

Хмельницький національний університет
Факультет інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр
Освітній рівень


Двохкоординатна система керування роботою геліоелектростанції приватного будинку з мікроконтролером АТmega328 підвищеної продуктивності
Назва теми

КвРКІ 200103.20.01.20 ПЗ
Шифр

Галузь знань 12 «Інформаційні технології»
Шифр, назва

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»
Шифр, назва

Освітня програма «Комп'ютерна інженерія та програмування»
Назва

Виконала: студентка IV курсу, група КІ2-20-1  Ю.О. Томчишена
Підпис Ініціали, прізвище

Керівник  В.М. Стецюк
Підпис, дата Ініціали, прізвище

Нормоконтролер  С.М. Лисенко
Підпис, дата Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:
Зав. кафедри комп'ютерної інженерії та інформаційних систем  Т.О. Говоруценко
Підпис Ініціали, прізвище

« 19 » червня 2024 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Освітній рівень БАКАЛАВР

Галузь знань 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Спеціальність 123 КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітня програма «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Т.О. Говорущенко

“ 10 ” 01 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Томчишеній Юлії Олександрівній

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проєкту (роботи) Двохкоординатна система керування роботою геліоелектростанції приватного будинку з мікроконтролером ATmega328 підвищеної продуктивності

Керівник проєкту (роботи) Стецюк В.М., д.т.н., проф

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, місце звання

Затверджена наказом ректора університету від 15.02.2024 р. № 8

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) на кафедру 01.06.2024 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) Завдання на кваліфікаційну роботу

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

Теоретичні основи досліджуваної проблеми

Вибір засобів реалізації для конструювання системи та їх обґрунтування

Програмно-апаратна реалізація системи керування роботою двухкоординатної геліоелектростанції



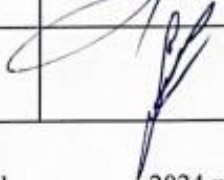

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) _____

Схема електрична структурна системи керування геліоелектростанції

Схема електрична функціональна система керування геліоелектростанції

Схема електрична принципова система керування геліоелектростанції

6. Консультанти розділів дипломного проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Лисенко С.М., професор кафедри КПС		
Антиплагіат	Пічепорук А.О., доцент кафедри КПС		

7. Дата видачі завдання « 10 » 01 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вибір напрямку дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи з керівником	10.01.2024	виконано
2	Ознайомлення з предметною областю; формулювання мети та задач дослідження; визначення об'єкта та предмета дослідження	01.02.2024	виконано
3	Робота над розділом 1 – дослідження предметної області та постановка задачі	01.03.2024	виконано
4	Робота над розділом 2 – вибір компонентів для проєктування системи керування роботою геліоелектростанції (розробка схеми електричної структурної)	01.04.2024	виконано
5	Робота над розділом 3 – проєктування системи керування роботою геліоелектростанції (розробка схеми принципової і алгоритму)	29.04.2024	виконано
6	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	25.05.2024	виконано
7	Попередній захист ВКР	26.05.2024	виконано
8	Захист ВКР на засіданні ЕК	Червень 2024 року	

Студент

Підпис

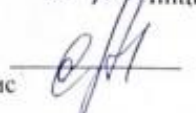


Ю.О. Томчишена

Ініціали, прізвище

Керівник роботи

Підпис



В.М. Стецюк

Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Двохкоординатна система керування роботою геліоелектростанції приватного будинку з мікроконтролером ATmega328 підвищеної продуктивності».

Автор роботи: Томчишена Юлія Олександрівна.

Керівник роботи: Стецюк Василь Миколайович.

Пояснювальна записка: 58 с., 16 рис., 2 табл., 5 дод., 60 джерел.

Графічна частина: 3 креслення.

ГЕЛІОЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ, ДВОХКООРДИНАТНА СИСТЕМА.

Метою дипломної роботи є проектування та реалізація двухкоординатної системи керування геліоелектростанції приватного будинку. Застосування мікроконтролерів високої продуктивності, зокрема ATmega328.

Об'єктом дослідження є процес проектування та реалізації двухкоординатної системи керування геліоелектростанції приватного будинку

Предметом дослідження є створення електричних схем для реалізації поставленої задачі.





Під час проведення даного дослідження був використаний метод систематичного огляду літератури для вивчення і аналізу предметної області даного дослідження з текстових джерел інформації.


Підпис студента

30.05.2024
Дата

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖУВАНОЇ ПРОБЛЕМИ	5
1.1 Аналіз предметної області і виявлення наявних проблем і завдань	5
1.2 Порівняльний аналіз переваг та недоліків існуючих рішень.....	15
1.3 Постановка задачі.....	19
1.4 Висновки.....	20
2 ВИБІР ЗАСОБІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ КОНСТРУЮВАННЯ СИСТЕМИ ТА ЇХ ОБГРУНТУВАННЯ	22
2.1 Сенсори положення сонця	22
2.2 Мотори для переміщення панелей.....	26
2.3 Мікроконтролер ATmega328	31
2.4 Інтерфейси зв'язку.....	36
2.5 Висновки.....	39
3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РОБОТОЮ ДВОХКООРДИНАТНОЇ ГЕЛІОЛЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ	41
3.1 Розробка алгоритму функціонування системи	41
3.2 Розробка структурної схеми пристрою.....	42
3.3 Розробка функціональної схеми пристрою.....	44
3.4 Розробка принципової схеми пристрою	46
3.5 Опис реалізації модулів апаратного та програмного забезпечення програмно-технічного засобу.....	51
3.6. Висновки.....	58
ВИСНОВКИ	60
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	62

КвРКІ.200103.20.01.20 ПЗ								
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Виконав		Гомчишена Ю.О.			Двохкоординатна система керування роботою геліоелектростанції приватного будинку з мікроконтролером ATmega328 підвищеної продуктивності	Цілена	Апкунц	Апкунців
Перевір.		Стецюк В.М.		19.06.09		y		58
Н.контр.		Лисенко С.М.		19.06	Пояснювальна записка	ХНУ КІ-20-1		
Затвер.		Говорухинський Г.О.						

ДОДАТОК А Копія креслення «Схема електрична структурна системи керування геліоелектростанції».....	68
ДОДАТОК Б Копія креслення «Схема електрична функціональна системи керування геліоелектростанції».....	69
ДОДАТОК В Копія креслення «Схема електрична принципова системи керування геліоелектростанції».....	70
ДОДАТОК Г «Алгоритм роботи програми».....	71
ДОДАТОК Д «Лістинг програмного забезпечення»	72

					КвРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

ВСТУП

В сучасному світі, де зростає усвідомлення важливості використання відновлюваних джерел енергії, сонячна енергія стає ключовим компонентом в енергетичній стратегії багатьох країн. Геліоелектростанції, які перетворюють сонячне випромінювання на електричну енергію, здатні забезпечувати незалежність від традиційних джерел енергії та допомагають зменшити викиди вуглецю.

Робота над розвитком та вдосконаленням геліоелектростанцій постійно триває, але однією з ключових складових, яка впливає на їх ефективність, є система керування. Двохкоординатна система керування геліоелектростанції дозволяє точно визначати положення сонячних панелей з урахуванням руху Сонця в небі, максимізуючи збір сонячної енергії протягом дня.

У цій дипломній роботі досліджується процес проектування та реалізації двухкоординатної системи керування геліоелектростанції приватного будинку. Застосування мікроконтролерів високої продуктивності, зокрема ATmega328, дозволяє створити ефективну та надійну систему керування з можливістю оптимізації використання сонячної енергії.

					КвРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖУВАНОЇ ПРОБЛЕМИ

1.1 Аналіз предметної області і виявлення наявних проблем і завдань

Сонячна електростанція (СЕС) – це цілий комплекс, основою якого є спеціальні панелі, що перетворюють сонячне випромінювання на електричну енергію. Використовувати таку енергію можна як для освітлення об'єктів, так і для живлення різноманітних побутових приладів. Крім того, її надлишки можна навіть відправляти до загальної електромережі. Електрична схема сонячної електростанції включає в себе різноманітні електричні компоненти та їх взаємозв'язки для забезпечення злагодженого функціонування всього комплексу. Правильно складена схема сонячної електростанції забезпечує ефективну роботу всієї системи та отримання незалежного електропостачання на довгі роки.

Збільшився розвиток сучасних технологій і зростання населення світу необхідність використання електричної енергії. Сонячна енергетика є досить перспективною галуззю альтернативної енергетики джерел виробництва енергії, яка в останні роки поступово зростає, розвивається. Його можна назвати невичерпним джерелом, яке має дві головні переваги: відновлюваний ресурс і повна екологічність електроенергії, яка не шкодить навколишньому середовищу.

Сонце — невичерпно потужне джерело електричної енергії, а ц. енергію можна отримати за допомогою сонячної фотоелектричної енергії елементів і фотоефект для перетворення світлової енергії. Однак перетворення звичайного фотоелектричного елемента має низьку ефективність. Основною причиною цієї проблеми є потужність фотоелементів безпосередньо залежить від інтенсивності світла, яка поглинається панеллю, а оскільки Сонце постійно змінює своє положення, то ефективність поглинання статичних сонячних панелей буде значно менше максимуму, який буде отримано при попаданні променя на дно під прямим кутом до поверхні.

Фундаментальне розуміння того, як працює фотоелектрична панель, необхідні для створення високоефективної сонячної системи. Сонячні батареї

					КвРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк. 5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

утворюються із з'єднаних сонячних елементів паралельно або послідовно. З послідовним зв'язком відбувається збільшення загальної напруги, підключеної паралельно до збільшення загального струму. Кожен окремий сонячний елемент як правило, виготовляється з кристалічного кремнію, хоча існують і інші його види як скотч і тонка силіконова плівка. Сонячні елементи поглинають сонячне випромінювання від сонця і ефективно перетворювати її в електроенергію. Сонячні панелі зазвичай складаються з кількох сонячних батарей. Ці елементи працюють як звичайні великі акумуляторні батареї.

За прогнозом Інституту інженерів з електротехніки та електроніки (IEEE) сонячна енергетика зможе скласти конкуренцію сучасній традиційній енергетиці на базі викопного палива. Потенційні можливості енергетики, заснованої на використанні безпосередньо сонячного випромінювання, досить великі. Використання лише 0,0125 % енергії Сонця могло б забезпечити всі сьогоденні потреби світової енергетики, а використання 0,5 % – покрити всі потреби на майбутню перспективу.

Проте на сьогоднішній день організація вбачає лише дві основні проблеми, що стримують сонячну енергетику від повноцінної конкуренції з викопним паливом. Однією з проблем є досить висока ціна сонячних елементів, інша - їх відносно невисокий ККД.

Середнє значення ККД в сонячних батареях на монокристалічному кремнії сьогодні становить близько 15 %. Проте ці цифри актуальні лише влітку, ополудні і при падінні сонячного випромінювання перпендикулярно на світлопоглинаючу панель. В реальних умовах, коли Сонце рухається від сходу до заходу змінюється кут падіння випромінювання та його інтенсивність. Тому для зменшення впливу цих факторів використовується система автоматичного позиціонування сонячних панелей, що значно підвищує енергетичну вигоду сонячного випромінювання.

Потенціал сонячної енергії: для досягнення повного розуміння потенціалу сонячної енергії важливо провести докладне дослідження географічних характеристик місцевості. Це включає вивчення висоти сонячної траєкторії,

					КвРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк. 6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

азимутальних кутів сонця, сонячної інтенсивності та рівня хмарності протягом року. Аналіз цих параметрів дозволить визначити оптимальне розташування сонячних панелей та встановити необхідність точного керування їхнім положенням.

Сонячні панелі – мабуть найважливіший компонент, що використовується при побудові фотоелектричних систем для різного призначення. Найголовніші переваги використання сонячних батарей випливають із їх простої конструкції: вони мають стабільні електричні характеристики та володіють високою завадостійкістю. Також вагомою перевагою сонячних панелей є відсутність рухомих частин, що зменшують ризики погіршення технічного стану та полегшують їх експлуатацію. Приклад панелі зображено на рисунку 1.1.

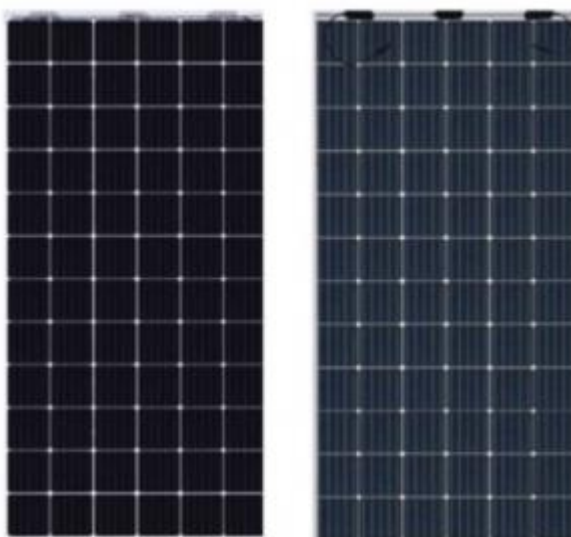


Рисунок 1.1 – Сонячна панель JA Solar JAM72D10-400/MB 400 Wp, Bifacial

Панелі сонячних батарей, що складаються з фотоелектричних комірок, захоплюють частинки сонячного світла чи фотони.

Фотоелектричні комірки складаються з шаруватого кремнію, легованого різними елементами для утворення р-п-переходу. Сторона р-типу буде містити додаткові отвори або позитивні заряди. Сторона n-типу буде містити додаткові електрони або негативні заряди. Ця різниця зарядів формує область, в якій заряд

нейтральний і діє як бар'єр. Коли р-n-перехід освітлюється, фотони з правильною частотою утворюють додаткову пару електронів. Однак, оскільки р-n-перехід створює різницю потенціалів, електрони не можуть перейти на інший бік, це можуть лише дірки. Таким чином, електрони повинні вийти через металевий з'єднувач і протікати через навантаження, до роз'єму на іншій стороні переходу. Оскільки фотоелектричні комірки генерують струм, комірки панелі можна моделювати як джерела постійного струму. Кількість току, що виробляється фотоелектричною панеллю, має пряму кореляцію з інтенсивністю світла, що поглинає панель, зображено на рисунку 1.2.

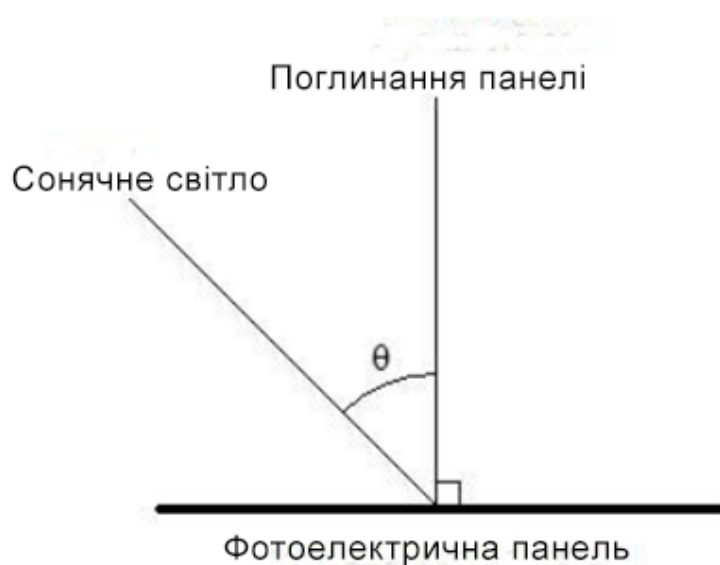


Рисунок 1.2 – Кут падіння на фотоелектричну комірку

Точність керування: для забезпечення високої точності керування необхідно ретельно вивчити різні методи визначення положення сонця. Це може бути досягнуто за допомогою сенсорів, що вимірюють азимутальний та зенітний кути, або використання GPS для точного визначення координат.

