

AUTOMATION OF MEASUREMENTS OF PHOTOELECTRIC PARAMETERS OF FOCAL SOLAR MODULES

M. Kozyr

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14

E-mail: maksym.kozyr@nure.ua

Anotations: In this paper, development of a software module to automate the measurements of photovoltaic parameters of a silicon focal solar module is discussed. The analysis of existing analogues allowed to clearly define the main characteristics that the automatization module should have. As a result, a PC interface that is connected to the module was developed, created a general view of the circuit board and calculated the reliability. The developed software allows to control the basic parameters of the solar module.

Key words: solar module, automation, reliability, software

ВСТУП. В даний час спостерігається зростання інтересу до вирішення завдання автоматизації усіх рівнів та галузей промислового виробництва та контролю [1]. Як відомо оперативний контроль параметрів ФП є необхідним для управління технологічними процесами їх виготовлення, вирішування задач розбраковки, сортування та ідентифікації фото приладів у процесі нових матеріалів і структур ФП [2].

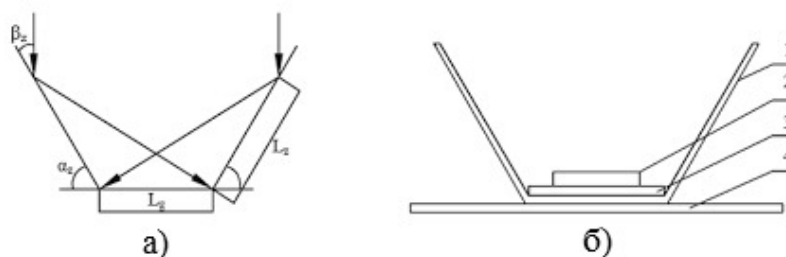
Метою дослідження є розробка програмного модулю автоматизації зняття фотоелектричних показань з кремнієвого фокліного сонячного модулю. При цьому даний пристрій слід реалізувати на основі контролера Ардуіно.

Актуальність дослідження полягає в тому, що дуже часто умови експлуатації не відповідають стандартним умовам через місцеві географічні та кліматичні особливості і тому важливо знати реальні характеристики сонячних батарей та модулів [3]. Іноді з часом окремі модулі можуть змінювати параметри, тому прилад, що дозволяє контролювати вихідні характеристики та параметри сонячних модулів є незамінним у польових умовах.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати особливості існуючих сонячних модулів;
- розглянути особливості реалізації пристроїв аналогічного призначення;
- проаналізувати характеристики контролерів Ардуіно;
- вибрати тип контролера для реалізації функцій модуля автоматизації;
- вибрати схему електронно принципову для розробки модуля;
- розробити алгоритм і програму для виконання функцій пристрою.

ФОКЛІН. Конструкція фокліного сонячного елемента (ФСЕ) – приладу для перетворення енергії сонячного випромінювання - на основі монокристалічного кремнію показана на рис.1 [4]. Прийняті позначення на рис. 1: 1 – фокліний відбивач; 2 – кремнієвий чіп; 3 – підкладка; 4 – тепловідвід.



а) оптична схема, б) конструкція

Рисунок 1 – Конструкція фокліного сонячного елемента

Одним із основних ключових фотоелектричних параметрів фокліного сонячного модулю є вольт-амперна характеристика (ВАХ) (рис. 2).

За результатами вимірювання ВАХ стає можливим дослідження характеристик приладів на ефективність фото перетворення, філфактора та інших параметрів. Ці дані важливі для дослідження і оцінки якості сонячних елементів(ФСЕ) [2].

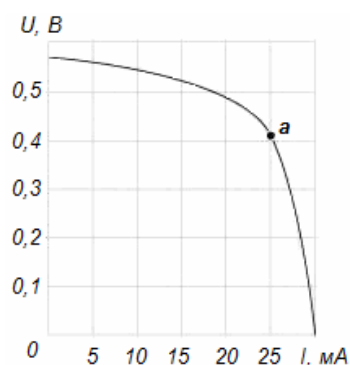


Рисунок 2 – Світлова навантажувальна ВАХ сонячного елемента

АНАЛОГОВИЙ ПРИСТРІЙ. Одним з найпоширеніших аналогів розроблюваного приладу є серія приладів SolarIV від компанії Zolix (рис. 3) пропонує професійне рішення для таких завдань, як перевірка окремих комірок фотоперетворювача тощо.



