

**УДК 621.389:535.215**

*Р.Г. Дятлик, студент гр. ПБ-91мп., доц. Стельмах Н.В.*

КПІ ім. Ігоря Сікорського

## **КОМПЛЕКСНИЙ МОНІТОРИНГ СОНЯЧНИХ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПАНЕЛЕЙ ЗАСОБАМИ INTERNET OF THINGS**

**Анотація.** Найпоширенішою енергією у всьому світі є сонячна енергія. Щоб мінімізувати залежність від імпорту енергії необхідно належно обслуговувати сонячні панелі. Потужність, що генерується сонячною панеллю необхідно постійно контролювати. Завдяки використанню Internet of Things (IoT), виробництво електроенергії може бути збільшене завдяки впливу IoT на моніторинг та обслуговування сонячних панелей. В статті описується впровадження моніторингу сонячних панелей завдяки IoT для технічного обслуговування та підвищення ефективності шляхом виявлення несправності.

**Ключові слова:** Internet of Things, сонячна панель, діагностика, сонячна енергія, датчики струму та напруги, Wi-Fi модуль.

### **ВСТУП**

Сонячна енергія широко доступна у всьому світі та може сприяти мінімізації залежності від імпорту енергоносіїв. Достатньо лише 90 хв впливу сонячних променів на землю, щоб задовольнити потреби всієї планети в електроенергії на цілий рік. Сонячна фотоелектрична панель не спричиняє викидів парникових газів та не виділяє інших забруднюючих речовин.

За даними Міжнародного Агенства Енергетики (МАЕ), поновлювані джерела є найбільш швидкозростаючими джерелами електроенергії, в яких вітряки та сонячні панелі є найбільш технологічно зрілими та економічно доступними. Але зараз спостерігається тенденція збільшення попиту на електроенергію у всьому світі. За даними останнього звіту про розвиток ринку відновлюваних джерел електроенергії (Medium-Term Renewable Market Report) МАЕ, спостерігається зростання на 13% більше ніж у минулорічному прогнозі (в період з 2015 по 2019 рік).

Частка відновлюваних джерел енергії в загальному зросла з 23% у 2015 році до майже 28% у 2019 в рамках світового виробництва електроенергії. Internet of Things (IoT) це система з пов'язаних обчислювальних пристроїв, механічних та цифрових машин, предметів, людей чи тварин, які мають унікальні ідентифікатори, а також можливість передачі даних по мережі при цьому не вимагаючи взаємодії людина-людина або людина-комп'ютер. Фізичні предмети вже не відключаються від віртуального світу, але їх можна дистанційно контролювати через інтернет-сервіси для постійного моніторингу сонячних панелей, щоб задовольнити зростаючі потреби в енергії.

### **ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ**

Сонячні панелі створюють в 300 разів більше токсичних відходів на одну одиницю енергії, ніж атомні електростанції. Якби сонячна та ядерна енергія вироблялася б в однакових кількостях протягом 25 років, а відходи складали б на футбольних полях, то ядерні відходи досягли б висоти Пізанської вежі (52 метри), а сонячні відходи були б заввишки як дві гори Еверест (16км).

Дослідники звернулись до IoT, який дозволяє контролювати об'єкти дистанційно завдяки існуючій мережевій структурі, та створює можливість екологічно чистої інтеграції фізичного світу в систему на комп'ютеризованій

основі, що в результаті підвищить ефективність, точність та економічну вигоду в додаток до зменшення втручання людей в дану систему [1].

## МЕТА РОБОТИ

Впровадження нової економічно вигідної методики на основі IoT для дистанційного моніторингу сонячної фотоелектричної установки та оцінки її працездатності. Це полегшить профілактику виявлення несправностей, аналіз історії роботи пристрою в додаток до моніторингу в реальному часі [2].

## ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

За основу було взято концепцію пристрою IoT, який збирає дані щодо фізичних параметрів використовуючи складну платформу мікроконтролерів, різні типи датчиків та різні режими зв'язку, а потім завантажує дані в Інтернет [3]. Структура запропонованої системи являє собою поєднання налаштованого пристрою IoT з інформаційною системою для агрегації даних [4]. Виробництво електроенергії від сонячних фотоелектричних установок має різний характер за рахунок зміни сонячного опромінення, температури та інших факторів [5].

