

Đề xuất mô hình xây dựng hệ thống giám sát năng lượng mặt trời dựa trên IoT

Trịnh Thị Lý*, Mai Tiến Dũng*, Nguyễn Thị Phương*

*Khoa CNTT, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội
Received: 24/9/2024; Accepted: 3/10/2024; Published: 15/10/2024

Abstract: In this article, the author builds an application to develop a solar energy monitoring system through the Internet of Things (IoT), allowing effective remote monitoring and management of the solar energy conversion process into electricity. The system uses voltage and current sensors to continuously monitor solar panel performance, ensuring that energy is produced and stored optimally. Through Wi-Fi connectivity and the Thingspeak platform, real-time data on voltage and current will be transmitted to the cloud, allowing users to access and monitor from anywhere in the world.

Keywords: IoTs, wireless transmission, solar monitoring, Thingspeak.

1. Giới thiệu

Khi lắp đặt một hệ thống năng lượng mặt trời, chúng ta cần giám sát nếu hệ thống cung cấp công suất tối ưu. Điều này giúp xác định hệ thống có hoạt động hiệu quả hay không. Hệ thống giám sát mà tác giả giới thiệu sẽ giúp giám sát dữ liệu thời gian thực của tấm pin mặt trời lắp đặt tại nhà hoặc nơi làm việc. Có nhiều tính ưu việt từ hệ thống này, trong phần giới thiệu này, tôi tập trung nêu một số lý do tại sao chúng ta cần hệ thống. Hệ thống giám sát dựa trên IoT thực sự giúp kiểm tra xem tấm pin mặt trời có hoạt động đúng cách và hiệu quả hay không. Chẳng hạn, nếu có quá nhiều bụi bám trên tấm pin mặt trời hoặc nó không lưu trữ năng lượng mặt trời một cách chính xác, hoặc nếu có lỗi, hệ thống sẽ cung cấp các chỉ số khác so với bình thường. Hệ thống tự động này có thể được vận hành và giám sát từ bất kỳ đâu trên thế giới thông qua internet. Các thành phần và hệ thống được sử dụng trong bài báo này mà tác giả đề xuất sẽ liên tục giám sát tấm pin mặt trời và, thông qua IoT, liên tục tải các chỉ số thời gian thực lên môi trường mạng.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Internet of things

Internet of Things (IoT) là biến các thiết bị không kết nối internet trở nên thông minh hơn và có thể kết nối với internet. Tấm pin mặt trời, vốn được biết đến là hệ thống dựa trên phần cứng, có thể được biến đổi thành một hệ thống thông minh bằng cách kết nối nó với internet thông qua IoT [2],[3]. Điều quan trọng ở đây là sử dụng IoT để kết nối bất kỳ đối tượng nào với internet thông qua các phương thức

không dây. Ví dụ như các thiết bị trong cuộc sống hàng ngày: thiết bị gia dụng, xe hơi và các đồ dùng khác. Những vật dụng này có thể được tích hợp với các cảm biến và các thành phần khác để kết nối với internet. Với IoT, các mạng cảm biến không dây như GSM, GPRS, Wi-Fi, và các vi điều khiển, vi xử lý đã phát triển mạnh mẽ [5]. Khi sử dụng IoT, chúng ta cần đảm bảo rằng hệ thống đủ an toàn. Nếu không đảm bảo an toàn cho hệ thống IoT, người khác có thể xâm nhập và gây hại cho hệ thống. Một trong những lợi ích lớn của IoT là cho phép chúng ta giám sát hệ thống từ bất kỳ đâu trên thế giới và có được dữ liệu thời gian thực về những gì đang xảy ra với hệ thống.

2.2. Cách tiếp cận

Một hệ thống giám sát và kiểm soát trực tuyến cho các nguồn năng lượng tái tạo phân tán có thể được thực hiện thông qua nền tảng Android và các nền tảng khác[6]. Phương pháp sử dụng nền tảng Bluetooth để tạo liên kết truyền thông giữa phần cứng và đơn vị điều hòa năng lượng.