Рисунок 3 – Пристрій SolarIV

Особливості SolarIV:

- вимірювання світлової та темрявої ВАХ і її аналіз;
- відповідності стандарту IEC 60904-9;
- мінімальні помилки вимірювання;
- контроль температури відповідно до стандарту IEC 60904-5;
- ПО з графічним інтерфейсом;
- експорт даних в EXCEL, ASII і XML;
- вимірювання V_{oc} , I_{sc} , J_{sc} , V_{mpp} , I_{mpp} , FF, Eta;
- стандартна функція корекції сонячних осередків.

ВИБІР КОНТРОЛЕРА. Arduino є готова апаратно-програмна платформа, головними компонентами якої є невелика плата-контролер введення/виводу і середовище розробки на основі Processing /Wiring.

Мета використання платформи Arduino – створити доступне середовище для розробників програмного забезпечення, що дозволить їм увійти до світу програмування мікроконтролерів. Програмування контролерів даної фірми відбувається в простому і інтуїтивно зрозумілому середовищі програмування Arduino IDE. Це середовище зручне як і для початківців користувачів, так і для досвідчених фахівців.

Характеристики Arduino Nano: мікроконтролер Atmel ATmega168 або ATmega328, робоча напруга (логічна рівень) 5 В, вхідна напруга (рекомендований) 7-12 В, вхідна напруга (граничне) 6-20 В, цифрові входи / виходів 14 (6 з яких можуть використовуватися як виходи ШІМ), Аналогових входів 8, постійний струм через вхід / вихід 40 мАh з одного виводу і 500 мАh з усіх висновків, флеш-пам'ять 16 Кб (ATmega168) або 32 Кб (ATmega328) при цьому 2 Кб використовуються для завантажувача, ОЗУ 1 Кб (ATmega168) або 2 Кб (ATmega328), EEPROM 512 байт (ATmega168) або 1 Кб (ATmega328), тактова частота 16 МГц, розміри 1.85 см x 4.3 см.

Arduino Nano має 8 аналогових входів, вони можуть використовуватися як цифровий вихід, 14 цифрових з яких 6 можуть працювати як широтно-імпульсний модулятор (ШІМ), ще два задіяні під I2C і 3 під SPI. Розводка виводів ардуіно нано представлений на рисунку 4.

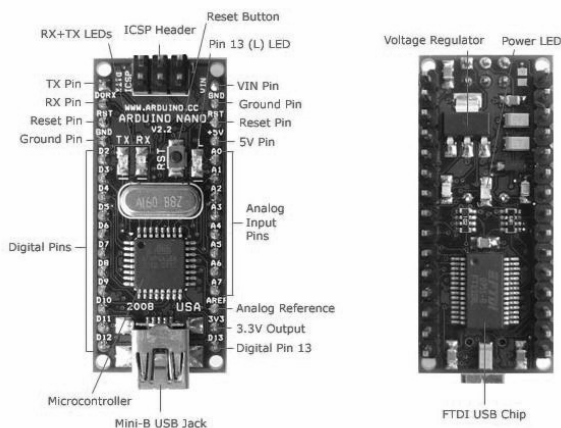


Рисунок 4 – Топологія плати Arduino Nano

Практично Arduino надає величезні можливості для створення будь-яких пристроїв: можна підключати датчики, замки, мотори, дисплеї, роутери, та навіть чайники. Можна розширювати виріб додатковими платами, наприклад для роботи з GPS, для з'єднання пор локальної мережі або інтернету, для Bluetooth, Wi-Fi і т.п. Особливо популярна Arduino в робототехніці.

