

## Програмна система керування генеруючою станцією на сонячних батареях

© Заяць Є. Я., Парамуд Я.С., 2020

Робота присвячена дослідженню сучасних методів удосконалення отримання максимальної продуктивності при отриманні електроенергії за допомогою сонячних батарей. Був проведений аналіз та порівняння існуючих станцій сонячних панелей. Запропоновано програмні засоби для автоматизації системи керування сонячними панелями. Запропоновано засоби для забезпечення довготривалого терміну роботи акумуляторних батарей.

**Ключові слова:** сонячна електростанція, інвертор, контролер, акумуляторні батареї, сонячні панелі, схема керування, сонячна батарея.

### Software control system for generating station on solar batteries

The work is devoted to the study of modern methods of improving the maximum productivity in obtaining electricity using solar panels. An analysis and comparison of existing solar panel stations was performed. Software tools for automation of the solar panel control system are offered. Means for long-term battery life are proposed.

**Keywords:** solar power plant, inverter, controller, batteries, solar panels, control circuit, solar battery.

**Вступ.** На даний момент поширюються технології, котрі використовують сонячне тепло та світло. Вироблення фотоелектрики можна зарахувати до цих технологій.[1] Для цього існують спеціальні станції, які перетворюють енергію сонячних променів в електроенергію. Сонячна енергія є поновлювальним джерелом енергії. При правильній організації використання та видобутку сонячної енергії, людство може забезпечити свої потреби всього з одного джерела, що може запобігти вичерпанню ресурсів планети.

Сонячні батареї виробляють гальванічний струм під дією сонячного світла. Існують спеціальні способи, які можуть допомогти збільшити продуктивність сонячних панелей і отримати більше сонячної енергії. Одним з таких способів, є спостереження за положенням Сонця. Це дозволяють сонячні трекери. При їх використанні значно зростає вироблення енергії, адже збільшується кількість сонячних променів, що потрапляє на модуль, а отже і кількість сонячної енергії, які вони в собі несуть. Також важливо зробити технологію видобування сонячної енергії доступною для більшості населення планети. Домашні сонячні станції майже не потребують обслуговування, окрім очищення модулів кілька разів у рік.

**Стан проблеми.** Як правило, будь-яка сонячна електростанція, будь то для будинку або велика промислова, складається з наступних елементів: сонячної батареї, контролера заряду, акумуляторів, балансиру заряду акумуляторів, інвертора, лічильника електроенергії. Довговічність і стан акумулятора залежить від ряду факторів: температури, якості струму, яким здійснюється підзарядка, вологості повітря.[2] Головним правилом при зарядці виступає дотримання величини напруги, що подається – вона не повинна перевищувати граничну. Правильний заряд – основа успішної роботи АКБ. Гелеві акумулятори можуть довгий час зберігатися, будучи розрядженими. Гелева АКБ не боїться механічних впливів.[3] Однак якщо подати напругу помітно вище порогової, гелі почне відшаровуватися від пластин під дією газу, що виділяється. Акумулятори погано переносять різкі перепади температури, нагрівання вище +40°C і охолодження нижче ніж -25°C. Також, при підвищенні температури навколишнього середовища збільшується швидкість корозії пластин, що значно зменшує термін служби акумуляторів. Після чого акумулятор не віддаватиме струм в колишньому обсязі. Відновлення такого гелевого акумулятора неможливо.

Сонячна електростанція не працює вночі і недостатньо ефективно працює у ранкових і вечірніх сутінках. При цьому пік споживання електроенергії припадає саме на вечірні години.

**Постановка задачі.** Провести аналіз сучасних методів удосконалення отримання максимальної продуктивності видобутку енергії з сонячних панелей. Запропонувати програмні засоби для автоматизації системи керування сонячними панелями задля збільшення видобутку з них енергії. Запропонувати засоби для забезпечення довготривалого терміну роботи акумуляторних батарей.

**Розв'язання задачі.** Для розв'язку поставлених задач, було вирішено розробити структурну схему програмної системи управління сонячними панелями та алгоритм управління сонячним трекером.

Як правило, будь-яка сонячна електростанція, будь то для будинку або велика промислова, складається з наступних елементів див. рис. 1.