Додатково, важливо дослідити різні методи механічного керування положенням сонячних панелей, такі як використання крокових двигунів або сервоприводів.

Мікроконтролери та їх продуктивність: при виборі мікроконтролера для системи керування слід враховувати не лише його продуктивність, але й інші важливі параметри, такі як споживана потужність, наявність необхідних периферійних пристроїв (наприклад, ADC для аналогових вимірювань) та можливості взаємодії з іншими пристроями.

Дослідження різних моделей мікроконтролерів допоможе обрати оптимальний варіант, який задовольнятиме всі потреби системи.

Вартість і доступність технологій: під час розробки системи керування важливо збалансувати вартість компонентів та їхню якість та функціональність.

Це може включати в себе вивчення можливостей використання відкритих програмних засобів та доступних апаратних рішень.

Такий підхід дозволить знизити витрати на розробку та виготовлення системи, зберігаючи при цьому її високу якість та ефективність.

Цей детальний аналіз кожного аспекту дозволяє краще зрозуміти проблеми та завдання, що виникають у процесі розробки та впровадження системи керування геліоелектростанцією з мікроконтролером ATmega328.

ATmega328 використовується в проектах Arduino, вбудованих системах, автоматизації та навчальних цілях.

Його можна програмувати різними способами, такими як Arduino IDE для початківців, AVR-GCC для програмування на мові C та Atmel Studio для більш професійних проектів. Завдяки своїй гнучкості, потужності та простоті використання, ATmega328 є чудовим вибором для різних проектів.

Мікроконтролер легко програмується та налаштовується завдяки підтримці в Arduino IDE. Він підходить для різних проектів, від простих датчиків до складних систем керування. Інтеграція з АЦП, ШІМ, UART, SPI та I2C дозволяє створювати різноманітні пристрої. Крім того, існує велика кількість бібліотек та прикладів коду, що значно спрощує розробку.

Мікроконтролер ATmega328 зображено на рисунку 1.3.

					КвРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк. 9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

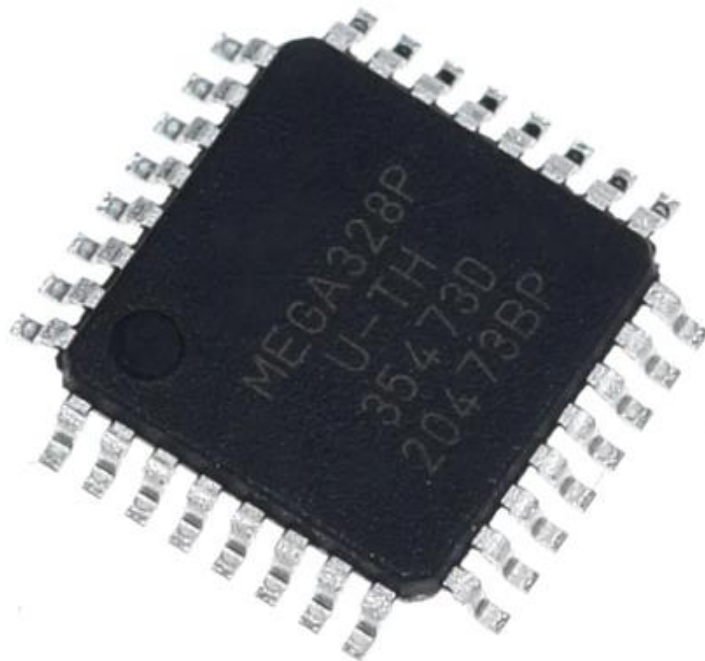


Рисунок 1.3 – Мікроконтролер АТmega328

Як відомо, отримати максимальну ефективність від використання сонячної енергії панелі можливі тільки тоді, коли вони розташовані під прямим кутом до сонячне світло, що падає на них. Проте сонце рухається по небу, і тому панелі, встановлені стаціонарно, не можуть поступитися максимальний ККД.

Сонячна енергія є відновлюваним джерелом енергії, що не спричиняє викидів парникових газів і не забруднює довкілля. Використання сонячних панелей допомагає зменшити залежність від викопних видів палива і сприяє боротьбі зі зміною клімату. Встановлення сонячних панелей на дахах будинків або на відкритих майданчиках дозволяє власникам виробляти власну електроенергію, зменшуючи рахунки за електроенергію та підвищуючи енергетичну автономію.

Хоча початкова вартість встановлення сонячних панелей може бути високою, довгострокові заощадження на рахунках за електроенергію, а також можливі урядові субсидії та податкові пільги можуть зробити інвестицію вигідною. Технології зберігання енергії, такі як акумуляторні системи, дозволяють зберігати надлишкову енергію для використання в нічний час або в періоди низької сонячної активності, що підвищує ефективність використання сонячних панелей.

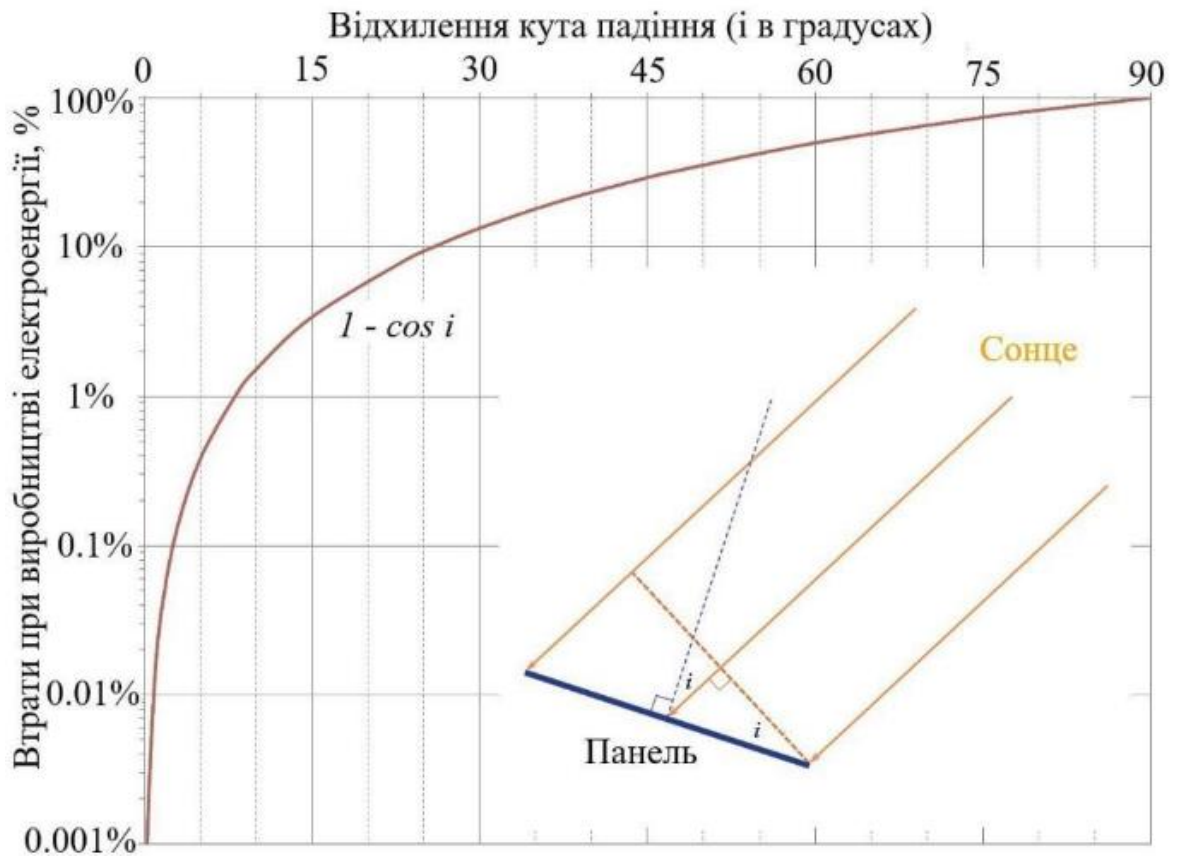


Рисунок 1.4 – Графік залежності втрат при виробництві електроенергії від відхилення кута падіння сонячних променів

Графік, зображений на рисунку 1.4. показує залежність величини втрат при виробництві електроенергії сонячними панелями від величини кута відхилення від оптимального розташування панелей.

