

Sistema de Monitoramento de Impurezas aplicada à sistema de energia solar fotovoltaico

Jhefsson Gabriel Targino da Silva Santos¹ Waltemberg
Silva Limeira²

¹Graduando em Engenharia Elétrica, Faculdade Internacional da Paraíba – FPB

²Graduando em Engenharia Elétrica, Faculdade Internacional da Paraíba – FPB ³Professora
Me. Rafaela Gomes Gonçalves de Carvalho, e-mail:
rafaela.g.carvalho@animaeducacao.com.br

Resumo

Neste trabalho foi desenvolvido um sistema de monitoramento remoto de impurezas presentes na superfície de módulos fotovoltaicos, com o objetivo de facilitar a manutenção e evitar o baixo rendimento do sistema. Portanto, objetivou-se discutir os aspectos das placas visto que não tem algo que avise diretamente, foi desenvolvido um monitoramento que notifica quando é necessário efetuar essa limpeza para maximizar seu rendimento. Utilizando o microcontrolador **ESP32**, para conectar via rede, os sensores **LDR**'s para a aquisição dos dados externos, o aplicativo de mensagens instantâneas conhecido como **Telegram**, nesse sentido, o usuário receberá avisos quando for necessário efetuar a limpeza das placas.

Palavras-Chave: Módulos fotovoltaicos, Limpeza, Rendimento.

Abstract

In this work, a remote monitoring system of impurities present on the surface of photovoltaic modules was developed, with the aim of facilitating maintenance and avoiding low system performance. Therefore, the objective was to discuss the aspects of the plates, since there is nothing to warn directly, a monitoring was developed that notifies when it is necessary to carry out this cleaning to maximize its performance. Using the **ESP32** microcontroller, to connect via the network, the **LDR**'s sensors for the acquisition of external data, the instant messaging application known as **Telegram**, in this sense, the user will receive warnings when it is necessary to clean the plates.

Keywords: Photovoltaic modules, Cleaning, Yield.

1. INTRODUÇÃO

A tecnologia do sistema fotovoltaico está se tornando cada vez mais avançada e acessível a quase todos. Ademais, o efeito fotovoltaico foi observado pela primeira vez em 1839 por Edmond Becquerel, que descobriu que placas de metal, a imersão de platina ou prata no eletrólito produz uma pequena diferença de potencial sob a luz (BLASQUES, PINHO, 2007).

Os sistemas fotovoltaicos permitem a conversão da luz solar em eletricidade, logo após esse processo é possível transformar a tensão contínua em alternada por intermédio do inversor, desse modo poderá alimentar a grande maioria das cargas domésticas e industriais. A Figura 1 ilustra um sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica de energia.

Figura 1 – Sistema fotovoltaico



Fonte: THIAGO, 2022.

As células fotovoltaicas, ilustradas na Figura 2, dependem dos materiais empregados para formação, podendo ser ele um material semicondutor, normalmente usado o silício, ao qual foram adicionadas substâncias denominadas dopantes para criar os meios adequados no manejo dessas placas, visto que é classificado como o elemento mais abundante da terra, alcançado através da areia da praia, o que torna bastante acessível e de baixo custo em relação a outros elementos semicondutores (CECCHINI, 2003).

Figura 2 - Célula solar



Fonte: GERMÁN PORTILLO, 2016.

Além disso, existem alguns fatores que podem alterar a eficácia das placas fotovoltaicas, ilustrados na Figura 3. Um dos principais que pouco ouvimos falar é o fator sujeira, nesse contexto podemos citar a poeira, resto de seres vivos, lamas, folhas, entre outras matérias que com o passar do tempo ficam alojados na superfície e reduzem a eficiência dessa placa (MUNDO ESTRANHO, 2011).

Figura 3 - Placas fotovoltaicas



Fonte: LIMPEZA SOLAR, 2022.

Outrossim, a importância da limpeza afeta diretamente no rendimento das placas, pois percebe-se a baixa geração quando está com impurezas, sendo assim para que haja um bom funcionamento do sistema é necessário a limpeza adequada para garantir a boa captação de luz solar e eficiência. Normalmente a limpeza é feita com todo sistema desligado e com água, algo para esfregar que não seja sólido, porém maleável, para não ocasionar arranhões na placa, não é recomendado usar substâncias corrosivas e alcalinas, como o ácido hidrófluorídrico, acetona, álcool industrial, no entanto só é recomendado usar o detergente neutro quando a dificuldades na limpeza.

