

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

Мельник Олександр Данилович

УДК 004.925.5

**АПАРАТНО-ПРОГРАМНИЙ МОДУЛЬ УПРАВЛІННЯ СОНЯЧНОЮ
ПАНЕЛЛЮ**

Напрямок підготовки 6.050102 – Комп'ютерна інженерія

Автореферат
бакалаврської роботи
на здобуття кваліфікації бакалавра з комп'ютерної інженерії

Миколаїв – 2019

Робота виконана у Чорноморському національному університеті ім. Петра Могили.

- Керівник:** старший викладач
Старченко В'ячеслав Володимирович,
ЧНУ ім. Петра Могили,
старший викладач кафедри комп'ютерної інженерії
- Рецензент:** доцент, кандидат технічних наук
Донченко Михайло Васильович,
ЧНУ ім. Петра Могили,
доцент кафедри інтелектуальних
інформаційних систем
- Консультант:** старший викладач
Алексєєва Анна Олександрівна,
ЧНУ ім. Петра Могили
старший викладач кафедри екології Медичного інституту

Захист відбудеться « 22 » червня 2019 р. о 10⁰⁰ на засіданні
Державної екзаменаційної комісії в ЧНУ ім. Петра Могили, ауд. 2-406

З бакалаврською роботою можна ознайомитись на сайті ЧНУ ім. Петра Могили
за посиланням <http://chmnu.edu.ua>

Автореферат оприлюднений « 18 » червня 2019 р.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В сучасному світі люди активно переходять на альтернативні види енергії, а сонячна енергія є однією із них. Щоб отримати максимальну вигоду потрібно розробити недорогий модуль, який здатен підвищити ефективність сонячних панелей.

Мета: підвищення ефективності використання сонячної панелі шляхом максимального використання потоку сонячної енергії за допомогою автоматичної сонячно-синхронної орієнтації сонячної панелі.

Для досягнення мети в бакалаврській роботі поставлені та вирішені наступні **задачі:**

- проектування системи, ціна якої значно менша ніж у конкурентів;
- розробка системи з відкритим вихідним кодом для можливості подальшого її розвитку;
- створення повністю автономного модулю;
- у спеціальному розділі з охорони праці виконати аналіз освітлення та мікрокліматичних умов на робочому місці.

Об'єкт: процес автоматичної сонячно-синхронної орієнтації сонячної панелі.

Предмет: апаратно-програмний модуль керування сонячними панелями.

Використані методи: методи прототипування пристроїв, методи розробки програмного забезпечення для вбудованих систем, методи налагодження програмного забезпечення.

Практичне значення одержаних результатів:

- Модуль є повністю автономним, а тому його можна використовувати без втручання користувача;
- Він є досить гнучким у функціоналі та допускає його розширення.

Апробація результатів: результати роботи доповідались та обговорювались на XIII Міжнародній науковій конференції «Ольвійський форму – 2019» (м. Миколаїв, Чорноморський національний університет

ім. Петра Могили, 6-9 червня 2018 р.) і за її результатами була опублікована наукова стаття «Апаратно-програмний модуль керування сонячною панеллю» у фаховому виданні [1].

Публікації. Основні положення та результати бакалаврської роботи опубліковані в 2 друкованих працях, у збірниках матеріалів міжнародної науково-практичної конференції [1], [2].

Структура та обсяг роботи. Бакалаврська робота складається з анотації на 2 сторінках, вступу, трьох розділів, висновків, переліку джерел посилання з 15 найменувань, 1 додатку на 3 сторінках. Основна частина роботи становить 70 сторінок, серед яких 34 рис. та 5 табл.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** подано обґрунтування актуальності теми бакалаврської роботи, сформульовано мету та завдання дослідження, вказано практичне значення одержаних результатів, наведено відомості про апробацію результатів роботи та публікації автора. Задача підвищення ефективності сонячних панелей набуває своєї актуальності разом з поширенням та розвитком альтернативних джерел енергії. Щоб підвищити ККД сонячних панелей, їх потрібно встановлювати на рухомі підставки, які будуть обертатися за сонцем

У **першому розділі** бакалаврської роботи «**Аналітичний огляд літератури та патентної інформації**» проаналізовано типи сонячних елементів, їх кріплення, ринок систем управління сонячними панелями а також патенти.