АПАРАТНИЙ МОДУЛЬ. Апаратна реалізація модулю автоматизації була проведена за допомогою Fritzing. Fritzing - це ініціатива з відкритим вихідним кодом для розробки аматорського або професійного програмного забезпечення для САПР для дизайну обладнання для електроніки, для підтримки дизайнерів і художників, готових перейти від експериментів з прототипом до створення більш постійної схеми. Вона була розроблена в Університеті прикладних наук Потсдама. Принципова схема модулю наведена на рисунку 5.

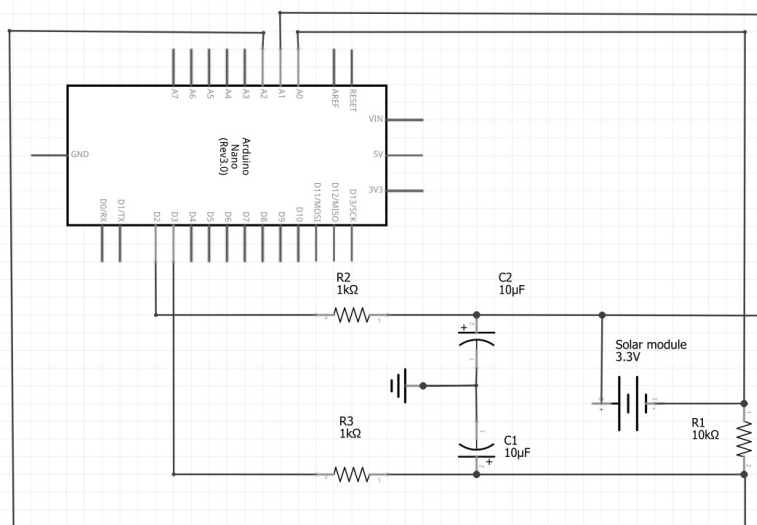


Рисунок 5 – Принципова схема модулю

Було розроблено модуль автоматизації отримання даних фотоелектричних параметрів з кремнієвого фоклінового сонячного модуля на базі контролера Arduino Nano 3. Загальний вигляд друкованої плати модуля приведено на рис. 6.

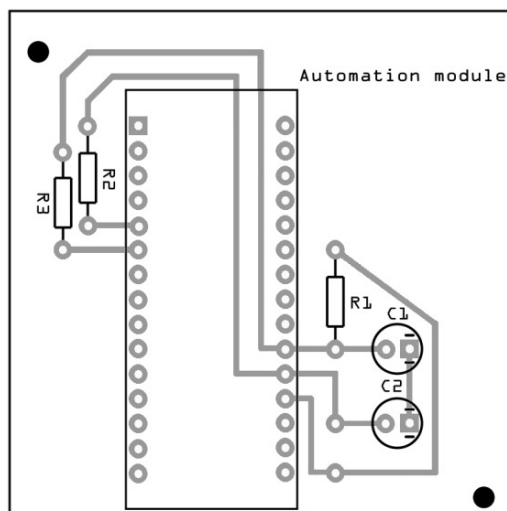


Рисунок 6 – Загальний вигляд друкованої плати модуля

ПРОГРАМНИЙ МОДУЛЬ. Також розроблено програмне забезпечення, що дозволяє контролювати основні параметри модуля (рис. 7). [5] Програмне забезпечення включає в себе основні функції, такі як підключення до модуля, управління навантаженням каналів, графічне відображення зміни параметрів ВАХ, управління режимами модулю, встановлення щоденних таймерів, калібрування.

Програмне забезпечення було розроблено в програмному середовищі Microsoft VS 17 за допомогою бібліотеки Microsoft Foundation Classes (MFC).

Microsoft Visual Studio — лінійка продуктів компанії Microsoft, що включають інтегроване середовище розробки програмного забезпечення і ряд інших інструментальних засобів. Дані продукти дозволяють розробляти як консольні додатки, так і додатки з графічним інтерфейсом, в тому числі з підтримкою технології Windows Forms, а також веб-сайти, веб-додатки, веб-служби як в рідному, так і в керованому кодах для всіх платформ, підтримуваних Windows, Windows Mobile, Windows CE, .NET Framework, Xbox, Windows Phone .NET Compact Framework і Silverlight [6–7].