Este artigo teve como objetivo fazer o acompanhamento por um aplicativo de mensagem instantânea, conhecido como *Telegram*, através de um bot configurado para o Id do usuário do sistema que receberá a notificação no celular diretamente da *ESP32* programado com dois *LDRs*, conhecidos como resistores que dependem de luz para variar sua resistência conforme a intensidade da claridade sobre ele, resultando em informar se seu sistema está limpo ou não.

2. METODOLOGIA

A metodologia aplicada para o desenvolvimento do presente artigo em pauta, foi de uma pesquisa bibliográfica, tendo como base artigos científicos da temática, livros e publicações afins, no que diz respeito ao acompanhamento de limpeza das placas fotovoltaicas. Os critérios de exclusão foram artigos que não abordaram à temática do estudo, visto que ressaltavam algumas situações que não condiziam com o objetivo proposto.

Após a pesquisa bibliográfica, foram feitos testes acerca do melhor sensor a se utilizar para aferir a quantidade de sujeira nas placas, e depois implementar o programa no microcontrolador *ESP32*. Os materiais utilizados para desenvolvimento do protótipo são listados na Tabela 1.

Tabela 1 – Materiais utilizados para o desenvolvimento do protótipo

Componentes	Quantidade
LDRs	2
Fios	4
ESP32	1
MDF 60x22	1
Acrílico 20x20	1
Resistor de 1k	2

Fonte: Aatoria própria.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em uma pesquisa realizada pelo VII congresso brasileiro de energia solar, informa que o acúmulo de sujeiras na superfície das placas, é possível identificar uma redução de 10% no seu rendimento quando comparadas com as placas limpas. A Figura 4 ilustra uma placa solar apresentando sujeira.

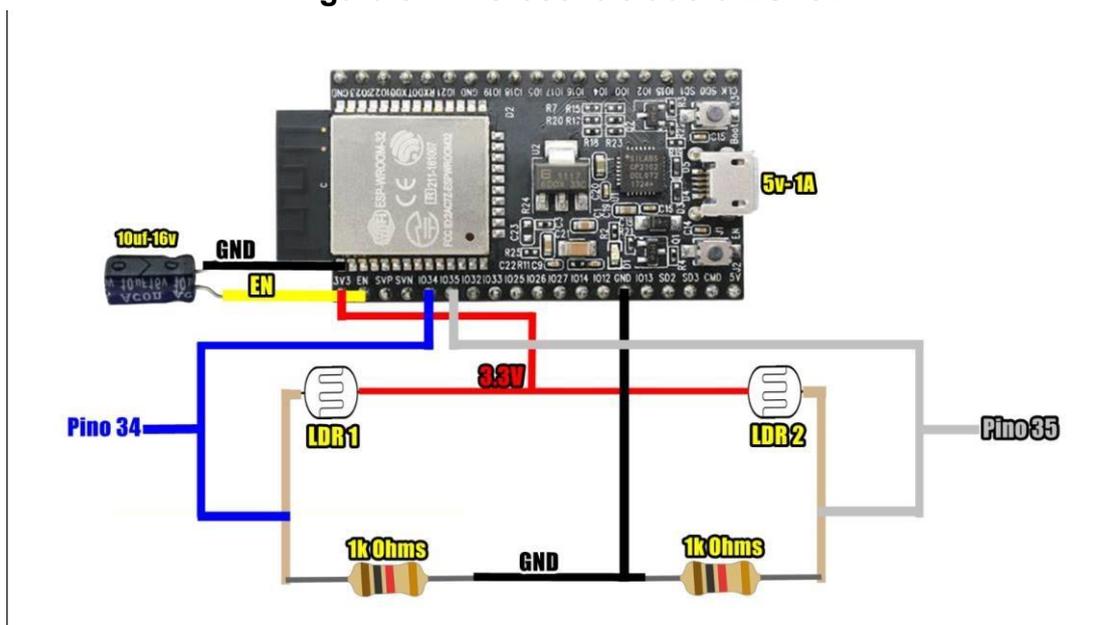
Figura 4 - Placas apresentando sujeiras



Fonte: Limpeza solar, 2022.

