor de passo e Mancal.



Fonte: Autor, 2022

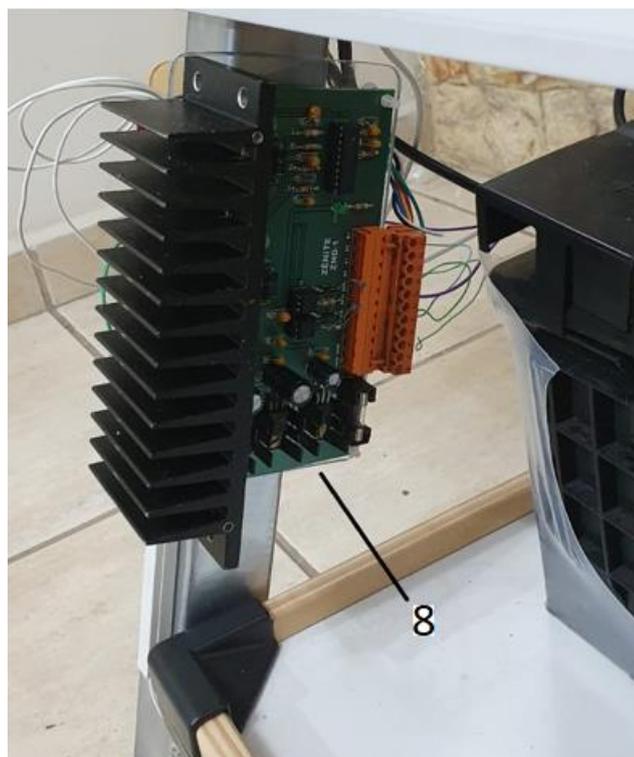
[4] Foi utilizado o motor de passo bipolar AK23/15F6FN1.8 por suportar uma carga máxima de 15Kgf.m, e por permitir o posicionamento angular preciso do painel.

[5] Mancal, responsável por apoiar e fixar o eixo do painel aos rolamentos, garantindo rotações suaves e leves ao motor de passo.

[6] correia, utilizada para girar a polia dentada fazendo a rotação do painel

[7] Polia dentada, utilizada para aumentar o torque do motor, a polia tem relação 4:1

Figura 3.3 Drive Motor de passo



Fonte: Autor, 2022

[8] Driver de motor de passo, para controle da rotação do motor de passo foi utilizado um drive modelo ZND-1, equipado com dois CI L6203 para controlar a movimentação, sua corrente máxima é de 5A.

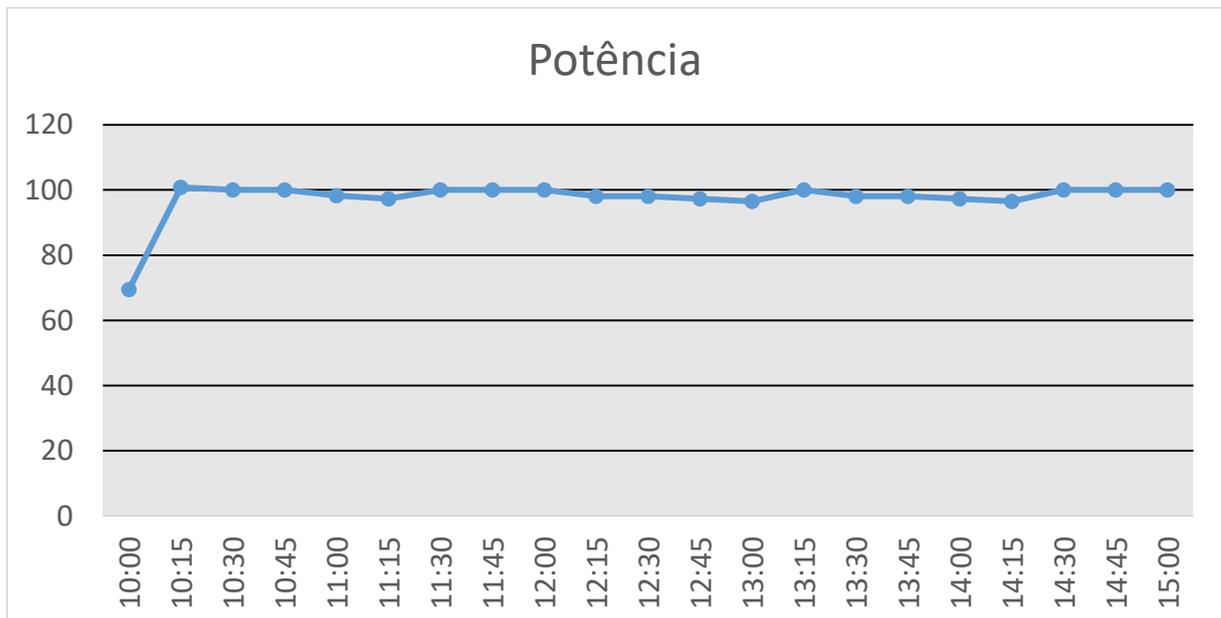
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a montagem e ajustes do sistema, o painel começou a operar automaticamente detectando a luz solar através dos dois sensores presentes nas extremidades verticais do painel, com isso o microcontrolador enviou um sinal de PWM para o driver do motor de passo, dessa forma o motor buscou a melhor posição para posicionar o painel perpendicularmente ao sol.

