

Limpeza Automatizada De Placa Fotovoltaica

Vitor Miguel Ataide Rodrigues
Pedro Tavares Pereira
William Pereira
Matheus Pinheiro Da Silva Magalhaes

Resumo: O trabalho aborda o desenvolvimento de um sistema automatizado para a limpeza de placas fotovoltaicas, visando otimizar o desempenho energético e reduzir a perda de eficiência causada pelo acúmulo de sujeira. O projeto foi desenvolvido com base no microcontrolador ESP32 modelo Node 32S, que realiza o controle do sistema de limpeza e se comunica com a assistente virtual Alexa Echo Pop, permitindo comandos de voz para ativação remota. A metodologia incluiu pesquisa teórica, experimentação prática e análise de resultados obtidos em testes realizados em maquete funcional. Observou-se que a automação da limpeza reduz significativamente o desperdício de energia e a necessidade de manutenção manual. O sistema proposto demonstra viabilidade técnica e contribui para a eficiência e sustentabilidade de instalações solares.

Palavras-Chave: Energia solar. Automação. ESP32 Node 32S. Alexa Echo Pop. Sustentabilidade.

Abstract: This paper presents the development of an automated cleaning system for photovoltaic panels, aiming to optimize energy performance and reduce efficiency losses caused by dirt accumulation. The project was developed using the ESP32 Node 32S microcontroller, responsible for controlling the cleaning mechanism, integrated with the Alexa Echo Pop virtual assistant to enable remote voice activation. The methodology included theoretical research, practical experimentation, and analysis of results obtained from functional prototype testing. The automation significantly reduces energy waste and manual maintenance requirements. The proposed system demonstrates technical feasibility and contributes to the efficiency and sustainability of solar installations.

Keywords: Solar energy. Automation. ESP32 Node 32S. Alexa Echo Pop. Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento acelerado do uso de fontes de energia renovável, especialmente a energia solar fotovoltaica, torna-se cada vez mais importante garantir o máximo aproveitamento da geração elétrica por meio da eficiência dos sistemas instalados. No entanto, um dos principais fatores que comprometem o desempenho dos painéis solares é o acúmulo de sujeira, poeira, poluição e fezes de aves. Estudos apontam que a perda de eficiência pode variar entre 10% e 50%, dependendo do nível de sujeira e das condições climáticas locais. Diante disso, o presente trabalho propõe o desenvolvimento de um sistema automatizado de limpeza de placas fotovoltaicas, controlado por um microcontrolador ESP32 modelo Node 32S, com integração à assistente virtual Alexa Echo Pop para execução de comandos de voz. O objetivo é proporcionar uma solução prática, econômica e sustentável para manter o desempenho ideal das instalações solares.

2 OBJETIVO

Desenvolver um sistema automatizado de limpeza de placas fotovoltaicas utilizando o microcontrolador ESP32 modelo Node 32S, integrado à assistente virtual Alexa Echo Pop para permitir o acionamento por comando de voz. O objetivo é criar uma solução capaz de realizar a limpeza de maneira prática, segura e eficiente, reduzindo a necessidade de manutenção manual e evitando perdas de desempenho causadas pelo acúmulo de sujeira nas placas. Além disso, busca-se aumentar a eficiência energética do sistema fotovoltaico, garantindo maior aproveitamento da geração solar e proporcionando ao usuário um controle mais acessível e moderno, alinhado às tecnologias atuais de automação residencial.