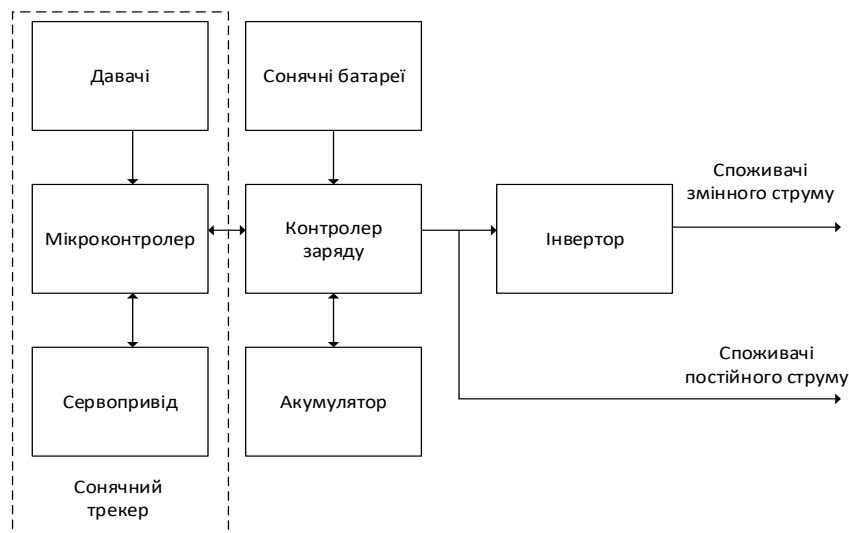


Рис. 1. – Принцип роботи сонячної установки

Обрана система електропостачання складається з сонячних модулів, сонячного трекера, інвертора, контролера заряду, акумуляторних батарей, лічильника електроенергії та балансиру заряду акумуляторів.

Балансир заряду акумуляторів відповідає за вирівнювання заряду – це метод проектування, що дозволяє збільшити безпеку експлуатації батареї, час роботи без підзарядки і термін служби.[4]

Передбачено такі задачі:

- Регулювання температурою акумуляторів;
- Регулювання положенням сонячної панелі;
- Регулювання правильним зарядом акумуляторних батарей

Автоматизована система управління сонячною електростанцією малої потужності функціонує за рахунок програмного і інформаційного забезпечення. З цією метою було запропоновано структурну схему програмної системи управління сонячними панелями див. рис. 2. Запрограмований мікроконтролер повинен забезпечувати у відповідності з вимогами, автоматичне вирішення задач збору інформації, її первинну обробку та виробітки управляючих впливів.

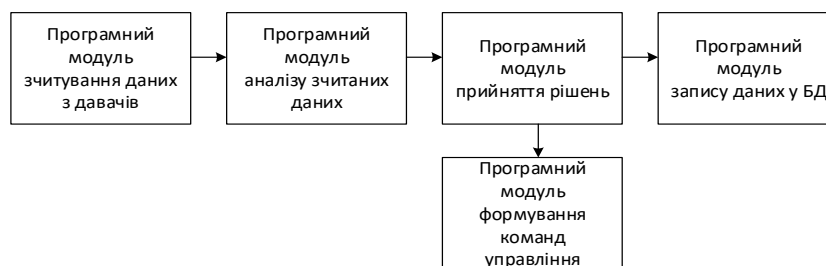


Рис. 2. Структурна схема програмної системи управління сонячними панелями.

Акумулятори погано переносять різкі перепади температури, нагрівання вище  $+40^{\circ}\text{C}$  і охолодження нижче ніж  $-25^{\circ}\text{C}$ . [5] Висока температура акумуляторної батареї веде до випаровування води: збільшується щільність електроліту і підвищується напруга на виході. Для підтримання необхідної температури 6 акумуляторів застосовуються датчики температури та систему вентиляції.

Давачі температури використовуються для безперервного вимірювання температури акумуляторів.[6] Розмістивши 6 датчиків температури до кожного акумулятора, зможемо уникнути перегрів тєї чи іншої акумуляторної батареї. Опрацьований сигнал від датчиків передається до мікроконтролера по шині 1-Wire. За допомогою бібліотеки OneWire library данні будуть зчитуватись зі всіх датчиків одночасно.[7,8] У кожного з датчиків є індивідуальний серійний номер, який можна використовувати для розпізнавання того чи іншого сенсора.

