

УДК 519.6

Поляк А.Р., Решетило О.М.

Луцький національний технічний університет

E-mail: andriy.polyak.1997@gmail.com

ПРОГРАМНО–АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС КЕРУВАННЯ КУТОМ НАХИЛУ СОНЯЧНОЇ ПАНЕЛІ

На базі плати мікроконтролера Arduino Uno розроблено програмно-апаратний комплект керування кутом нахилу сонячної панелі, який дає змогу слідкувати за положенням сонця, автоматично повертати сонячну панель в його бік. За допомогою розробленого Android-додатку на екрані смартфона можна відслідковувати величину напруги, що виробляє сонячна панель, в даний момент часу і на основі побудованого графіку аналізувати динаміку її зміни в часі.

Ключові слова: сонячна панель, напруга, керування, Arduino, автоматизація, батарея.

A.R. Poliak, O.M. Reshetylo. Software-hardware complex for solar panel angle control

The Arduino Uno microcontroller board has a software-based set of controls for the angle of inclination of the solar panel, which allows you to monitor the position of the sun, automatically rotate the solar panel to its side. With the help of the developed Android-application on the screen of the smartphone it is possible to track the magnitude of the voltage produced by the solar panel at a given time and on the basis of the constructed graph to analyze the dynamics of its change over time.

Keywords: solar panel, voltage, control, Arduino, automation, battery.

А.Р. Поляк, А.Н. Решетило. Программно-аппаратный комплекс управления углом наклона солнечной панели

На базе платы микроконтроллера Arduino Uno разработан программно-аппаратный комплект управления углом наклона солнечной панели, который позволяет следить за положением солнца, автоматически поворачивая солнечную панель в его сторону. С помощью разработанного Android-приложения на экране смартфона можно отслеживать величину напряжения, которое генерируется солнечной панелью, в данный момент времени и на основе построенного графика анализировать динамику ее изменения во времени.

Ключевые слова: солнечная панель, напряжение, управление, Arduino, автоматизация, батарея.

Вступ. Щодня перед людством постає питання винайдення альтернативних джерел енергії, не приносячи шкоду навколишньому середовищу. Одним із таких відновлювальних джерел енергії є сонячна [1]. На даний час найбільш поширеним видом сонячних панелей є панелі статичного типу. Тобто кут нахилу, в залежності від положення сонця, є незмінним. Також є тип автоматизованих сонячних панелей, які повертаються слідкуючи за сонцем.

Постановка проблеми. Автоматизовані сонячні панелі можна зустріти лише на промислових електростанціях, оскільки обладнання для такого автоматизованого комплексу є іноземного виробництва і дорогавартісним.

Метою даної роботи є розробка програмно-апаратного комплексу керування кутом нахилу сонячної панелі, яка буде автоматично повертатися в залежності від положення сонця.

Виклад основного матеріалу. Основним елементом всіх сонячних панелей є кремнієві пластини. Для збільшення потужності такого комплексу всі панелі з'єднують послідовним і паралельним з'єднанням.

Для розробки програмно-апаратного комплексу керування кутом нахилу сонячної панелі було використання 6 елементів, які в сумі виробляють напругу 5 В силою струму 300 мА. Для цього було з'єднано по дві панелі послідовно і 3 так блоки паралельно (рис. 1).



Рис. 1. Загальний вигляд сонячної панелі

Для керування комплексом було використано плату на базі мікроконтролера Arduino Uno (рис. 2).

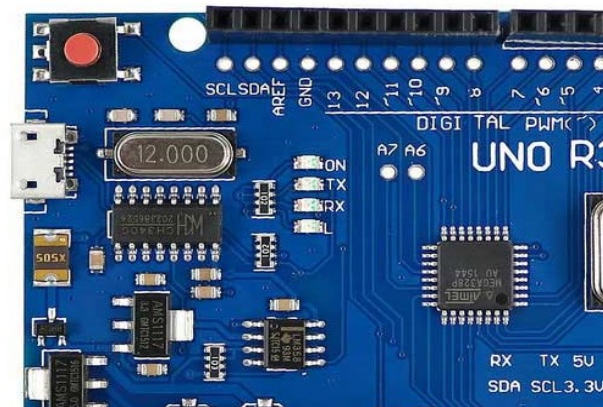


Рис. 2. Плата мікроконтролера Arduino Uno R3

Для реалізації повороту сонячної панелі було використано два серводвигуна MG996R [3] (рис. 3).



Рис. 3. Серводвигун MG996R

Один сервопривід повертає сонячну панель відносно осі X, а другий - відносно осі Y. Для слідкування за положенням сонця було використано чотири фоторезистори [4] (рис. 4).



Рис. 4. Фоторезистор

Ці резистори поміщені в подовжувачі, що дозволяє збільшити точність керування кутом нахилу панелі.

Для автономності всього комплексу використано дві акумуляторні батареї BL-5C [5] (рис. 5), напруга яких складає 3,7 В силою струму 800 мА.