Розглянуті типи сонячних панелей відрізняються продуктивністю, умовами експлуатації а також ціною і складністю виробництва. Розглянуто типи кріплення сонячних панелей: нерухомі, встановлені на одну і на дві осі. Наведено залежності продуктивності орієнтованих та неорієнтованих сонячних панелей від кута падіння сонячних променів протягом дня(рис. 1) а також протягом року. Проаналізовано ринок систем управління сонячними панелями.

Визначено що такі системи пропонують замалий функціонал та надійність як за свою ціну.

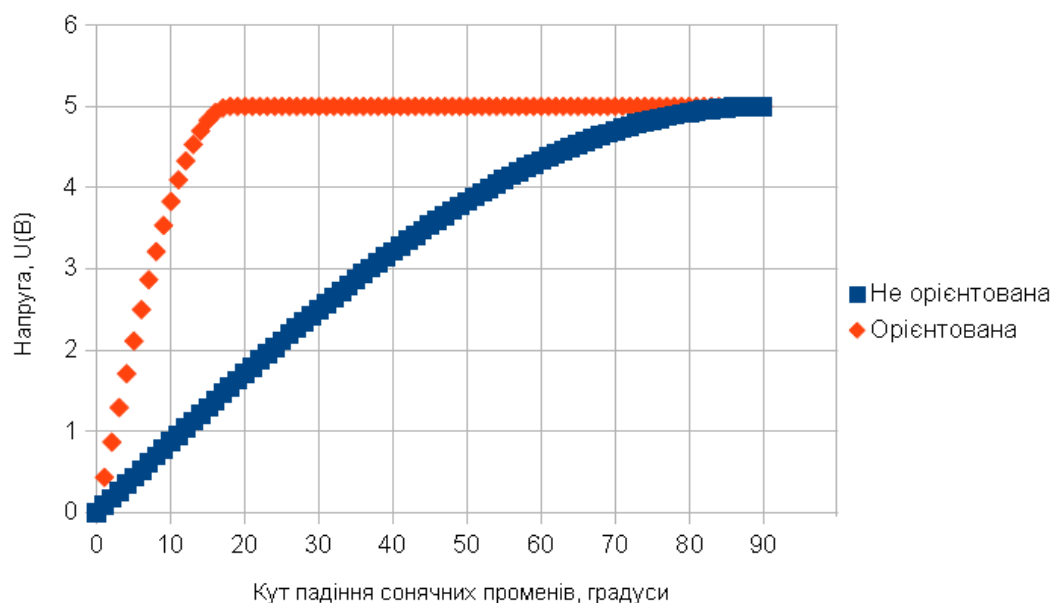


Рисунок 1 – Порівняння продуктивності орієнтованої та не орієнтованої сонячної панелі

У другому розділі бакалаврської роботи «Розробка апаратної частини» проведено аналіз існуючих мікроконтролерів Arduino, обрано найбільш оптимальний для поставлених задач, спроектовано модуль управління сонячними панелями, який складається з таких елементів:

- Arduino Uno 1шт;
- Сервопривід Tower SG90 2 шт;
- Сонячна панель 6В 1Вт 1шт;
- Цифровий датчик струму і напруги на INA219 1шт.

Датчик INA219 вимірює струм і напругу, тому використовується для аналізу продуктивності сонячної панелі.

Описано та обгрунтовано апаратні рішення. Проаналізовано характеристики обраних елементів, принципи їхнього використання а також описано їх переваги і недоліки.

На рис. 2 наведено схему підключення модулю у програмному забезпеченні Fritzingта його зовнішній вигляд.