Якщо значення температури хоча б одного із акумуляторів буде більшим за 40°C, то буде автоматично ввімкнена вентиляція для охолодження АКБ.

Система вентиляції – це блок, який складається з двох вентиляторів, він використовується для установки в підлогових металевих шафах або стійках. Наявність термостата дозволяє встановити значення температури, при перевищенні якої будуть включатися вентилятори.

Управління вентилятором здійснюється через реле, яке під'єднане до мікроконтролера через цифровий вихід.

Найважливішою умовою для правильної роботи та високих показників віддачі і терміну служби акумулятора є його правильний заряд. Чим менша кількість разів акумуляторна батарея розряджається і чим нижче глибина розряду, тим більше термін її експлуатації.

Вирівнювання заряду – це метод проектування, що дозволяє збільшити безпеку експлуатації батареї, час роботи без підзарядки і термін служби. Балансир починає вирівнювати напруги, коли різниця в нарузі між акумуляторами досягає 100 мВ. Пристрій знижує струм заряду, що подається на акумулятор з більш високою напругою, перенаправляючи його на акумулятор зі зниженою напругою, поки напруга не вирівняється. Це підвищує продуктивність масиву, і продовжує термін служби акумуляторів.

Коректне балансування напруги батареї – один із шляхів збільшення безпеки експлуатації батареї і збільшення терміну їх служби. Технологія швидкої активної балансування PowerPump збільшує час роботи без підзарядки, а також дозволяє максимально і з високою ефективністю збалансувати батареї в кінці циклу розряду.

Сонячний трекер – система, призначена для стеження за переміщенням сонця. Точна орієнтація робочих поверхонь систем на Сонце необхідна для досягнення їх максимальної продуктивності.

Концепція трекера гранично проста – за двома датчикам контролер змушує серводвигун повертати платформу з сонячною батареєю в ту сторону, де більше світла.

У дослідженні розглядається два датчика-фоторезистора, які розділені перегородкою.

Для отримання максимальної ефективності від сонячних панелей, розроблено алгоритм роботи системи управління сонячного трекера див.рис. 3. Завдання трекера – встановити кути нахилу робочої поверхні навантаження, зорієнтувавши, її строго на сонці. Простіше кажучи, сонячні промені повинні падати перпендикулярно площині сонячної батареї. Якщо положення сонця відрізняється від нормалі, тїнь від перегородки закриває один із фотодавачів і панель змінює кут нахилу.

У дослідженні розглядається контролер Arduino. Arduino - торгова марка апаратно-програмних засобів для побудови простих систем автоматики і робототехніки, орієнтована на починаючих користувачів. Програмна частина складається з безкоштовної програмної оболонки (IDE) для написання програм, їх компіляції та програмування апаратури. Апаратна частина являє собою набір змонтованих друкованих плат.[9] Arduino використовується як для створення автономних об'єктів, так і підключення до програмного забезпечення через дротові і бездротові інтерфейси.[10] В даному дослідженні він розглядається через його доступність та ефективність.

Контролер періодично зчитує значення з двох датчиків, за це відповідає програмний модуль зчитування даних з датчиків на рис.2. Наступним етапом є аналіз цих даних, якщо значення з датчиків однакові, значить панель наведена на сонце. У разі, якщо значення одного з датчиків відрізняється від іншого, контролер приймає рішення про поворот платформи і формує відповідну команду. Команда на серводвигун працює до тих пір, поки значення з датчиків не зрівняються. За кут нахилу сонячної панелі відповідає акселерометр.

Нижній рівень підсистем контролю температури та заряду акумуляторів реалізується на базі датчиків температури, напруги та струму та які збирають інформацію. Далі датчі передають значення дискретних сигналів про стан температури та заряду кожного з акумуляторів і передають їх по шині 1-Wire до мікроконтролера. Проаналізувавши отриману інформацію з допомогою відповідних алгоритмічних операцій, контролер видає керуючі сигнали виконавчим пристроям, а саме: модулю реле для управління вентилятором, нівеліру для балансування заряду акумуляторів.