Có nhiều phương pháp khác nhau để giám sát hệ thống phát điện năng lượng tái tạo. Các mô-đun truyền thông như Bluetooth và Wi-Fi giúp chia sẻ dữ liệu thời gian thực được thu thập từ hệ thống phần cứng.

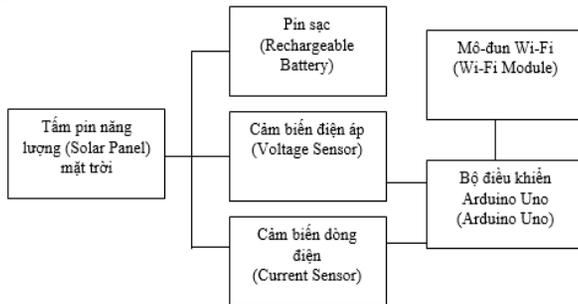
Phát triển một hệ thống giám sát tức thời cho các nguồn năng lượng tái tạo bao gồm các tấm pin mặt trời và đo lường dòng điện, điện áp của từng nguồn tin cậy. Các giá trị liên quan được đo lường bởi cảm biến dòng điện và cảm biến điện áp, được xử lý bởi Arduino hoặc các vi điều khiển khác và truyền qua mô-đun Wi-Fi lên nền tảng trực tuyến. Hệ thống này

có thể được giám sát qua máy tính cá nhân và dữ liệu có thể được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu hoặc giám sát thời gian thực.

Ngoài các tấm pin mặt trời, còn có những người đã thử tạo ra hệ thống giám sát cho các cối xay gió, một nguồn năng lượng tái tạo khác. Các cối xay gió cũng được điều khiển thông qua IoT. Hệ thống giám sát này giúp chúng ta giám sát quá trình truyền dữ liệu thời gian thực và kiểm tra nếu có bất kỳ vấn đề nào với hệ thống.

2.3. Xây dựng mô hình đề xuất

2.3.1. Mô hình đề xuất



Hình 2.1: Mô hình đề xuất sơ đồ khối của hệ thống giám sát năng lượng mặt trời

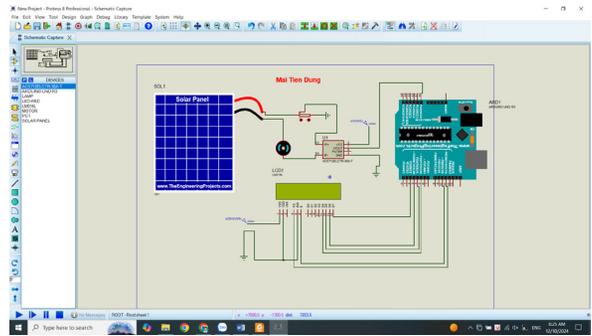
Trong hệ thống đề xuất này, chúng ta có một tấm pin mặt trời hấp thụ năng lượng mặt trời và chuyển đổi nó thành điện năng, sau đó điện năng sẽ được lưu trữ trong một pin sạc. Sẽ có kết nối giữa tấm pin mặt trời và pin sạc, và hai cảm biến sẽ được kết nối giữa tấm pin và pin sạc: cảm biến điện áp và cảm biến dòng điện. Cảm biến điện áp và cảm biến dòng điện được sử dụng để đo lường lượng điện áp và dòng điện mà tấm pin mặt trời tạo ra và lưu trữ trong pin sạc. Cảm biến điện áp và cảm biến dòng điện sẽ được kết nối với Arduino UNO, cùng với một mô-đun Wi-Fi để truyền tải dữ liệu thời gian thực lên mạng Thingspeak. Nền tảng Thingspeak được sử dụng để truyền tải dữ liệu thời gian thực, và chúng ta có thể truy cập dữ liệu từ bất kỳ thiết bị nào như điện thoại Android, máy tính để bàn hoặc laptop

2.3.2. Các thành phần của mô hình

Tấm pin mặt trời (loại nhỏ); Arduino UNO; ESP8266 (mô-đun Wi-Fi); Cảm biến điện áp; Cảm biến dòng điện; Pin sạc; Dây nối; Bảng mạch (Breadboard)