3 DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento do projeto envolveu a construção do protótipo mecânico, a programação do ESP32, a integração com a assistente virtual Alexa e a implementação de notificações automáticas via WhatsApp. Para realizar a limpeza, foi utilizada uma Vassoura Solar NW, projetada especificamente para higienização de placas fotovoltaicas, com cerdas adequadas para remover sujeira sem danificar o vidro. Essa vassoura foi acoplada a uma estrutura construída manualmente pela equipe e conectada ao sistema de tração responsável pelo movimento. O deslocamento da vassoura foi realizado por meio de um motor de portão equipado com fuso, que proporcionou um movimento linear estável, controlado e contínuo. A escolha desse motor facilitou a montagem do protótipo, pois o próprio mecanismo já incluía o sistema de avanço e recuo, reduzindo o tempo de construção e garantindo maior precisão no trajeto percorrido pela vassoura. A estrutura de sustentação foi montada artesanalmente, garantindo firmeza e alinhamento durante os testes. A divisão das atividades ocorreu de acordo com as habilidades de cada integrante: Pedro desenvolveu a programação do ESP32 e a integração com a Alexa; Vitor ficou responsável pela documentação técnica, ajustes na escrita e organização do artigo; Matheus e William montaram a parte mecânica do suporte, acoplaram a vassoura e ajustaram o motor com fuso. Apesar da divisão de funções, todas as etapas foram realizadas de forma colaborativa. A integração com a Alexa Echo Pop e as notificações automáticas via WhatsApp foram baseadas nos conteúdos estudados na disciplina de IoT, seguindo conceitos semelhantes aos apresentados nos materiais de apoio fornecidos pelo professor. Essa abordagem permitiu configurar o ESP32 na rede Wi-Fi, possibilitando a execução de comandos de voz por meio de *skill* específicas acessadas pela Alexa. Os primeiros testes foram realizados em sala de aula e, posteriormente, na residência do integrante Pedro, assegurando o funcionamento do sistema em um ambiente doméstico real. O ESP32 foi programado para enviar alertas ao celular sempre que o sensor, inicialmente simulado, identificava a necessidade de limpeza, permitindo ao usuário acompanhar o estado da placa sem inspeção presencial. Toda a programação do ESP32 foi realizada com base no conteúdo apresentado ao longo do curso, complementada pelos exemplos fornecidos nas aulas e pelas orientações dos professores. O sistema integrou de forma eficiente a conexão Wi-Fi, os comandos recebidos pela Alexa e o envio de notificações automáticas via WhatsApp. Os testes finais confirmaram o bom funcionamento do protótipo: a Vassoura Solar NW se deslocava com precisão graças ao motor de portão com fuso, os comandos de voz eram executados sem falhas e as notificações eram enviadas corretamente ao smartphone. Dessa forma, o desenvolvimento demonstrou que o sistema é funcional, eficiente e capaz de tornar a manutenção de placas solares mais prática, segura e acessível.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os testes realizados confirmaram a viabilidade do sistema, mostrando bom funcionamento tanto no acionamento remoto quanto na movimentação da vassoura sobre a placa. Além disso, o projeto contribui para a melhoria do meio ambiente, pois ajuda a manter a eficiência das placas solares, evitando desperdício de energia.

Também oferece facilidade na limpeza, especialmente em locais altos ou de difícil acesso, onde o processo manual seria mais arriscado ou trabalhoso.

Assim, conclui-se que o sistema desenvolvido é tecnicamente viável, funcional e apresenta potencial para futuras melhorias, podendo ser aplicado em instalações reais para tornar a manutenção mais segura, eficiente e sustentável.

REFERÊNCIAS

ENGEASIER. Como controlar o ESP32 com a Alexa | Automação Residencial. [Vídeo]. YouTube, 12 nov. 2021. 7min38s. Disponível em: <https://youtu.be/i56YYpWPd3Q>. Acesso em: 15 out. 2025.

FECHANDO CURTO. Limpador de Placas Solares Automático - Protótipo. [Vídeo]. YouTube, 2024. 15min13s. Disponível em: <https://youtu.be/IY8LrQXktdo>. Acesso em: 15 out. 2025.

Notas de aula da disciplina **Programação de Sistemas de Internet das Coisas ministrada pelo professor Elvio Alexandrini Maciel** no segundo semestre de 2025.