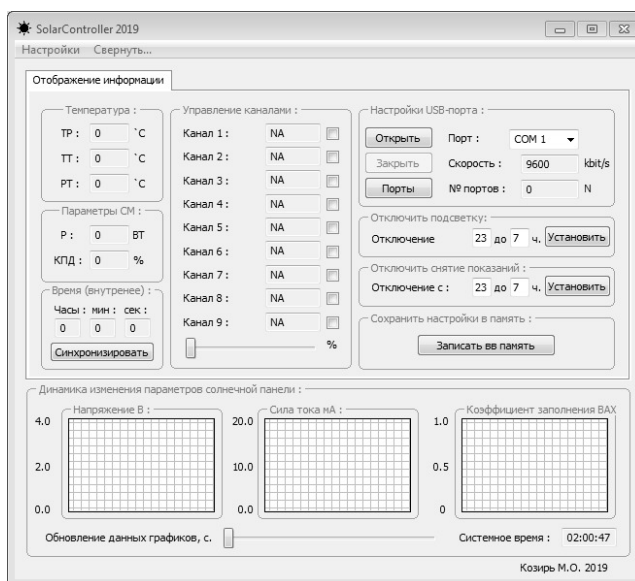


Рисунок 7 – Графічний інтерфейс програми SolarController 2019

Робота була спрямована на розробку модулю автоматизації, що дозволить не тільки отримати показання, а також контролювати основні параметри сонячного модулю. Аналіз існуючих аналогів дозволив чітко визначити основні характеристики, якими повинен мати розроблювальний модуль автоматизації:

- компактні габарити (54x54мм; площа 29 см²);
- контроль температурного режиму без використання зовнішнього охолодження;
- вимірювання та розрахунок параметрів Voc, Isc, Vmpp, Impp, FF;
- контроль навантаження відповідно паспортним даним;
- контроль графіку роботи модулю автоматизації;
- можливість одночасної роботи програмного забезпечення з 9 модулями автоматизації;
- можливість оперативної модернізації або зміни коду модулю;
- збереження отриманих даних у окремий файл з можливістю подальшої обробки.

Розраховано надійність пристрою за формулами 1–2 та даними з таблиці 1.

Таблиця 1 — Розрахунок інтенсивності відмов

Найменування радіоелемента	Тип	Кількість, n	Температура навколишнього середовища, tср. °С	Коефіцієнт навантаження, кн.	Коефіцієнт впливу, α	λ ₀ *10 ⁻⁶	λ _i *10 ⁻⁶	λ _c *10 ⁻⁶
						г-1	г-1	г-1
Arduino nano v.3	ИМС	1	40	0,6	0,3	0,997	0,997	0,997
R1-R3	C2-23	3	40	0,4	0,7	0,04	0,028	0,096
C1-C2	K50-35	2	40	0,6	0,95	0,5	0,48	0,98
Пайка	ПОС-61	24	40	-	-	0,005	0,005	0,12

$$\Lambda = \sum \lambda_c \quad (1)$$

$$T_c = 1 / \Lambda \quad (2)$$

де Λ – сума інтенсивність відмов;

λ_c – інтенсивність відмов елементу;

T_c – значення напрацювання на відмову.

За результатами отримали, що T_c = 455996,35 годин ≈ 52 роки

ВИСНОВКИ. Таким чином забезпечене вимірювання фотоелектричних параметрів Voc, Isc, Vmpp, Impp, FF. Створено програмне забезпечення SolarController 2019 та розроблена плата модулю автоматизації, що дозволила зменшити габарити пристрою в щонайменше 5 разів в порівнянні з пристроями аналогового призначення.

Актуальність теми так само залишає простір для модернізації модулю та ПЗ, шляхом розширення ПЗ через додання нового функціоналу та додання дистанційного контролю через мережу Ethernet / Wi-Fi.