Para a construção do presente trabalho de conclusão de curso foram utilizados materiais de baixo custo como a placa microcontroladora *ESP32* (Figura 5), mdf, acrílico, resistores de 1k, fotoresistor *LDRs*, em seguida é criado um bot com os dados e o ID do cliente, tendo como objetivo notificar o aplicativo de mensagem *Telegram* para a realização dos testes.

Figura 5 – Microcontroladora *ESP32*



Fonte: Autoria própria.

Por se tratar de um protótipo, foram utilizados materiais de baixo custo, o MDF e o acrílico transparente, para a confecção de um encapsulamento (Figura 6), com o objetivo de proteger os componentes da sujeira, ficando exposto para que não sejam danificados.

Figura 6 – Caixa para suporte



Fonte: Autoria própria.

Conseqüentemente utilizamos o programa *Arduino IDE* para atribuir o código de programação para executar os testes de luminosidade e verificar a eficácia do seu funcionamento, ilustrado na Figura 7.

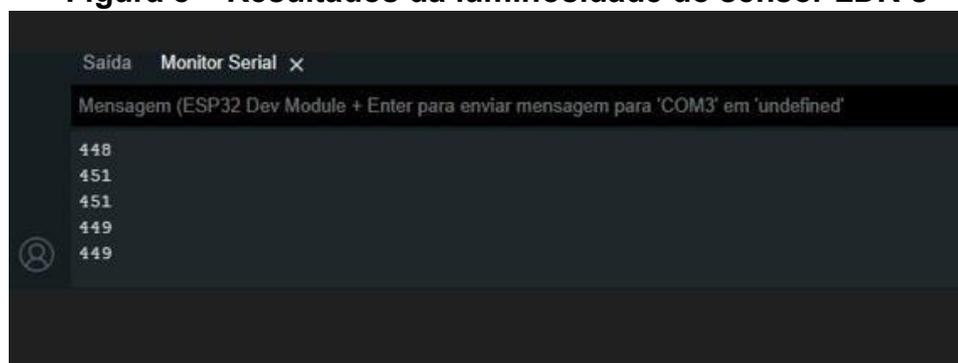
Figura 7 – Código de programação de teste (luminosidade)

```
sketch_jun7a.ino
1  #include <Arduino.h>
2
3  int sensorVal;
4  const int ANALOG_READ_PIN = 34; // or A0
5
6
7  void setup()
8  {
9      Serial.begin(9600);
10     delay(1000);
11 }
12
13 void loop()
14 {
15
16     //Read and print the sensor pin value
17     sensorVal = analogRead(ANALOG_READ_PIN);
18     Serial.print(sensorVal);
19     Serial.print(" \n");
20     //sleep for some time before next read
21     delay(100);
22 }
```

Fonte: Autoria própria.

A Figura 8 representa a resposta do sensor *LDR*'s, que por sua vez é apresentado no monitor serial, com o intuito de receber os resultados da luminosidade através do sensor abordado acima.

Figura 8 – Resultados da luminosidade do sensor *LDR*'s



Fonte: Autoria própria.

Dessa maneira, foi instalado a biblioteca da *ESP32* para ser reconhecido no *Arduino IDE*, em seguida utilizamos a biblioteca do (*universaltelegranbot.h*), ilustrado na figura 9, para inserir uma rede wi-fi, por conseguinte ser possível adicionar o ID do cliente, e o endereço do bot (*BOT-TOKEN*).