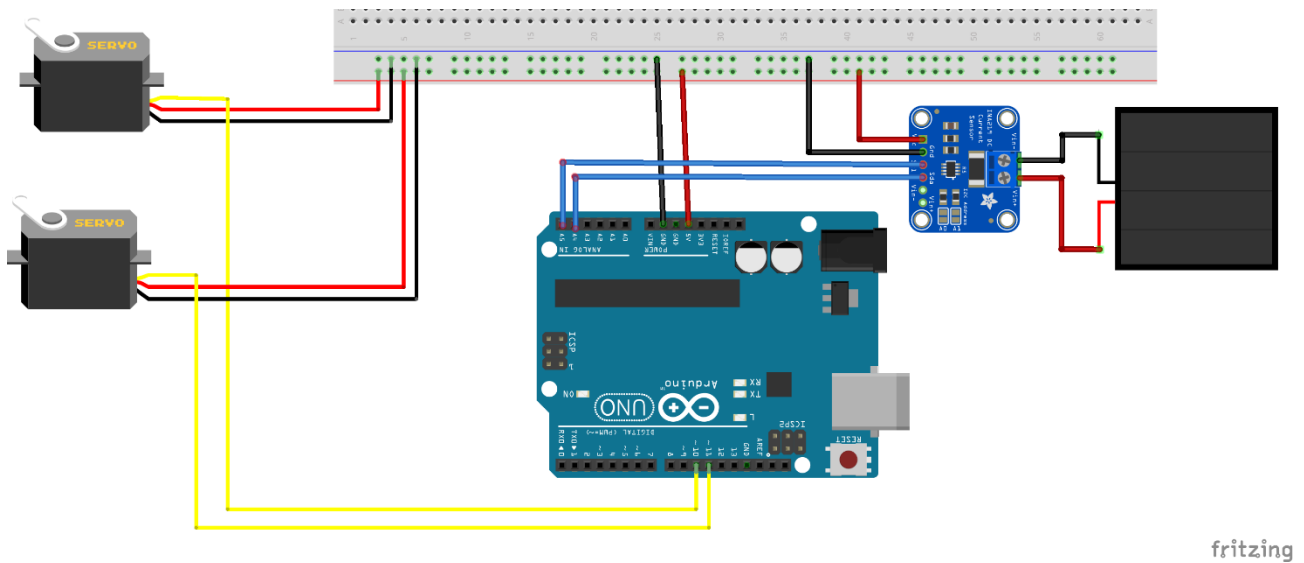


Рисунок 2 – Схема підключення модулю.

У третьому розділі бакалаврської роботи «Розробка програмної частини» описано використані програмні рішення, які використовувались під час роботи, а саме Arduino IDE та Fritzing. За допомогою Fritzing було спроектовано схему підключення та принципову схему. За допомогою Arduino IDE було написано код програми. Також розглянуто принципи широтно-імпульсної модуляції та її використання.

Формула залежності продуктивності сонячної панелі від кута падіння сонячних променів є такою:

$$E = W * S * \sin(\alpha) \quad (1)$$

E – продуктивність сонячної панелі (кВт * год),

W - питома продуктивність фотоелементів (кВт * год / кв. Метри), залежить від їх типу,

S – площа сонячної панелі (кв. метри),

α – кут падіння сонячних променів.

Кут падіння сонячних променів на сонячну панель [13], що встановлена горизонтально на широті міста Миколаєва (приблизно 47 градусів) не може перевищувати

$$90 - 47 + 23.5 = 66.5 \text{ градусів влітку та}$$

$90 - 47 - 23.5 = 19.5$ градусів взимку, де 23.5 — кут нахилу екліптики до земного екватору.

Наведено формулу залежності продуктивності сонячної панелі від кута падіння сонячних променів.

Проаналізовано альт-азимутальне та екваторіальне монтування а також алгоритми, за якими вони працюють. В алгоритмі керування екваторіальним пристроєм Керуючі (вхідні) значення: T (даний момент часу), δ (схилення Сонця).

Сигнали керування: t (часовий кут Сонця).

1. Для керування екваторіальним пристроєм потрібно за моментом часу T визначити місцевий зоряний час s .
2. Виставити на вісі схилення значення δ .
3. Обрахувати часовий кут $t = s - \alpha$, де α — пряме сходження Сонця для моменту часу T .

В алгоритмі керування альт-азимутальним пристроєм Керуючі (вхідні) значення: z (зенітна відстань Сонця), A (азимут Сонця). Для керування альт-азимутальним пристроєм потрібно визначити зенітну відстань z та азимут A Сонця у момент T на широті φ , якщо відомі координати Сонця α (пряме сходження) і δ (схилення).

1. За моментом часу T визначити місцевий зоряний час s .
2. Обрахувати часовий кут $t = s - \alpha$
3. За такими формулами визначити z , та A :

$$z = \arccos(\sin(\varphi) \sin(\delta) + \cos(\varphi) \cos(\delta) \cos(t)) \quad (2)$$

$$A = \arcsin\left(\frac{\cos(\delta) \cos(t)}{\sin(z)}\right) \quad (3)$$

Зоряним часом S – тривалість, яка визначається періодом обертання Землі навколо своєї осі відносно зірок.

Часовий кут переводить місцевий сонячний час у число градусів, що сонце проходить по небу. По визначенню часовий кут дорівнює нулю в обід. Так як Земля повертається на 15° за одну годину, то за кожну годину після обіду Сонце проходить 15° . Вранці кут сонця від'ємний, ввечері – додатній.

Зенітна відстань – кут між напрямками на зеніт і на сонце.