Рис. 5. Акумуляторна батарея BL-5C

Для стабільного живлення плати і серводвигунів було використано підвищуючий стабілізаційний модуль MT3608 [6] (рис. 6), який збільшує напругу із 3,7 В до 7 В.

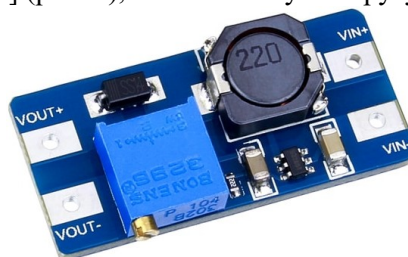


Рис. 6. Підвищуючий стабілізуєчий модуль MT3608

Для передачі даних (наприклад, таких як напруга сонячної панелі) на смартфон було використано Bluetooth – модуль HC-06 [7] (рис. 7).

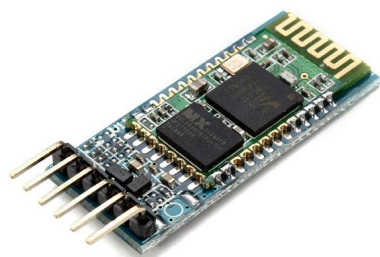


Рис. 7. Bluetooth модуль HC-06

В програмному забезпеченні Arduino IDE 1.8.5. було написано прошивку (скетч) для мікроконтролера Arduino Uno.

Схема підключення всіх комплектуючих програмно – апаратного комплексу керування кутом нахилу сонячної панелі зображено на рис. 9.

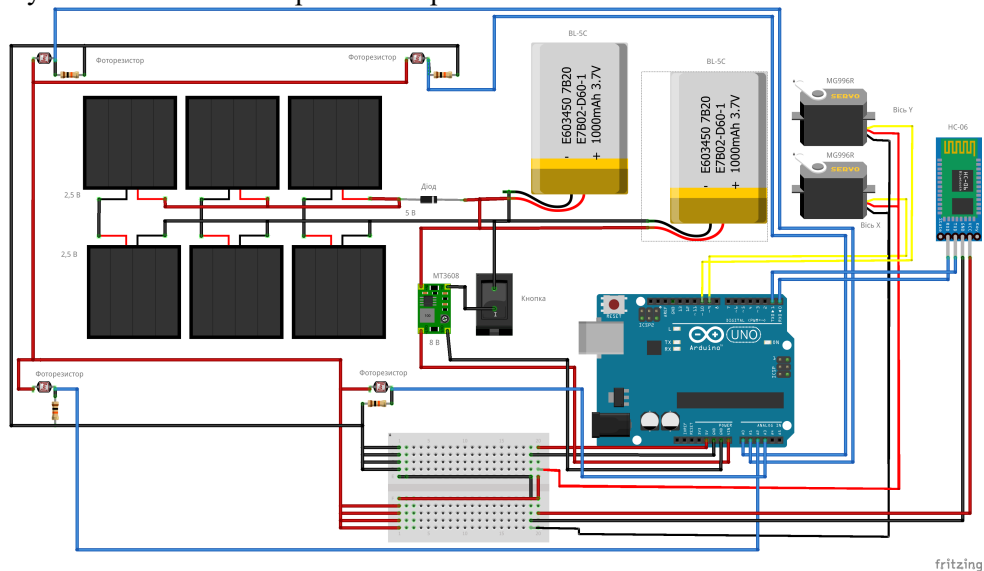


Рис. 9. Схема підключення елементів комплексу до мікроконтролера Arduino Uno

Для відслідковування параметрів панелі на смартфоні за допомогою web-додатка Mit App Inventor [8] було розроблено android-додаток, що наведений на рис. 8.



Рис. 8. Загальний вигляд android-додатку

Для підключення комплексу до додатку на смартфоні потрібно натиснути іконку Bluetooth та зі списку вибрати пристрій HC-06. Відразу після підключення на екрані смартфона буде відображено текуче значення напруги і побудовано графік зміни напруги в часі.

Графік залежності напруги, що генерується сонячними панелями, станом на 20.11.2019 р. від часу доби при встановленні її статично під кутом 45° до горизонту на південь наведений на рис. 9, а при динамічному слідуванні системи керування – на рис. 10.

Графік залежності напруги, що генерується сонячними панелями, від кута падіння сонячних променів при встановленні її статично під кутом 45° до горизонту на південь наведений на рис. 11.

Графік залежності напруги, що генерується сонячними панелями, від кута повороту сонячних панелей до горизонту при динамічному слідкуванні системою керування – на рис. 12.