Figura 9 - Código final utilizado da biblioteca *ESP32*

```
sketch_may18a.ino
1
2 #include <WiFi.h>
3 #include <WiFiClientSecure.h>
4 #include <UniversalTelegramBot.h>
5 #include <ArduinoJson.h>
6 #include <Arduino.h>
7 bool flag = 1;
8
9 const int ANALOG_READ_PIN = 34; // or A0
10 const int ANALOG_READ_PIN2 = 35; // or A0
11
12 // Wifi network station credentials
13 #define WIFI_SSID "brisa-2264058"
14 #define WIFI_PASSWORD "tcfinvzo"
15 // Telegram BOT Token (Get from Botfather)
16 #define BOT_TOKEN "6267568437:AAFVLxY7B1lybem2xtvFLUw0JJ5K1W2180"
17
18 // Use @myidbot (IDBot) to find out the chat ID of an individual or a group
19 // Also note that you need to click "start" on a bot before it can
20 // message you
21 #define CHAT_ID "5301816432"
22
23 WiFiClientSecure secured_client;
24 UniversalTelegramBot bot(BOT_TOKEN, secured_client);
25
26 void setup() {
27   Serial.begin(115200);
28   Serial.println();
29   Serial.begin(9600);
30   delay(1000);
31   // attempt to connect to Wifi network:
32   Serial.print("Connecting to Wifi SSID ");
33   Serial.print(WIFI_SSID);
34   WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
35   secured_client.setCACert(TELEGRAM_CERTIFICATE_ROOT); // Add root certificate for api.telegram.org
36   while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
37   {
38     Serial.print(".");
39     delay(500);
40   }
41   Serial.print("\nWifi connected. IP address: ");
42   Serial.println(WiFi.localIP());
```

Fonte: Autoria própria.

Logo, usamos a instrução o *IF* e *ELSE*, apresentado na Figura 10, para conferir o pino atribuído ao *LDR's (ANALOGREADPIN)* e (*ANALOGREADPIN2*). Se um índice de luminosidade atender a condição atribuída (*BOT.SENDMEESSAGE*), será possível notificar que está limpo, caso contrário informará em um tempo determinado entre uma mensagem e outra, por fim só será concluído quando a condição de luminosidade se satisfazer novamente.

Figura 10 - Código final utilizado da biblioteca *ESP32*

```
43
44 Serial.print("Retrieving time: ");
45 configTime(0, 0, "pool.ntp.org"); // get UTC time via NTP
46 time_t now = time(nullptr);
47 while (now < 24 * 3600)
48 {
49   Serial.print(".");
50   delay(100);
51   now = time(nullptr);
52 }
53 Serial.println(now);
54
55 bot.sendMessage(CHAT_ID, "Bot started up", "");
56 }
57
58 void loop(){
59
60   if(analogRead(ANALOG_READ_PIN) > 100 and analogRead(ANALOG_READ_PIN2) > 100){
61     if(flag){
62       Serial.print("LDR1 e LDR2 está detectando = Limpo");
63       bot.sendMessage(CHAT_ID,"LDR1 e LDR2 está detectando = Limpo");
64       flag = 0;
65     }
66   }else{ //SENÃO, FAZ
67     delay(120000);
68     Serial.print("LDR1 e LDR2 está detectando = Sujo");
69     bot.sendMessage(CHAT_ID,"LDR1 e LDR2 está detectando = Sujo");
70     flag = 1;
71   }
72 }
73
74
```

Fonte: Autoria própria.

Após definição da forma de envio, foi necessário identificar o *ID* do cliente e gerar o bot (*IDBOT, IDFATHER*), representado na Figura 11, são ferramentas

encontradas no próprio aplicativo *TELEGRAM*, com o objetivo de receber as notificações.

Figura 11 – bot para receber notificações



Fonte: Autoria própria.

Ademais, para um bom desempenho desse projeto é necessário a localização correta dos dispositivos *LDR*'s, como ilustrado nas Figura 12, com o intuito de alcançar os objetivos desejados, também é importante ressaltar que a localização dos *LDR*'s estejam abaixo do acrílico para medir a luminosidade através de sua transparência.