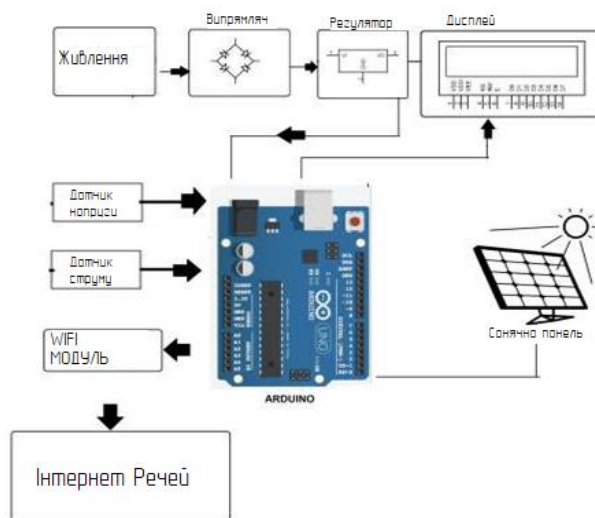


Рисунок 1. Функціональна схема моніторингу IoT

Сучасний огляд програмних засобів, необхідних для цілей запропонованої системи, полягає у віддаленому моніторингу сонячних панелей та виявленні несправностей, а також для постійного моніторингу сонячної панелі та передачі енергії на систему IoT через модуль Wi-Fi. На рис. 1 показана функціональна схема моніторингу IoT сонячної панелі. Потужність, що генерується на сонячній панелі, замірюється за допомогою датчиків струму та напруги.

Виміряна величина записується як графік за допомогою IoT.

## СХЕМА УПРАВЛІННЯ

Основна ціль схеми – моніторинг роботи сонячних панелей. Канал IoT створюється в ThingSpeak. ThingSpeak - платформа для проектів, побудованих на концепції Internet of Things [6]. Дана платформа дозволяє будувати додатки на основі даних, зібраних з датчиків. До основних можливостей ThingSpeak можна віднести: збір даних в реальному часі, обробка даних і їх візуалізація. ThingSpeak API дозволяє не тільки відправляти, зберігати і отримувати доступ до даних, але і надає різні статистичні методи їх обробки.

Програма IoT відправляється в мікроконтролер, де використовується ключ АТР каналу. Arduino підключається до датчиків напруги і струму. Вихідні дані датчика напруги та струму миттєво реєструється через певну тривалість часу. Ці

значення наводяться у вигляді графіка в IoT. Схема управління складається з Arduino, який підключений до датчиків напруги та струму (рис. 2).

Сонячні панелі підключаються паралельно, тому напруга що генерується буде постійною. Поточне значення напруги може змінюватися залежно від освітленості сонячної панелі. Датчики напруги та струму замірюють значення напруги та струму, що генеруються на сонячній панелі. Реле підключається послідовно до кожної сонячної панелі. Сонячні панелі залишаються підключеними паралельно, якщо поточне утворення енергії пропорційне освітленню на сонячній панелі. Якщо освітленість на сонячній панелі вище, а генерація струму низька, реле відповідної панелі спрацьовує і сонячна панель, яку потрібно підтримувати, відключається від паралельного підключення. Для повернення положення сонячної панелі натискається кнопка скидання. Ці значення записуються у графічному форматі за допомогою IoT через Wi-Fi модуль.



Рисунок 2. Підключення апаратної схеми управління

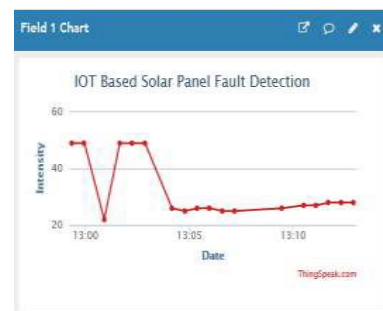


Рисунок 3. IoT графік освітленості

Значення струму, напруги та освітленості реєструються в IoT через Wi-Fi модуль. Так що обслуговування сонячної панелі проводиться ефективно. На рисунку 3 показана інтенсивність сонячної панелі щодо часу. Рівень освітленості вимірюється за допомогою світлозалежного резистора і ці значення вносяться в графік у співвідношенні з часом.