Місцезнаходження Сонця на небі визначається азимутом і висотою над горизонтом. Обидві ці величини вимірюються в градусах. Азимут – це горизонтальний кут між напрямками на північ і на дану точку. Величина азимуту змінюється від 0 до 360° . Азимут напрямків на північ, схід, південь і захід дорівнює відповідно 0, 90, 180 і 270° . Висота над горизонтом - це кут між Сонцем і горизонтом. Дана величина змінюється від 0 до 90° . Значення 0° градусів відповідає сходу або заходу, тобто положенням Сонця над горизонтом, а 90° – Сонцю в зеніті.

На рис. 3 наведено блок-схему роботи модулю.



Рисунок 3 – Блок-схема роботи модулю

Випробування прототипу виконувалися з 6 по 12 травня 2019 року. Результати випробувань наведено на графіку на рис. 4. Протягом перших трьох діб спостерігалася невелика хмарність. Цим обумовлені раптові спади вихідної напруги. Протягом останніх трьох діб погода була безхмарною і невеликі

коливання вихідної напруги були обумовлені затемненнями від конструкційних компонентів. З наведеного графіку видно, що продуктивність сонячної панелі досягає свого максимуму відразу після сходу Сонця, і завдяки оптимальної сонячно-синхронної орієнтації тримається на такому рівні весь світловий день, різко спадаючи безпосередньо перед його заходом.

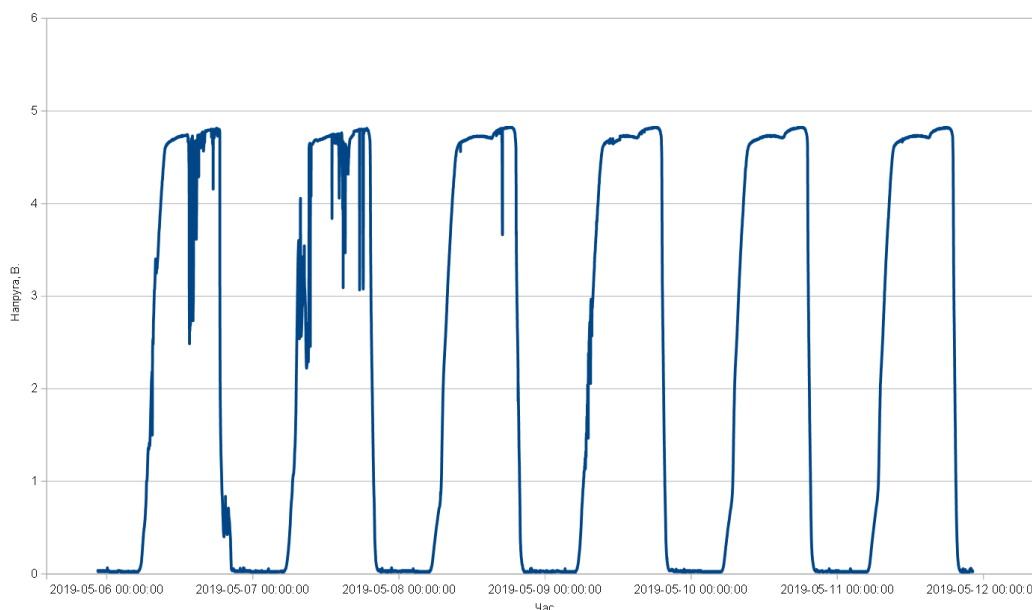


Рисунок 4 – Результати випробувань орієнтованої сонячної панелі

Додатки містять лістинг коду програмного забезпечення модулю управління сонячними панелями.

У спеціальній частині «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» наведено аналіз факторів виробничого середовища у приміщенні на підприємстві «Briolight», а також визначений вплив цих факторів на здоров'я та працездатність працівників.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання дипломної роботи:

1. Проаналізована можливість підвищення ефективності використання сонячної батареї шляхом автоматичної орієнтації її панелей, За результатами проведеного аналізу були виконані розрахунки та спроектований прототип модуля управління орієнтації сонячної панелі..

2. В результаті дослідження, було виявлено, що така система може використовуватись не тільки в домашніх умовах, але і в промислових електростанціях. За результатами дослідження було вирішено, що при його використанні, рівень енергоефективності сонячної панелі тримається на рівні, близькому до максимального протягом більшої частини світлової доби.

3. При створенні апаратної частини, було проаналізовано ряд мікроконтролерів. Вони мали свої переваги та недоліки, в результаті найбільш оптимальним виявився мікроконтролер Arduino UNO.