З графіка можна зробити висновок, що трекер з точністю $\pm 5^\circ$ забезпечує панелі з захопленням енергії понад 99% лінійні зміни та 100% розсіяний світ. Враховуючи особливості глобального руху Сонця, ви можете бути впевнені, що найбільш ефективний кут для установки панелей становить близько 150° .

Панель, яка статично встановлена посередині положення між точками сходу і заходу сонця, втрачає до 75% енергії, яка можна отримати при ідеальному розміщенні вранці та ввечері. Це через те, що сонячні промені падають на панель під менш оптимальним кутом протягом дня, що знижує її ефективність у зборі сонячної енергії. Для максимізації виробництва енергії рекомендується використовувати системи трекінгу сонця або двохосі трекери, які автоматично

відстежують рух сонця і підтримують оптимальне положення панелей протягом усього дня.

Крім того, добовий рух Сонця в напрямку від заходу до схід, він також здійснює сезонний рух у напрямку з півдня на північ, що за рік становить близько 45°.

Якщо ви встановлюєте панелі в середня точка між річною зміною траєкторії Сонця в напрямку з півночі на південь, щоб мінімізувати виробництво енергії становитиме близько 8%.

Приклад зміни положення сонця показано на рисунку 1.5.

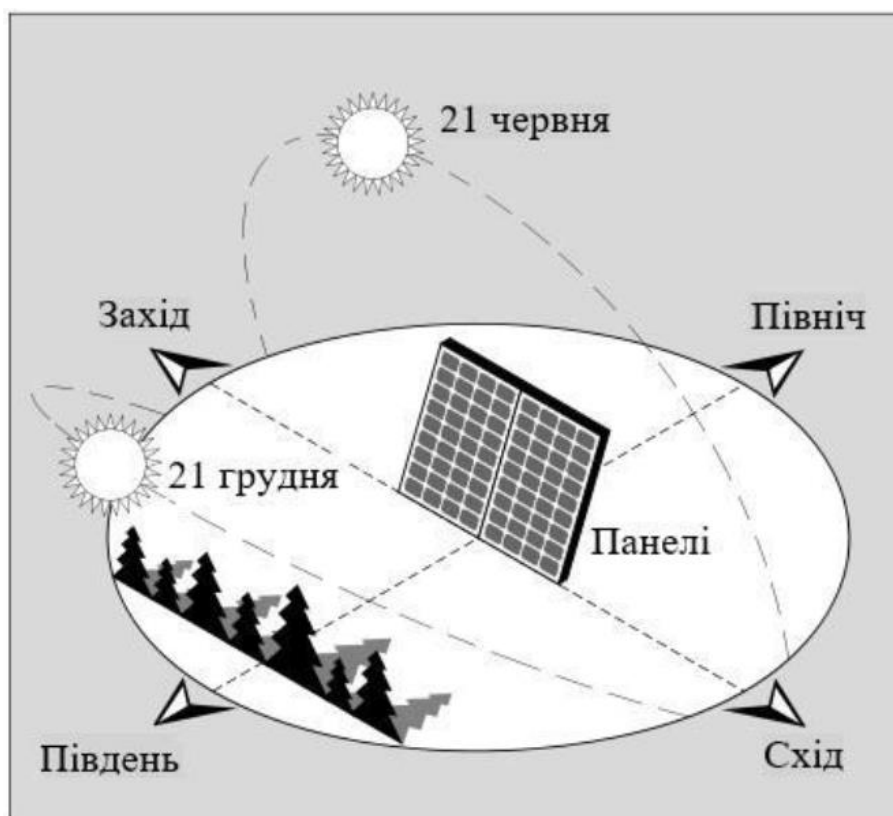


Рисунок 1.5 – Зміна положення Сонця в залежності від пори року

Використання трекера дозволяє підвищити ефективність сонячної енергії панелей на 30-50% через те, що сонячні батареї перевернуті оптимальний кут нахилу сонця протягом дня.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

В результаті для отримання необхідної потужності потрібно менше панелей і скорочується вартість кінцевої сонячної установки. Застосування трекера зображено на рисунку 1.6.

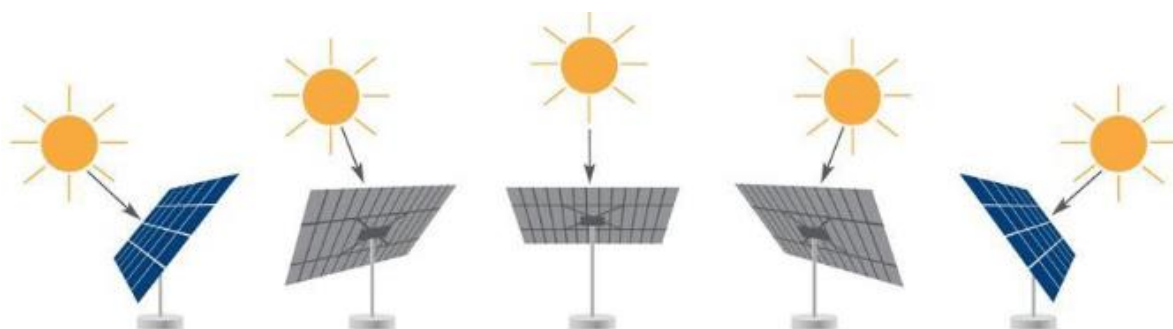


Рисунок 1.6 – Обертання сонячної панелі за сонцем за допомогою трекера

Одноосьовий трекер має один градус повороту. Цей трекер ділиться на горизонтальні, вертикальні та похилі. Вісь обертання орієнтована горизонтально. Навесні і влітку, коли Сонце в zenіті, такі апарати може забезпечити високу ефективність. Механізм простий в експлуатації і жорсткий каркас - це надійність і ефективність. Він зображений на рисунку 1.7.

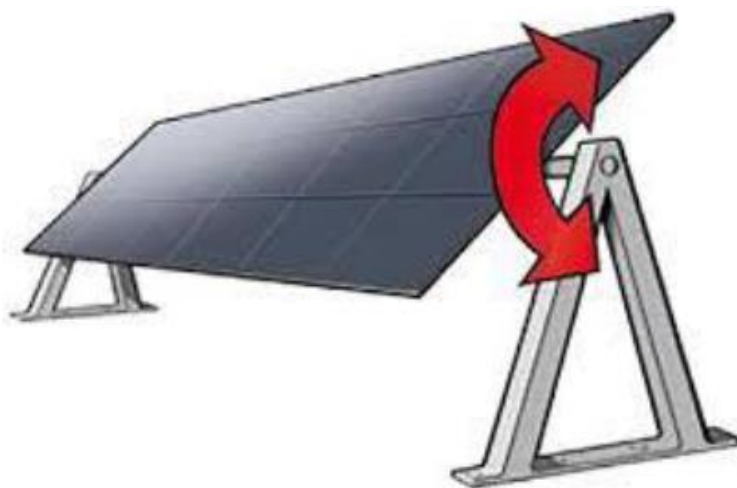


Рисунок 1.7 – Трекер з горизонтально орієнтованою віссю

Вертикальні трекери. Вісь таких трекерів відносно вертикальна Земля обертається відповідно до руху сонця зі сходу на захід протягом доби.