На рис. 4 показано рівень напруги, що генерується в сонячній панелі. Рівень напруги є постійним для всіх сонячних панелей, оскільки вони підключаються паралельно. Рівень напруги, що генерується в певний проміжок часу, записується як графік у відношенні щодо часу.

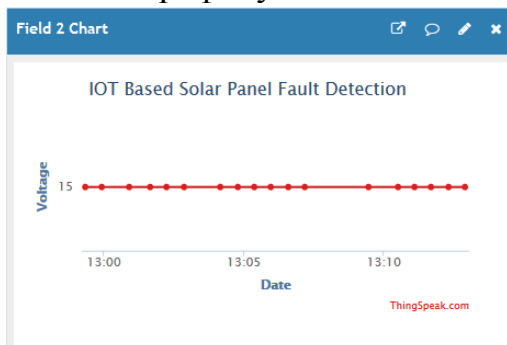


Рисунок 4. IoT графік напруги

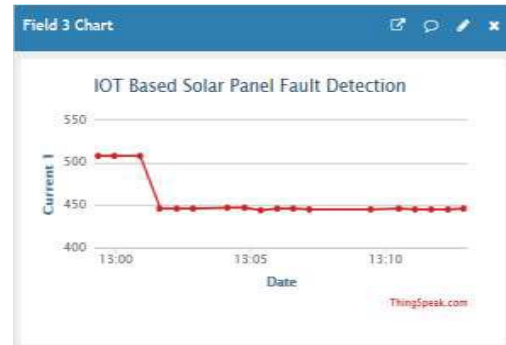


Рисунок 5. IoT графік датчика струму 1

На рис. 5 показано значення датчика струму 1, яке підключено через сонячну панель 1. Поточний рівень збільшується та зменшується відповідно до

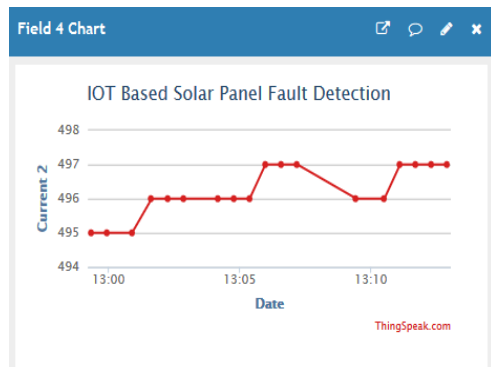


Рисунок 6. IoT графік датчика струму 2

вигляді графіка щодо часу. Усі ці графіки записуються в IoT за допомогою ThingSpeak.

## ВИСНОВОК

Впровадження технологій відновлюваної енергії - один із рекомендованих способів зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Через часте відключення електроенергії важливо використовувати відновлювану енергію та проводити її моніторинг. Моніторинг дає можливість користувачу аналізувати використання відновлюваної енергії. Ця система економічно вигідна. ККД системи становить близько 95%. В майбутньому планується реалізувати можливість моніторингу робочого ресурсу сонячної панелі.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1]Suprita P, Vijayalashmi M, Tapaskar R. Solar Energy Monitoring System using IoT. Int J Sci Res. 2014; 15:149-55.
- [2]Naga Venkatarao K, Vijay Kumar K. An IoT Based Smart Solar Photovoltaic Remote Monitoring and Control Unit. International Journal and Magazine of Engineering, Technology, Management and Research. 2015;5:457-65.
- [3]Kulkarni PH, Kute PD. Internet of Things based System for Remote Monitoring of Weather Parameters and Applications. International Journal of Advances in Electronics and Computer Science. 2016;2:68-73.
- [4]Basuvaiyan S, Rathinasabapathy V. IoT based Solar Photo Voltaic Monitoring System. National Convention of Electrical Engineers 2017, 24-25 November 2017. National Institute of Technology Trichy, Trichy: 2017:
- [5]Adhya D, Saha D, Das A, Jana J, Saha H. An IoT Based Smart Solar Photovoltaic Remote Monitoring and Control unit. International Conference on Control, Instrumentation, Energy & Communication. 28-30 Jan. 2016 Kolkata, India: 2016.

*Наук. керівник – доц. Стельмах Н.В.*