2.3.3. Thiết kế mạch điện mô phỏng

Để thiết kế mạch mô phỏng cho hệ thống, chúng ta cần một số thành phần: Tấm pin mặt trời; Arduino UNO; ESP8266 (mô-đun Wi-Fi); Cảm biến dòng điện; Pin sạc; Động cơ; Biến trở; Màn hình LCD



Hình 2.2: Mô phỏng mạch điện trên phần mềm Protues

2.4. Kết quả thực nghiệm hoạt động của hệ thống

2.4.1. Mô tả mạch điện: Chúng tôi đã sử dụng phần mềm Proteus Professional, chủ yếu dùng để thiết kế và mô phỏng mạch điện ảo. Trong Proteus, chúng tôi có thể nhập thêm các tệp thư viện cho các thành phần cụ thể. Chúng tôi đã nhập thư viện tấm pin mặt trời và thư viện Arduino Uno.

2.4.2. Các kết nối

-Chân 2, 3, 4, 5 của Arduino được kết nối với chân 14, 13, 12, 11 của màn hình LCD, là các chân dữ liệu 7, 6, 5, 4.

-Chân 10, 11 của Arduino được kết nối với chân 6, 4 của màn hình LCD, là các chân RS (tín hiệu đăng ký) và Enable (chế độ kích hoạt).

-Chân A0 của Arduino (ngõ vào analog) được kết nối với chân 7 của cảm biến dòng điện ACS712, chính là ngõ ra analog từ cảm biến dòng điện ACS712.

-Chân 8 của ACS712 được kết nối với nguồn DC 5V, và chân 5 được kết nối với đất (GROUND).

-Cực dương của tấm pin mặt trời được kết nối với đầu dương của biến trở, và cực âm của tấm pin mặt trời được kết nối với một đầu của động cơ DC.

-Đầu kia của động cơ DC được kết nối với chân 3/4 (IP-) của ACS712, và chân 1/2 (IP+) của ACS712 được kết nối với phần biến thiên của biến trở, cuối cùng đầu còn lại của biến trở được kết nối với đất.

7. Chân 1 của màn hình LCD (VSS) được kết nối với DC 5V, chân 2 (VDD) và chân 5 (RW - đọc/ghi) được kết nối với đất (GROUND).

2.4.3. Mô tả hoạt động: Tấm pin mặt trời 24V cung cấp dòng điện thông qua biến trở đến cảm biến dòng điện ACS712. Cảm biến dòng điện sẽ ghi nhận giá trị dòng điện trong khoảng 0-1024 (giá trị tương tự). Cảm biến dòng điện ACS712 được kết nối với nguồn DC 5V bổ sung. Chân IP- của ACS712 sau đó truyền dòng điện này tới động cơ DC, và đầu kia của động cơ DC được kết nối với cực âm của tấm pin mặt trời.

Trong phần mã lệnh, chúng ta cần nhập thư viện LiquidCrystal.h vì có đã sử dụng màn hình LCD. Sau

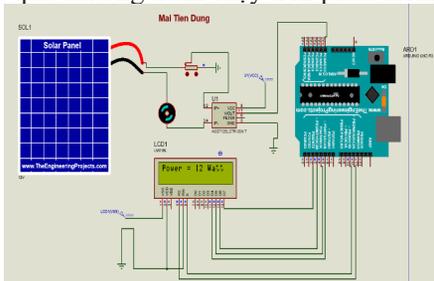
đó, cần tạo một thể hiện của lớp LiquidCrystal, chẳng hạn như: cpp Sao chép mã LiquidCrystal lcd(11, 10, 5, 4, 3, 2); Phần quan trọng nhất là phần tính toán. Biết rằng cảm biến dòng điện ACS712 hoạt động với điện áp DC 5V, vì vậy, khi không có dòng điện chạy qua các chân IP+ và IP- của cảm biến, điện áp ngõ ra tại chân VIOOUT của ACS712 là 2.5V. Điều này có nghĩa là chúng ta cần trừ 2.5V khỏi điện áp đo được tại chân A0 của Arduino.