Вертикальні трекерні системи обертаються лише навколо вашої осі, панелі встановити вертикально під кутом, який встановлюється вручну і залежить від зенітний кут Сонця. Регулювання внутрішнього кута нахилу недоцільно т.к Сонце через деякий час змінює свій зенітний кут. Взимку кут падіння сонця промені менші, а влітку більші. Така система показана на рисунку 1.8.



Рисунок 1.8 – Трекер з вертикально орієнтованою віссю

Трекери, що обертаються по похилій осі, мають між собою вісь обертання горизонтальний вертикальний. Він зображений на рисунку 1.9.

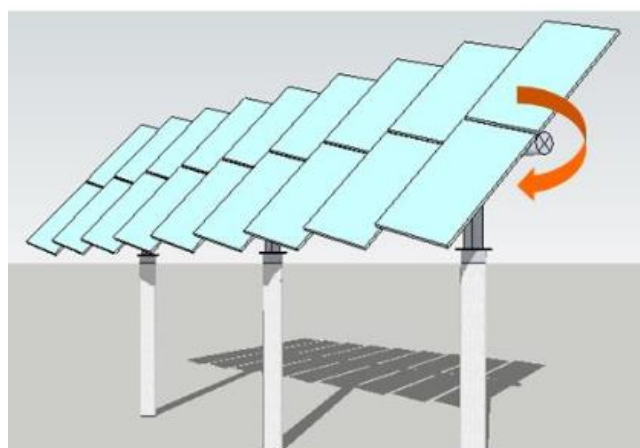


Рисунок 1.9 – Трекер з похилою віссю обертання

Трекер з двома осями обертання має два ступені повороту, і вони можуть бути використовувати як осі обертання. Трекер з двома осями обертання – це

система, яка дозволяє сонячним панелям слідувати за рухом сонця протягом дня та змінювати своє положення залежно від пори року, максимізуючи кількість зібраної сонячної енергії. Такі трекери мають дві осі обертання: горизонтальну (азимут) і вертикальну (нахил). Приклад встановленого трекера з двома осями показано на рисунку 1.10.



Рисунок 1.10 – Трекер з двома осями обертання (TTDAT)

1.2 Порівняльний аналіз переваг та недоліків існуючих рішень

Система розрахована на 4 фотомодулі, як показано на рисунку 1.11 розміром 1,65 м x 1 м, які дозволяє встановити близько 1,2 кВт потужності. Основні елементи конструкції: рамка з чотирма фотомодулями, рухома рамка, фіксована рамка, два датчики відстеження положення Сонця, два крокових двигуна типу ШД-5Д, два черв'ячні редуктори з передавальним числом 1:250 і 1:1000. Вибрано шестерню 26 кількість передач дозволяє використовувати кроковий двигун з номіналом

					КвРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк. 15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

навантажувальний момент 0,1 Н·м, а конструкція черв'ячної передачі виключає мимовільне обертання системи під дією вітру.

Фотомодулі повертаються на 180° навколо вертикальної осі для Сонцем вдень і під кутом 80° вздовж горизонтальної осі - за відстеження протягом року. Обмеження повороту установки здійснюється згідно кількості чотирьох кінцевих вимикачів.

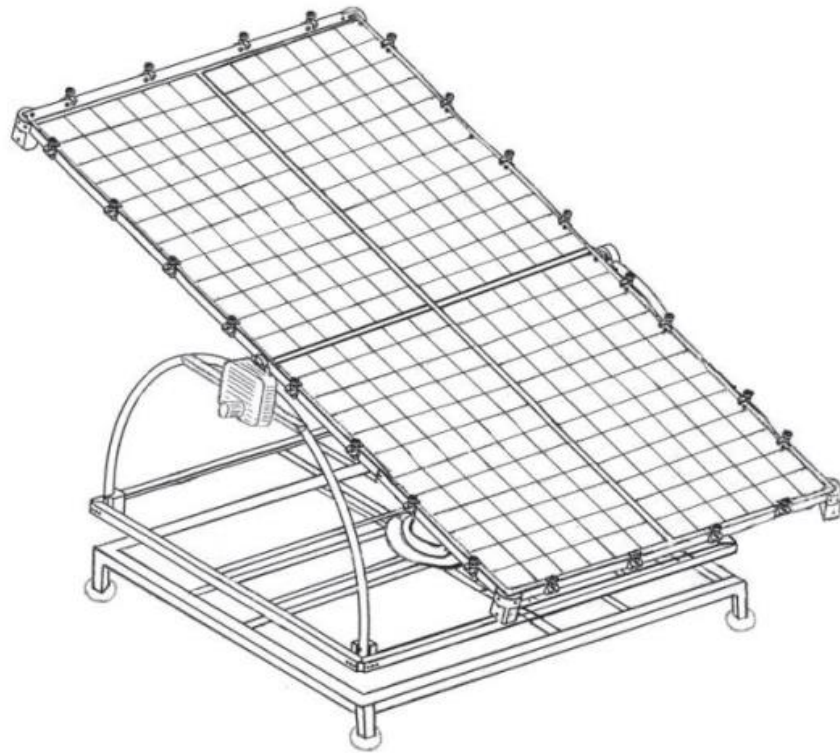


Рисунок 1.11 – Система повороту чотирьох фотомодулів

Принцип відстеження положення Сонця та формування поворотної задачі В основі фотомодуля лежить датчик відстеження положення Сонця, який розташований у власному черга складається з фотоелементів. Фактичне споживання системи повороту в цьому випадку становить 1,97 Вт·год на добу, що не перевищує 1% добової генерації станції. У міру збільшення покоління при використанні системи повороту фотомодуля не менше 30%, а власне споживання не перевищує 1% генерації, то для цього використовуються дані система є адекватною та ефективною.

Система слідкування за сонцем GreenChip ST1500 розрахована на 6 фотомодулів, що дозволяє встановити 1,8 кВт загальної потужності фотомодулів. Ця система переміщує фотомодулі по параболі протягом доби. Як причина використання лінійний привід із зусиллям 2500 Н. Показана на рисунку 1.12.



Рисунок 1.12 – Система GreenChip ST1500

Сонячний трекер ZRS-10B – служить для автоматичного моніторингу положення Сонця протягом світлового дня та пов'язані з ним орієнтації сонячних панелей, а також забезпечує корекцію кута нахилу панелі в залежності від сезону. Така система розрахована на 10 фотомодулів. Сонячний трекер ЗРС-10Б – це система, призначена для автоматичного орієнтування сонячних панелей на сонце з метою максимального збору сонячної енергії. Він має дві осі обертання, що дозволяє йому слідувати за рухом сонця по небу протягом дня та враховувати сезонні зміни його положення. Завдяки цьому трекер значно підвищує ефективність збору сонячної енергії порівняно зі стаціонарними системами. Він зображений на рисунку 1.13.

					КвРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк. 17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.13 – Зовнішній вигляд системи ZRS-10B

Сонячний трекер AS Sunflower 46 – динамічна монтажна система опорна конструкція наземної сонячної електростанції. Прилад розрахований для сорока шести фотоелектричних модулів. Сонячний трекер відноситься до двоосьового типу динамічних структур, тобто здатний змінювати положення в двох площинах. Показано на рисунку 1.14.



Рисунок 1.14 – Зовнішній вигляд системи AS Sunflower 46

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КвРКІ.200103.20.01.20 ПЗ

Арк.
18

1.3 Постановка задачі

Фотоелементи сонячних панелей щороку деградують на 0,5%. Більшість виробників гарантують, що їхні фотомодулі втратять не більше 20% від номінальної потужності через 25 років. Таким чином термін служби сонячній електростанції вважається 25 років. Для цього потрібно, щоб система обертала блок сонячної батареї досить надійно, тому що для ефективності і доцільності такої системи полягає в тому, що вона повинна працювати протягом усього періоду експлуатації геліоелектростанції.