ЛІТЕРАТУРА

1. Титко Р.П. Відновлювальні джерела енергії (досвід Польщі для України) [Текст] / Р.П. Титко, В.В. Калініченко : Видавництво OWG. Варшава, 2010. – 533 с.

2. Мищенко С. В. Пробоотбор в системах контролю показателей качества продукции [Текст] / С. В. Мищенко, М. М. Мордасов, А. В. Трофимов. – Тамбов : Издательство ТГТУ, 2003. – 125 с.

3. Мачулін В.О. Сонячна енергетика: порядок денний для світу й України [Текст] / В.О. Мачулін, В.Н. Литовченко, М.П. Стріха: Видавництво Вісник Національної академії наук України. Загальнонауковий та громадсько-політичний журнал.— 2011, №5

4. Слипченко Н.И. Оперативный контроль параметров фотопреобразователей [Текст] / Н.И. Слипченко, В.А. Письменецкий, Н.Н. Яновская // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – Харьков, 2007. – №4/3 (28). С. 39 – 42.

5. Ник Рендольф, Дэвид Гарднер, Майкл Минутилло, Крис Андерсон. Visual Studio 2010 для профессионалов = Professional Visual Studio 2010. [Текст] / Майкл Минутилло, Крис Андерсон. — М.: «Диалектика», 2011. — 1184 с.

6. Алекс Макки, Введение в .NET 4.0 и Visual Studio 2010 для профессионалов = Introducing .NET 4.0: with Visual Studio 2010. [Текст] / — М.: «Вильямс», 2010. — 416 с.

7. Карли Уотсон, Visual C# 2008: базовый курс. Visual Studio® 2008 = Beginning Visual C# 2008. [Текст] / Кристиан Нейгел, Якоб Хаммер Педерсен — М.: «Диалектика», 2009. — 1216. с.

***Науковий керівник:** Невлюдов Ігор Шакирович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки*

УДК608

ОГЛЯД І АНАЛІЗ МЕТОДІВ 3D СКАНУВАННЯ І 3D СКАНЕРІВ

Коротєєв Д. Р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14

E-mail: danylo.korotieiev@nure.ua

Анотація: У роботі виконано огляд існуючих методів 3D сканування та проведено аналіз їх переваг та недоліків. Розглянуто конкретні моделі 3D сканерів, що функціонують за даними технологіями.

Ключові слова: 3D, сканер, аналіз, метод, безконтактний, контактний, маркер, лазер.

OVERVIEW AND ANALYSIS OF 3D SCANNING METHODS AND 3D SCANNERS

D. Koroteev

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Naukyav.,14

E-mail: danylo.korotieiev@nure.ua

Annotations: The article reviews the existing methods of 3D scanning and analyzes their advantages and disadvantages. Specific models of 3D scanners operating on these technologies are considered.

Keywords: 3D, scanner, analysis, method, contactless, contact, marker, laser.

ВСТУП. Однією зі складових 3D технологій є методика 3D сканування, яка дозволяє швидко і просто отримати цифрову модель необхідного виробу.

3D сканування об'єктів – це процес перетворення фізичної форми реального об'єкта в цифровий вигляд. При цьому зберігається текстура і навіть колір вихідного зразка. Таким чином, 3D модель необхідного виробу можна отримати без зайвих зусиль. 3D сканування об'єктів допомагає підготувати необхідну модель до 3D друку і в ряді випадків може зіграти вирішальну роль в побудові цифрового виробу.

Ключовим приладом в процесі 3D-сканування є 3D сканер – пристрій, що зчитує фізичні параметри об'єктів і створює на їх основі 3D модель.

3D-сканування об'єктів може виявитися корисним при проектуванні будь-яких складних елементів, 3D моделювання яких вручну надзвичайно трудомістке. Зокрема, 3D-сканування доцільно застосовувати при моделюванні різних пристосувань, комплектуючих, основних і запасних частин. Часто воно використовується в разі відсутності креслень та іншої документації на виріб, а також при необхідності конверсії в цифровий вигляд фігурних поверхонь, включаючи художні форми і зліпки.