Нижній рівень трекінгової підсистеми реалізується на базі фотодавачів та акселерометру та які збирають інформацію про освітленість панелі та про її положення. Далі датчі передають значення дискретних сигналів по шині 1-Wire до мікроконтролера. Проаналізувавши отриману

інформацію з допомогою відповідних алгоритмічних операцій, контролер видає керуючі сигнали виконавчим пристроям, а саме: серводвигуну для повороту панелі на заданий кут.

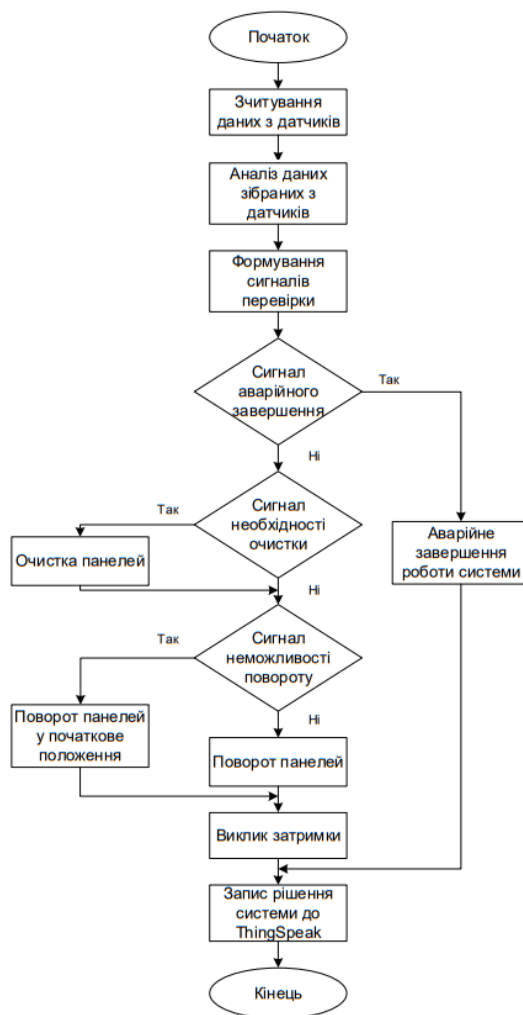


Рис 3. Алгоритм роботи системи управління сонячним трекером.

**Висновки.** У даній роботі проведено аналіз сучасних методів удосконалення отримання альтернативної енергетики. Запропоновано програмні засоби для автоматизації системи керування сонячними панелями. Запропонувати методи для забезпечення довготривалого терміну роботи акумуляторних батарей.

### Література

1. Avtomatyka i avtomatyzatsiia tekhnolohichnykh protsesiv: pidruchnyk / T. B. Holovko, K. H. Reho, Yu. O. Skrypnyk.– K. : Lybid, 1997.– 232 s.
2. Klymenko B.V. Komutatsiina aparatura, aparatura keruvannia, zapobizhnyky. Terminy, tlumachennia, komentari. Navchalnyi posibnyk. – Kharkiv: Talant, 2008. – 208 s.
3. V.I.Ivanchura, A.V. Chubar, S.S. Post. Enerhetychni modeli elementiv avtonomnykh system elektropostachannia / Zhurnal SFU. Tekhnika ta tekhnolohii. №2.2014.– S.179-190.
4. Lijun Zhang, Hui Peng. Comparative Research on RC Equivalent Circuit Models for 79 Batteries of Electric Vehicles. Applied sciences.
5. Osnovni kharakterystyky soniachnykh moduliv: metod. vkazivky / D.S. Faleiev, 2013. – 232 s.
6. L.S. Lunin, A.S. Pashchenko. Modeliuvannia ta doslidzhennia kharakterystyk fotoelektrychnykh peretvoriuvachiv na osnovi GaAs ta GaSb / Zhurnal tekhnichnoi fizyky, 2011, tom 81, vyp. 9. – 232 s.
7. Prata Stephen. C++ Primer Plus (6th edition lecture and practice) 2013.
8. Prata Stephen. C Primer Plus (6th edition Developer's Library) 2012.
9. Exploring Arduino: Tools and Techniques for Engineering Wizardry; 2nd Ed; Jeremy Blum; Wiley; 512 pages; 2019;
10. Beginning C for Arduino: Learn C Programming for the Arduino; 2nd Ed; Jack Purdum; Apress; 388 pages; 2015