4. Детально розглянуто основні компоненти для проектування модулю управління сонячними панелями. Проаналізовано їх переваги і недоліки а також описано їх використання у пристрої.

5. При розробці програмної частини використовувалось середовище програмування Arduino IDE та мова програмування C, які підходять для програмування обраного мікроконтролеру.

6. У спеціальному розділі з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях проаналізовано систему заходів і засобів по запобіганню впливу на людину несприятливих факторів, які супроводжують роботу працівника ІТ-сфери. Виконано аналіз освітлення та мікрокліматичних умов на робочому місці.

Робота пройшла апробацію на двох міжнародних науково-технічних конференціях, за результатами надруковано дві публікації.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

- [1] О. Д. Мельник, «Ольвійський форум – 2019,» в *Апаратно-програмний модуль керування сонячною панеллю*, Миколаїв, 2019.
- [2] О. Д. Мельник та В. В. Старченко, «Могилянські читання,» в *Модуль управління сонячною панеллю на базі Arduino UNO*, Миколаїв, 2019.

АНОТАЦІЯ

Мельник О. Д. Апаратно-програмний модуль управління сонячною панеллю. – Кваліфікаційна робота бакалавра зі спеціальності 6.050102 Комп'ютерна інженерія на здобуття кваліфікації «фахівець з інформаційних технологій». – Чорноморський національний університет імені Петра Могили, 2019.

Бакалаврська робота присвячена розробці апаратно-програмного модуля для автоматичної сонячно-синхронної орієнтації сонячних панелей. Розглянуто різні види фотоелементів, варіанти монтування сонячних панелей а також їх ринок. Практичне значення результатів дослідження та розробки полягає у можливості представленої системи використовуватись не тільки в домашніх а також в комерційних цілях. Розроблений модуль є повністю автономним, досить гнучким у функціоналі та допускає його розширення.

Пояснювальна записка бакалаврської роботи складається зі вступу, трьох розділів, висновків та двох додатків. У вступі визначається актуальність теми, сформульовані мета, об'єкт, предмет, завдання дослідження, розроблення бакалаврської роботи, апробації. У першому розділі розглядаються типи сонячних панелей, типи їх кріплення, переваги та недоліки, існуючі ринкові пропозиції. У другому розділі проводиться аналіз апаратної частини, описані компоненти, які використовуються під час проектування, їх підключення, а також зовнішній вигляд модулю. У третьому розділі наведено програмні рішення, які використовуються в бакалаврській дипломній роботі, описується процес управління положенням сервоприводу за допомогою ШІМ, реалізацію та алгоритм роботи програми. У висновках наведено аналіз виконаної роботи та отриманих результатів. У додатку А наведений лістинг програми, у додатку Б наведено спеціальний розділ з охорони праці

В цілому, бакалаврська робота без додатків містить 70 сторінок, 34 рисунка, 5 таблиць, 15 джерел посилання.

Ключові слова: Arduino Uno, сервопривід, сонячна панель, сонячно-синхронний, монтування, кут падіння.

ABSTRACT

Melnyk O. D. Hardware-software control module of the solar panel. – Bachelor's thesis in specialty 6.050102 Computer Engineering. – Petro Mohyla Black Sea National University, 2019.

The Bachelor's Thesis is devoted the solar-synchronous orientation of solar panels. For the research were used Different kinds of photocells, variants of mounting of solar. The practical significance of the research results consists in the ability of the presented system to be used not only at home, but also for commercial purposes, it is completely autonomous, and is flexible enough in functionality and allows the functionality to be expanded.

The professional section includes of introduction, three chapters, conclusions and the two applications. In the introduction is determined the relevance of the topic, formulated the purpose, object, subject and objectives of research and development of baccalaureate work, approbation. In The first section explores the types of solar panels, their advantages and disadvantages, the market as well as the types of their fixture. The second section analyzes hardware components, components used during design, their connection, as well as the appearance of the module. In the third section, the software solutions used in the bachelor thesis, describes the process of managing PWM power, implementation and algorithm of the program. The conclusions give an analysis of the work performed and the results of research and development. Appendix A lists the program, Annex B provides a special section on occupational safety and health. In general, bachelor's work without appendices contains pages, drawings, tables, references.

In general, bachelor's thesis without the enclosures contains 70 pages, 34 pictures, 5 tables, 15 references.

Key words: Arduino Uno, servo drive, solar panel, solar-synchronous, mounting, angle of incidence.