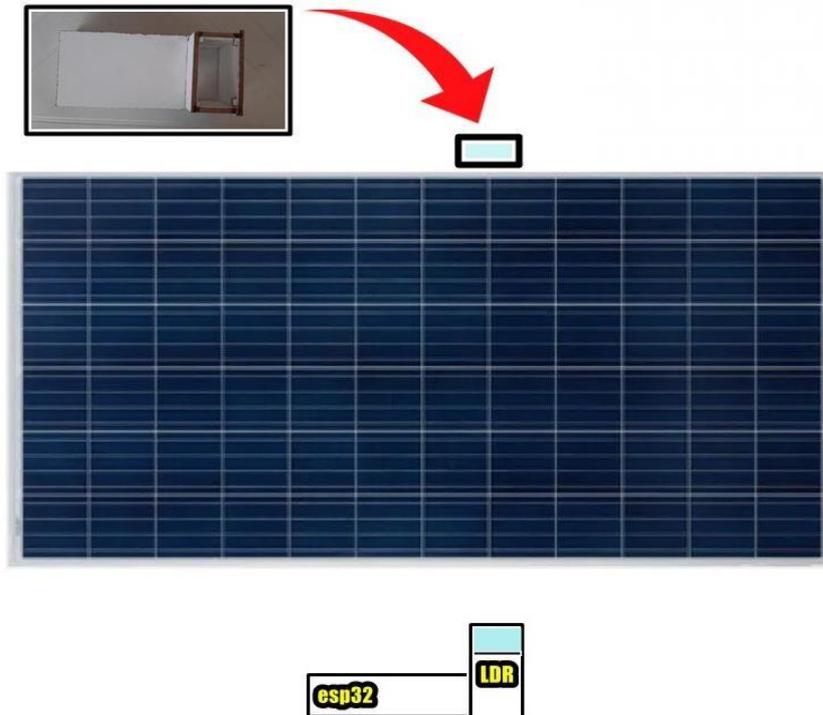
Figura 12 – Localização dos LDR`s



Fonte: Autoria própria.

Portanto, a localização exata de onde o protótipo vai ficar, é rente à superfície das placas fotovoltaicas, para que haja uma boa captura das informações, como mostra a Figura 13.

Figura 13 - Localização do dispositivo



Fonte: Autoria própria.

Em síntese, já que os sensores utilizados nesse trabalho funcionam através de luminosidade, uma problemática observada é apresentar falsas informações durante a noite, diante disso a solução encontrada foi o temporizador (Figura 14), dispositivo esse encontrado no mercado que limita o tempo de funcionamento de qualquer dispositivo conectado a ele, determinando o horário de funcionamento.

Figura 14 – Temporizador digital



Fonte: HUNION, 2020.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da problemática exposta sobre o sistema de monitoramento de impurezas aplicada à sistema de energia solar fotovoltaico, se tornou possível observar considerações que são cruciais para um bom desenvolvimento, o uso desse equipamento é acessível para pessoas que não tem o conhecimento teórico.

Além disso, existem algumas possibilidades futuras de melhorias para o desenvolvimento desse protótipo, sendo elas, a detecção de objetos via sensor ultrassônico, com o objetivo de emitir um pulso sonoro de alta frequência, com a medida pré-definida poderia detectar o objeto se o pulso retornar em menor tempo diferente do padrão estabelecido. Outra melhoria evidente, seria acionar um sistema de limpeza automático, através da bomba d'água, com o auxílio de algum agente se caso for necessária uma limpeza mais profunda.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Elismar Ramos; FARIA, Merlim dos Santos Ferreira; DE BRITO GONTIJO, Fabio. Influência da sujeira na geração fotovoltaica. In: **Congresso Brasileiro de Energia Solar-CBENS**. 2018.

COSTA, Raycam Evaristo de Oliveira et al. O uso de placas fotovoltaicas: uma revisão bibliográfica. 2020.

OLIVEIRA, Euler. Como usar com Arduino: Fotorresistor (Sensor) LDR 5MM. blog master walker shop, 2019. Disponível em: <https://blogmasterwalkershop.com.br/arduino/como-usar-com-arduino-fotorresistor><https://blogmasterwalkershop.com.br/arduino/como-usar-com-arduino-fotorresistor-sensor-ldr-5mmsensor-ldr-5mm> . Acesso em: 29 maio 2023.

SOLAR, Portal. Placa solar fotovoltaica: o que é e como funciona? Portal Solar, 2014. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/placa-solar-fotovoltaica-o-que><https://www.portalsolar.com.br/placa-solar-fotovoltaica-o-que-voce-precisa-sabervoce-precisa-saber> . Acesso em: 29 maio 2023.

TECH, Donsky et al. Read LDR/Photoresistor Sensor using ESP32: Sensor using ESP32. donskytech, 2022. Disponível em: <https://www.donskytech.com/read-ldr><https://www.donskytech.com/read-ldr-photoresistor-sensor-using-esp32/photoresistor-sensor-using-esp32/> . Acesso em: 14 abr. 2023.