O sistema foi deixado em teste em um dia ensolarado das 10:00 horas da manhã até as 15h da tarde, ele apresentou-se estável principalmente em seus movimentos suaves e sem trepidações ou quaisquer ruídos durante a rotação, desde que foi ligado em seu ponto de repouso ele girou 90° acompanhando os raios solares, as 15:00 horas da tarde sua posição estava em um ponto médio onde se esperava, portanto se o teste fosse concluído até as 18:00 ele iria atingir o ponto final de curso.

As medições de potência foram medidas de 15 em 15 minutos funcionando das 10:00 as 15:00 da tarde, ao todo foram 21 medições que nos mostraram a precisão e a estabilidade de potência eficaz no painel estipulada pelo fabricante, inicialmente o painel buscou a melhor incidência solar, como mostra no gráfico a baixo das 10:00 as 10:15 a potência se manteve estável durante as 21 medições feitas.

Figura 4.0 Gráfico de Potência Medida.



Fonte: Próprio autor, 2022

5 CONCLUSÃO

O microcontrolador foi bem programado para que realizasse as movimentações de acordo com a luminosidade existente no momento e funcionou corretamente através da leitura dos sensores, enviando um sinal de PWM ao drive do motor de passo. O motor se comportou de maneira esperada sendo capaz de realizar as movimentações do painel em ambos os sentidos.

O objetivo foi atingido, fazendo com que o painel siga o movimento do sol de forma totalmente estável com precisão e eficiência, mostrou-se eficaz pois não trepida e mantém sempre o painel solar perpendicular ao sol, deixando a potência máxima estipulada pelo fabricante mais estável durante um período maior, dessa forma ele gera o máximo de potência por mais tempo.

REFERÊNCIAS

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. **Energia e meio ambiente no Brasil**. Estudos Avançados, [S. l.], v. 21, n. 59, p. 7-20, 2007. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10203>. Acesso em: 28 out. 2022.

NASCIMENTO, Raphael Santos do; ALVES, Geziele Mucio. **Fontes alternativas e renováveis de energia no Brasil: métodos e benefícios ambientais**. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 20.; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 16.; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA JÚNIOR, 10.; ENCONTRO DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA, 6., 2016, São José dos Campos. Anais [...]. São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba; Fundação Valeparaibana de Ensino, 2016. Disponível em: http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2016/anais/arquivos/0859_1146_01.pdf. Acesso em: 24 out. 2022.

Jr, L. A. (26 de junho de 2022). **Energia Solar**. Fonte: hcc energia solar: <https://hccenergiasolar.com.br/posts/voce-sabe-oque-e-fazenda-solar-entenda-tudo-neste-post/>.

SENRA, Gabriel Di Mambro et al. **Dimensionamento e análise de viabilidade econômica de uma fazenda solar de 3, 12MWp diante dos novos cenários de cobrança proposto pela ANEEL**. 2020.

IMPERIO SOLAR. **Perda de energia devido à temperatura nos painéis fotovoltaicos** - Imperio Solar. 6 set. 2021. Disponível em: <https://imperiosolar.com.br/perda-de-energia-devido-a-temperatura-nos-paineis-fotovoltaicos/>. Acesso em: 2 nov. 2022.

GIL, Francisco J. Gómez et al. A review of solar tracker patents in Spain. In: **WSEAS INTERNATIONAL CONFERENCE ON RENEWABLE ENERGY SOURCES**, 3., 2009, Tenerife-Espanha, p. 292–297.

DO NASCIMENTO, Cássio Araújo. Princípio de funcionamento da célula fotovoltaica. **Diss. Universidade Federal de Lavras**, 2004.

VALENTE, Miguel Ângelo Silveiro. **Caracterização automática de um painel fotovoltaico**. 2011. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências e Tecnologia.

GOMIDE, Fernando; GUDWIN, Ricardo R.; TANSCHKEIT, Ricardo. **Conceitos fundamentais da teoria de conjuntos fuzzy, lógica fuzzy e aplicações**. In: Proc. 6 th IFSA Congress-Tutorials. 1995. p. 1-38.

SIMÕES, Marcelo Godoy; SHAW, Ian S. **Controle e modelagem fuzzy**. Editora Blucher, 2007.

Peñajárvi, J., Mikhaylov, K., Yasmin, R., Hämäläinen, M., and Linatti, J. (2017). Evaluation of LoRa LPWAN Technology for Indoor Remote Health and Wellbeing Monitoring. **International Journal of Wireless Information Networks**, 24(2):153–165.

AGRADECIMENTOS

Dedicamos este trabalho a cada docente da instituição Senai Anchieta, que de maneira direta ou indireta contribuiu com a formação de cada um dos autores.

SOBRE O(S)AUTOR(ES)

Sobre os autores:

ⁱ Leonardo Acastio Kertesz (Autor 1)



Formado em Tecnologia em Eletrônica industrial na Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica (2022), atualmente Técnico da empresa Tbservices que atua no mercado de [outsourcing](#) em locação de impressoras de pequeno, médio e grande porte, locação de notebook e computadores, assistência técnica e venda por e-commerce no ramo de informática.

ⁱⁱ Victor Hugo de Lima (Autor 2)



Formado em Tecnologia em Eletrônica Industrial na Faculdade SENAI Anchieta. Atualmente é sócio-proprietário da empresa Zenite Comércio e Serviços eletrônicos que atua no mercado de manutenção e desenvolvimento de sistemas eletrônicos para a indústria de filmes plástico

ⁱⁱⁱ Nicolas Belizário (Autor 3)

Formado em Tecnologia em Eletrônica Industrial na Faculdade SENAI Anchieta.