Оскільки є елементи, які щодня переміщуються, до цих елементів пред'являються підвищені вимоги надійності. До таких елементів відносяться: електричний двигун; редуктор; елементи конструкції, які рухаються. Ці елементи повинні відповідати наступним вимогам: тривалий термін служби з періодичне обслуговування та висока якість продукції.

Передбачити можливість повороту системи обертання сонячного блоку панелі, електродвигун повинен мати високий пусковий момент. Але як вдень необхідно розгортати систему тільки на 180° , швидкість великої ролі не грає роль, тому немає потреби у високих швидкостях.

Важливим фактором є ефективне використання займаної земельної ділянки геліоелектростанції, так як фотомодуль не повинен затінюватися перешкодами, що вимагає великої площі вільної землі навколо геліоелектростанції. Цього можна досягти шляхом вибору оптимальної кількості фотомодулів в ротаційній системі.

Крім того, для підвищення зручності використання та ефективності роботи системи, необхідно використовувати двигун оптимальної потужності і обертати систему з оптимальною дискретністю, що дозволить зменшити власне споживання системи.

Таким чином, до проектованої системи висувуються такі вимоги:

1. Оптимальна кількість фотомодулів у системію.

					КвРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк. 19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Технічно та економічно обґрунтоване застосування типу та потужності електроприводу
3. Оптимальний кут повороту системию
4. Надійність системи протягом усього терміну експлуатації сонячної системи електростанції.
5. Висока точність відстеження положення Сонця.
6. Легко контролювати та контроль роботи системи повороту.

1.4 Висновки

Ефективність геліоелектростанцій: геліоелектростанції є екологічно чистим та ефективним джерелом енергії, здатним забезпечувати електричну потужність для приватних будинків. Проте їх ефективність залежить від правильного керування та налаштування системи.

Важливість системи керування: для максимізації виробництва електроенергії з геліоелектростанцій необхідно мати ефективну систему керування, яка забезпечить оптимальне використання сонячної енергії та мінімізує втрати.

Використання мікроконтролерів у системах керування: мікроконтролери, такі як ATmega328, є ефективними та надійними пристроями для реалізації систем керування. Вони забезпечують достатню продуктивність та можливість розширення функціональності.

Оптимізація роботи системи: підвищена продуктивність мікроконтролерів дозволяє реалізувати складні алгоритми керування та оптимізувати роботу геліоелектростанцій з метою максимізації виробництва електроенергії.

Перспективи впровадження: розробка та вдосконалення систем керування геліоелектростанціями з мікроконтролерами ATmega328 може стати важливим кроком у розвитку сучасних енергетичних систем для приватних будинків, сприяючи збереженню енергії та захисту довкілля.

					КвРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк. 20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, враховуючи переваги мікроконтролерів та важливість ефективного керування, розвиток та впровадження двохкоординатної системи керування геліоелектростанціями представляє значний потенціал у сфері виробництва електроенергії з використанням відновлюваних джерел енергії.

					КвРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

2 ВИБІР ЗАСОБІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ КОНСТРУЮВАННЯ СИСТЕМИ ТА ЇХ ОБГРУНТУВАННЯ

2.1 Сенсори положення сонця

Сенсори положення сонця важливі для точного визначення місця розташування сонця на небі, що дозволяє налаштувати позицію сонячних панелей для оптимального збору сонячної енергії.

Ось деякі типи сенсорів положення сонця, які можна розглянути для використання в системі керування геліоелектростанцією.

Фоторезистори (фотодіоди): фоторезистори змінюють свій опір в залежності від освітленості. Вони можуть бути використані для визначення інтенсивності світла, яке отримує сонячна панель.

Використання декількох фоторезисторів різних кутів може допомогти визначити напрямок, з якого йде світло, і визначити положення сонця.

Тому для фоторезисторів можна визначити такі переваги:

1. Низька вартість: фоторезистори є відносно дешевими та доступними датчиками.
2. Легка установка: їх можна легко встановити і підключити до системи без значних зусиль.
3. Низьке енергоспоживання: фоторезистори не вимагають значної кількості електроенергії для роботи.

Проте, варто зазначити що вони мають і певні недоліки, а саме:

1. Чутливість до освітленості: вони можуть бути чутливими до змін освітленості, що може призвести до неточностей в показаннях.
2. Неоднорідність у вимірюваннях: результати можуть бути неоднорідними через різницю в властивостях фоторезисторів.

Лазерні або інфрачервоні датчики: ці датчики можуть вимірювати напрямок інфрачервоного світла, яке випромінює сонце. Вони можуть бути точнішими, ніж фоторезистори, і дозволяють отримувати точніші дані про положення сонця.

					КвРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк. 22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Лазерні або інфрачервоні датчики відомі своєю високою точністю в визначенні напрямку світла. Вони здатні надавати дуже точні вимірювання, що робить їх ідеальними для застосувань, де необхідна велика точність і надійність.

Окрім цього, ці датчики менш чутливі до зовнішніх умов, таких як зміни освітленості від хмар або тіней, у порівнянні з іншими типами датчиків, такими як фоторезистори. Це дозволяє їм ефективно працювати в різних умовах середовища без втрати точності вимірювань.

З іншого боку, важливим недоліком є висока вартість цих датчиків порівняно з більш доступними альтернативами, наприклад, фоторезисторами. Велика вартість може стати перешкодою для їх широкого впровадження у деякі бюджетні проекти або додаткові застосування.

Крім того, деякі моделі лазерних або інфрачервоних датчиків можуть вимагати додаткового енергопостачання через використання лазерів або інфрачервоного світла. Це може збільшити загальні витрати на електропостачання та обслуговування системи з цими датчиками.

Обидва типи мають свої переваги і недоліки, які слід враховувати при виборі для конкретного застосування. Гіроскопи та акселерометри: ці сенсори вимірюють орієнтацію та рух пристрою в просторі. Шляхом аналізу змін у векторі руху можна приблизно визначити положення сонця.

Переваги гіроскопів та акселерометрів:

1. Висока точність вимірювання: гіроскопи та акселерометри можуть забезпечити високу точність вимірювання орієнтації та руху пристрою в просторі.
2. Реалізація в реальному часі: ці сенсори здатні працювати в реальному часі, що робить їх ідеальними для використання в системах керування, де потрібна негайна реакція на зміни.
3. Надійність: вони можуть бути досить надійними і стійкими до зовнішніх факторів, таких як вологість чи температурні зміни.

					КвРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк. 23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Можливість вимірювання руху: акселерометри можуть вимірювати рух по всім трьом осям, що дозволяє визначати зміни положення та орієнтації пристрою у просторі.

Недоліки гіроскопів та акселерометрів:

1. Недостатня точність в деяких умовах: у деяких випадках точність може страждати від шумів або інших факторів, особливо при швидких рухах або в ситуаціях з великими прискореннями.

2. Обмеження вимірювань: гіроскопи можуть бути обмеженими у вимірюванні низьких швидкостей обертання, а акселерометри - у вимірюванні високих прискорень.

3. Комплексність калібрування: для досягнення точних результатів може знадобитися складне калібрування сенсорів та компенсація систематичних похибок.

4. Вимоги до енергопостачання: деякі моделі гіроскопів та акселерометрів можуть вимагати значного енергопостачання, особливо при використанні в мобільних пристроях або батарейно-живлених системах.

Компаси: компас може використовуватися для визначення напрямку магнітного північного полюса, а отже, приблизно визначити положення сонця.

Переваги компасів:

1. Простота використання: компаси досить прості в установці та використанні. Вони можуть бути легко інтегровані в системи керування.

2. Невибагливість до джерела живлення: більшість компасів не потребують електроживлення, оскільки вони працюють за принципом взаємодії з магнітним полем Землі.