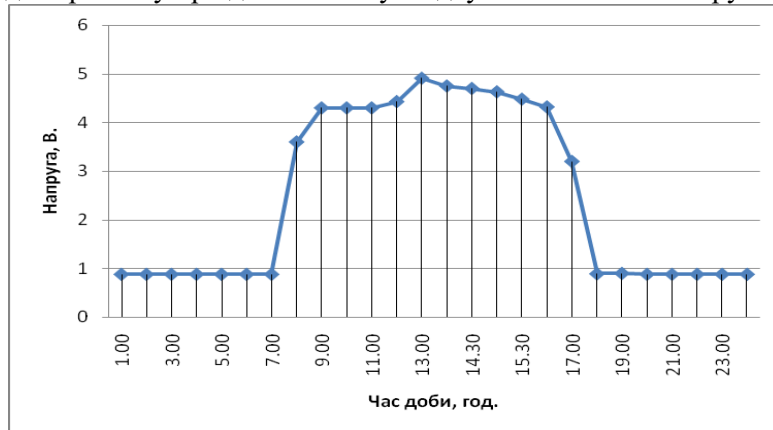


Рис. 9. Залежність напруги, що генерується сонячними панелями, від часу доби при встановленні її статично під кутом 45° до горизонту на південь

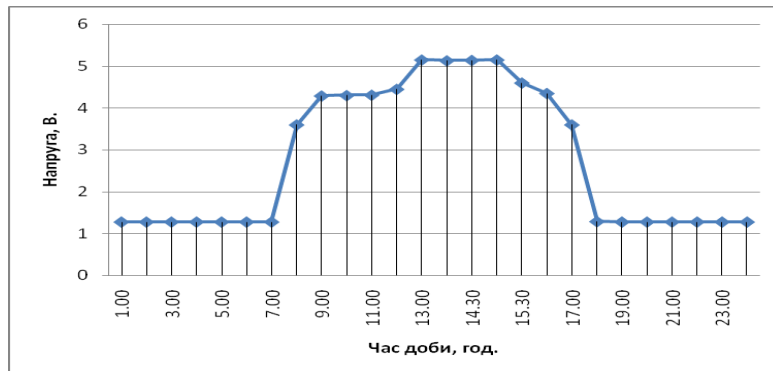


Рис. 10. Залежність напруги, що генерується сонячними панелями, від часу доби при динамічному слідкуванні системи керування



Рис. 11. Залежність напруги, що генерується сонячними панелями, від кута падіння сонячних променів при встановленні її статично під кутом 45° до горизонту на південь



Рис. 12. Залежність напруги, що генерується сонячними панелями, від кута повороту сонячних панелей до горизонту при динамічному слідкуванні системи керування

Аналіз графіків наведених на рис. 9 та рис. 10 показує, що:

- середнє значення напруги, яка генерується сонячними панелями при встановленні її статично під кутом 45° до горизонту на південь за добу становить 2,47 В, зокрема в світлу пору – 4,33 В та в темну – 0,88 В;

- середнє значення напруги, яка генерується сонячними панелями за день при динамічному слідкуванні системи керування становить 2,77 В, зокрема в світлу пору – 4,51 В та в темну – 1,28 В.

Тобто, використання програмно-апаратного комплексу керування кутом нахилу сонячної панелі дозволяє за добу отримати електроенергії на 12,3% більше, ніж при встановленні панелей статично під кутом 45° до горизонту на південь. Зокрема в світлу пору доби на 4,14% більше, і в темну – на 45,18%.

Разом з цим для отримання більш точних результатів ще необхідно провести додаткові вимірювання в різну пору року та з спрямуванням сонячних панелей в різні напрямки світу. Для оцінювання енергоефективності даного програмно-апаратного комплексу для індивідуального житла та ОСББ необхідно збільшити напругу, що генерується, до 12 В і провести додаткові експериментальні випробування.

Висновки:

Результати експериментального випробування показали, що використання розробленого програмно-апаратного комплексу дозволяє збільшити продуктивність сонячної панелі завдяки автоматичному слідкуванню за положенням сонця. Крім цього, за допомогою розробленого Android-додатку на екрані смартфона можна відслідковувати величину напруги, що виробляє сонячна панель в даний момент часу, та на основі побудованого графіку аналізувати динаміку її зміни в часі.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:

1. Потенціал сонячної енергії [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://energetika.in.ua/ua/books/book-1/part-1/section-5/5-2>
2. ARDUINO UNO R3 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.dx.com/p/micro-usb-socket-atmega328p-development-board-for-arduino-uno-r3-blue-black-2049752.html#.XdrYfJMzbIV>
3. Сервопривід MG996R [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://arduino.ua/prod272-servoprivod-mg996r-15-kg>
4. Датчик освітлення [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://arduino.ua/prod184-datchik-osveshhenosti-fotorezistor>
5. Акумуляторна батарея 800 mAh [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://mobilsab.com.ua/shop/akkumulyatory/akkumulyatory-avalanche/nokia-2/akb-avalanche-almpno6100cp0800/>

6. Регульований підвищуючий перетворювач МТ3608 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://arduino.ua/prod1559-regyliryemii-povishaushhii-preobrazovatel-2a-28v-mt3608>
7. Bluetooth модуль HC-06 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://arduino.ua/prod241-bluetooth-modul-hc-06>
8. Mit App Inventor [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://ai2.appinventor.mit.edu/>