Công thức: $P = VI^2$ và $V = IR$

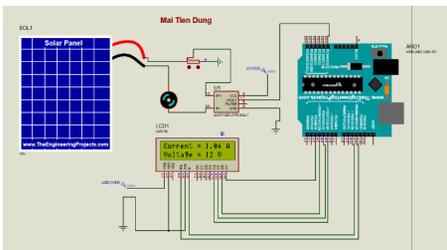
Trong đó, độ nhạy (sensitivity) là điện trở nội bộ của cảm biến dòng điện ACS712_30A.

```
1 #include<liquidCrystal.h>
2 LiquidCrystal lcd(11,10,5,4,3,2);
3 const int currentPin = A0;
4 int sensitivity = 66;
5 int adcValue = 0;
6 int offsetVoltage = 2500;
7 double adcVoltage = 0;
8 double currentValue = 0;
9 void setup() {
10 | lcd.begin(16,2);
11 }
12 void loop(){
13 | adcValue = analogRead(currentPin); // 0-1024
14 | adcVoltage = (adcValue / 1024.0) * 5000;
15 | currentValue = ((adcVoltage - offsetVoltage) / sensitivity) ;
16 | int loadVoltage = currentValue * 12;
17 | int power = loadVoltage*currentValue*currentValue;
18 | lcd.print("Current = ");
19 | lcd.print(currentValue,2);
20 | lcd.print(" A");
21 | lcd.setCursor(0,1);
22 | lcd.print("Voltage = ");
23 | lcd.print(loadVoltage);
24 | lcd.print(" V");
25 | lcd.setCursor(0,0);
26 | delay(800);
27 | lcd.print("Power = ");
28 | lcd.print(power);
29 | lcd.print(" Watt ");
30 | lcd.setCursor(0,1);
31 | lcd.print(" ");
32 | lcd.setCursor(0,0);
33 | delay(1000);}
--
```

Hình 2.3: Code Arduino mô phỏng
Kết quả chương trình chạy trên phần mềm



Hình 2.4: Kết quả hiển thị đo Công suất điện



Hình 2.5: Hiển thị kết quả dòng điện và điện áp

Và thực hiện kết nối IoT trên Thingspeak để giám sát Công suất điện, dòng điện và điện áp



Hình 2.6: Kết quả giám sát IoT trên Thingspeak

3. Kết luận

Trong bài báo này chúng tôi đã sử dụng thiết bị Wi-Fi trong mô hình của mình, nhưng gần như không thể thực hiện được trong môi trường ảo mà không có thiết bị mạng vật lý. Để hoàn thành kết nối IoT, chúng tôi đã sử dụng ESP8266 và tải dữ liệu thời gian thực lên đám mây bằng Thingspeak. Hướng phát triển kế tiếp, tác giả mong muốn hoàn thiện dự án này thành một dự án IoT đầy đủ sử dụng ESP8266 và làm cho tấm pin mặt trời xoay theo hướng ánh sáng mặt trời.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Trần Thị Mai (2023), *Ứng dụng IoT và công nghệ không dây trong giám sát hiệu suất tấm pin năng lượng mặt trời*, Tạp chí Điện tử và Tự động hóa, vol. 14, pp. 90–105, 2023.
- [2]. T. Huynh, P. Tran, and V. Pham (2024), *Optimizing Solar Panel Output Using IoT and Machine Learning*, Vietnam Journal of Science and Technology, vol. 15, no. 1, pp. 65–76, 2024.
- [3]. J. Smith, A. Johnson, and R. Davis, “Enhanced IoT-Based Solar Energy Monitoring Using AI Algorithms,” IEEE Access, vol. 12, pp. 45678–45690, 2023.
- [4]. M. Patel, S. Kumar, and L. Chen (2024), *Real-Time Monitoring of Solar Power Systems Using Edge Computing*, Sensors, vol. 23, no. 3, 2024.
- [5]. S. Roy, A. Chatterjee, and P. Gupta (2023), *IoT-Integrated Photovoltaic Systems for Real-Time Energy Management*, Renewable Energy Journal, vol. 200, pp. 150–162, 2023
- [6]. R. Brown and M. Green (2024), *Cloud-Based IoT Platform for Renewable Energy Monitoring*, IEEE Internet of Things Journal, vol. 11, no. 2, pp. 890–902, 2024.