3. Широкий діапазон застосування: компаси можуть бути використані в різноманітних умовах, від звичайного орієнтування в природі до навігації на морі або в повітрі.

4. Надійність: вони можуть бути надійними пристроями з довгим терміном експлуатації, оскільки вони не мають рухомих деталей.

					КвРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк. 24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Недоліки компасів:

1. Вплив магнітних полів: компаси можуть бути схильними до впливу зовнішніх магнітних полів, таких як залізобетонні стіни або металеві об'єкти, що може спричинити неточності у вимірюваннях.

2. Обмежена точність: у деяких випадках точність компасів може бути обмеженою, особливо в областях з сильним магнітним впливом або в географічних регіонах зі складною магнітною аномалією.

3. Необхідність калібрування: деякі компаси можуть вимагати періодичного калібрування для забезпечення точних результатів.

4. Залежність від географічного положення: в певних регіонах Землі компаси можуть показувати неточні напрямки через вплив магнітних аномалій або геомагнітного поля.

GPS-модулі можуть визначати географічні координати та час, а також ширину і довготу. Ці дані можна використовувати для розрахунку поточного положення сонця.

GPS-модулі відомі своєю високою точністю визначення географічних координат пристрою. Вони базуються на сигналах супутників і працюють незалежно від погодних умов або освітлення, що забезпечує їхню стабільність і надійність в різних умовах.

Глобальне покриття GPS-модулів дозволяє їм працювати практично в будь-якій точці Землі, що робить їх універсальними для різноманітних застосувань. Багато модулів також надають інформацію про точний час, що є корисним для синхронізації з іншими пристроями.

Однак GPS-модулі мають свої недоліки. Вони можуть бути непрацездатними в місцях з обмеженою видимістю супутників, наприклад, в глибоких долинах або в густому лісі. Деякі модулі можуть виявитися неефективними щодо витрати енергії, особливо при тривалому використанні, що може вплинути на тривалість роботи вбудованих батарей. Також перший отриманий сигнал після включення може

					КвРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк. 25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

затриматися, особливо при переході в нове місцезнаходження, що потребує часу для з'єднання з супутниками.

Крім того, існує ризик втрати сигналу через перешкоди, такі як високі будівлі або гірські формації, що може позначитися на точності визначення місцезнаходження в реальному часі. Обираючи сенсори положення сонця, важливо врахувати точність, вартість, енергоспоживання та інші фактори, що впливають на їхню придатність для конкретного застосування в системі керування геліоелектростанцією.

2.2 Мотори для переміщення панелей

Мотори для переміщення сонячних панелей є ключовими компонентами в сонячних електростанціях, які використовуються для максимізації збору сонячної енергії.

Ці мотори забезпечують рух сонячних панелей залежно від сонячного світла, щоб забезпечити максимальну ефективність енергозбору.

Мотори використовуються для відстеження руху сонця на небі. Це дозволяє панелям завжди бути спрямованими на сонце, незалежно від часу доби та сезону. Існують два основних типи систем відстеження:

1. Одноосові системи: панелі рухаються лише вздовж однієї осі (зазвичай за висотою). Це менш складно, але менше ефективно.
2. Двоосові системи: панелі можуть рухатися вздовж двох осей (висота та азимут). Це забезпечує максимальний збір сонячної енергії, але вимагає більше обладнання та енергії.

Основні функції моторів для переміщення сонячних панелей включають регулювання кута нахилу та орієнтації панелей з метою оптимального спрямування на сонце протягом дня.

Це дозволяє забезпечити постійний потік сонячної енергії до сонячних батарей, збільшуючи загальний виробництво електроенергії.

Існують різні типи моторів, що використовуються для переміщення сонячних панелей, включаючи електричні мотори з редукторами, стандартні електродвигуни, крокові мотори та інші. Вони можуть бути ротаційними або лінійними, залежно від конструкції панелей та способу їх руху.

При виборі моторів для сонячних панелей важливо враховувати такі параметри, як вихідна потужність, крутний момент, швидкість руху, енергоефективність, стійкість до погодних умов та можливість керування. Оптимальний вибір мотора допоможе забезпечити надійне та ефективне функціонування сонячної електростанції.

Мотори для переміщення сонячних панелей можуть бути різних типів, але їх головна функція полягає в регулюванні положення панелей для оптимального виробництва електроенергії.

Крокові мотори працюють шляхом розбиття повного оберту на кілька кроків, що дозволяє здійснювати точний контроль за положенням панелей. Вони ідеально підходять для застосувань, де потрібна висока точність і контроль.

Сервомотори використовуються там, де потрібен високий рівень точності і швидкість руху. Вони мають систему зворотного зв'язку, яка постійно контролює і коригує положення панелей, що робить їх ідеальними для складних трекерів з двома осями обертання.

DC мотори є простішими та менш дорогими, ніж крокові або сервомотори. Вони забезпечують достатню потужність і надійність для переміщення сонячних панелей у багатьох додатках, особливо у системах з однією віссю обертання.

Мотори у сонячних трекерах зазвичай працюють у парі з редукторами, які знижують швидкість обертання і збільшують крутний момент, що дозволяє переміщувати великі панелі з мінімальним енергоспоживанням.

Основні характеристики таких моторів включають вихідну потужність, крутний момент, швидкість руху та тип керування. Дана інформація подана у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Основні характеристики моторів

Вихідна потужність	Це важливий параметр, який визначається вимогами до максимального навантаження, яке мотор повинен здати, щоб перемістити панелі.
Крутний момент	Це сила, яка забезпечує рух панелей відповідно до вимог системи. Крутний момент вимірюється у Нм (Ньютон-метр).
Швидкість руху	Це швидкість, з якою мотор може переміщати панелі. Вона вимірюється у метрах або кілометрах на годину.
Енергоефективність	Мотори можуть використовувати електроенергію з різних джерел. Важливо враховувати споживання енергії мотором, особливо якщо вони працюють від альтернативних джерел енергії, таких як сонячні батареї.
Тип керування	Мотори можуть мати різні методи керування, включаючи пряме електричне керування, керування по сигналу, програмоване керування та інші. Кращий вибір залежить від потреб системи та її функціональності.
Стійкість до погодних умов	Мотори повинні бути стійкими до різних погодних умов, таких як дощ, сніг, ультрафіолетове випромінювання та високі температури.

Підбір оптимального мотора для сонячних панелей важливий для забезпечення їх ефективного та надійного функціонування протягом тривалого часу:

1. Існують різні типи моторів, які використовуються для переміщення сонячних панелей, включаючи електричні мотори з редукторами, ступінчасті (крокові) мотори, серводвигуни, гідравлічні та пневматичні мотори.

2. Вибір мотора залежить від ваги та розміру сонячних панелей, а також від вимог щодо швидкості та точності руху. Мотори з великим крутним моментом здатні ефективно переміщати важкі панелі, тоді як мотори з високою швидкістю руху можуть забезпечити швидке та точне вирівнювання панелей на Сонце.

3. Деякі мотори можуть мати вбудовані системи керування, які автоматично коригують положення сонячних панелей відповідно до руху Сонця. Це забезпечує ефективне використання сонячних панелей у будь-який час доби та в різних погодних умовах.

4. Мотори для переміщення сонячних панелей повинні бути стійкими до зовнішніх умов, таких як вологість, пил, температурні коливання та ультрафіолетове випромінювання.

5. Ефективне використання енергії важливе для сонячних електростанцій. Тому деякі мотори мають оптимізований дизайн для зменшення споживання енергії та підвищення ефективності системи.

6. Важливо, щоб мотори були легкими у встановленні та обслуговуванні, щоб зменшити час і витрати на їх установку та обслуговування.

Мотори, які використовуються для переміщення сонячних панелей, розроблені з урахуванням специфіки сонячних електростанцій. Вони можуть бути виготовлені з різних матеріалів та мати різні конструкції відповідно до вимог конкретного проекту. Зазвичай ці мотори є частиною системи відстеження сонячного світла, яка автоматично коригує положення панелей для оптимального збору сонячної енергії.

					КвРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк. 29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основні параметри, які слід враховувати при виборі мотора для сонячних панелей, включають потужність, крутний момент, швидкість руху та стійкість до погодних умов. Мотор повинен бути достатньо потужним, щоб забезпечити рух панелей без затримок чи перебоїв, а також мати достатній крутний момент для руху великих панелей. Швидкість руху може бути регульована в залежності від потреб системи.

Деякі мотори можуть мати вбудовані функції керування, що дозволяють автоматизувати процес відстеження сонячного світла. Це може включати системи відстеження за допомогою датчиків сонячного світла або програмне керування, яке коригує положення панелей в реальному часі в залежності від положення Сонця.

Важливо також враховувати надійність та довговічність моторів, особливо при їх роботі в екстремальних умовах, таких як висока вологість, температурні коливання або пилові умови. Ці фактори можуть вплинути на тривалість служби та ефективність роботи сонячних панелей.

Додатково, мотори для переміщення сонячних панелей можуть мати різні механізми кріплення, такі як шестерневі передачі або гвинтові механізми, що дозволяють ефективно та точно регулювати положення панелей. Крім того, деякі мотори можуть мати вбудовану захисну оболонку для захисту від пилу та вологи, що забезпечує довговічність та надійність в умовах зовнішнього середовища.

У деяких випадках використовуються також спеціальні сенсори, які визначають положення Сонця або рівень освітленості, що дозволяє точніше коригувати положення сонячних панелей. Це може бути особливо важливо в областях зі значними змінами умов освітлення протягом дня або в різних сезонах року.

Інтеграція моторів для переміщення сонячних панелей з системами керування, моніторингу та автоматизації дозволяє створювати більш ефективні та продуктивні сонячні електростанції, що максимізують виробництво енергії з використанням сонячних ресурсів.

Мотори для переміщення сонячних панелей - це пристрої, спеціально призначені для регулювання положення сонячних панелей для максимального збору сонячної енергії. Вони можуть бути використані в різних сонячних енергетичних системах, від домашніх до комерційних та промислових.

Ці мотори можуть бути виготовлені з різних матеріалів і мати різні конструкції відповідно до вимог конкретного проекту. Вони зазвичай мають механізми кріплення, що дозволяють ефективно та точно регулювати положення панелей.

Основні характеристики моторів для переміщення сонячних панелей включають. Потужність: визначає, наскільки великі сонячні панелі можуть бути переміщені мотором.

Крутний момент: це сила, яка забезпечує обертання панелей. Чим більший крутний момент, тим важчі можуть бути панелі.

Швидкість руху: визначає, наскільки швидко можуть рухатися панелі. Вона може бути регульована в залежності від потреб системи. Стійкість до погодних умов: мотори повинні бути стійкими до впливу вологості, дощу, снігу та інших погодних умов.

Деякі мотори можуть мати вбудовані сенсори, які визначають положення Сонця або рівень освітлення, що дозволяє точніше коригувати положення сонячних панелей. Це допомагає максимізувати збір сонячної енергії і підвищує ефективність сонячної електростанції

2.3 Мікроконтролер ATmega328

Arduino Nano — це повнофункціональний мініатюрний пристрій на базі мікроконтролера ATmega328 (Arduino Nano 3.0) або ATmega168 (Arduino Nano 2.x), адаптований для використання з макетної плати. За функціональністю пристрій схожий на Arduino Duemilanove, і відрізняється від нього розмірами, відсутністю роз'єму живлення, а також іншим типом (Mini-B) USB-кабелю. Arduino

Nano розроблено і випускається фірмою Gravitech. Опис характеристики мікроконтролера ATmega328 показано у таблиці 2.2. А його вигляд на рисунку 2.1.

Таблиця 2.2 – Характеристики мікроконтролера ATmega328

Мікроконтролер	ATmega328
Робоча напруга (логічний рівень)	5В
Напруга живлення (рекомендована)	7-12В
Напруга живлення (гранична)	6-20В
Цифрові входи / виходи	14 (з яких 6 можуть використовуватися як ШІМ-виходи)
Аналогові входи	8
Максимальний струм одного виводу	40 мА
Flash-пам'ять	16 КБ (ATmega168) або 32 КБ (ATmega328) з яких 2 КБ використовуються завантажувачем
SRAM	2 КБ (ATmega328)
EEPROM	1 КБ (ATmega328)
Тактова частота	16 МГц
Розміри плати	1.85 см x 4.3 см



Рисунок 2.1 – Мікроконтролер ATmega328

АТmega328р — це мікроконтролер сімейства AVR від Atmel, який широко використовується у вбудованих програмах. У цій статті ми виконаємо детальний аналіз його архітектури, щоб краще зрозуміти його роботу та функції.

АТmega328р відповідає архітектурі фон Неймана, тобто код і дані зберігаються в одній пам'яті. Це забезпечує більшу гнучкість у програмуванні та забезпечує більшу ефективність використання пам'яті.

АТmega328р має 32 КБ флеш-пам'яті, яка використовується для зберігання програмного коду. Ця пам'ять є енергонезалежною, тобто код залишається навіть після вимкнення пристрою. Крім того, він має 2 КБ SRAM для зберігання змінних даних і 1 КБ EEPROM для зберігання енергонезалежних даних.

Серцем АТmega328р є його центральний процесор, який відповідає за виконання програмних інструкцій і маніпулювання даними. Він має максимальну тактову частоту 20 МГц і використовує 8-розрядну архітектуру RISC (Комп'ютер зі скороченим набором інструкцій). Це означає, що інструкції прості та виконуються за один такт, підвищуючи ефективність і продуктивність мікроконтролера.

АТmega328р має широкий спектр інтегрованих периферійних пристроїв, що робить його придатним для різноманітних застосувань. Деякі з найбільш помітних периферійних пристроїв включають:

– порти введення/виведення (GPIO): мікроконтролер має 23 контакти GPIO, які можна налаштувати як входи або виходи для взаємодії із зовнішніми пристроями;

– аналого-цифрові перетворювачі (АЦП): АТmega328р має 10-бітний АЦП, який дозволяє перетворювати аналогові сигнали в цифрові. Це корисно для зчитування датчиків та інших аналогових джерел сигналу;

– послідовний зв'язок: мікроконтролер має інтерфейси UART, SPI та I2C, які забезпечують зв'язок з іншими пристроями, такими як датчики, дисплеї та інші мікроконтролери;

– таймери: ATmega328p має кілька таймерів, які можна використовувати для вимірювання часу, генерації сигналів синхронізації та моніторингу подій у системі.

ATmega328 вважається одним із найпопулярніших і універсальних мікроконтролерів на ринку. Він виробляється компанією Microchip Technology і став основою багатьох електронних плат, які використовуються в найрізноманітніших сферах застосування.

ATmega328 — це мікроконтролер на основі 8-розрядної архітектури AVR. Він має тактову частоту до 20 МГц і має 32 КБ флеш-пам'яті, що дозволяє ефективно зберігати програми та дані. Крім того, він має 2 КБ пам'яті SRAM і 1 КБ пам'яті EEPROM для енергонезалежного зберігання даних.

Цей мікроконтролер має 23 вхідні/вихідні контакти, 6 з яких можна використовувати як ШІМ (широкоімпульсна модуляція) виходи, а 6 як аналогові входи. Він також має інтерфейси UART, SPI та I2C, що робить його сумісним з широким спектром пристроїв і периферійних пристроїв.

ATmega328 широко використовується при розробці електронних плат завдяки своїй гнучкості та здатності адаптуватися до різних програм. Деякі з сфер його використання включають:

1. Побутова електроніка: ATmega328 лежить в основі багатьох розробних плат, які використовуються для створення пристроїв споживчої електроніки, таких як розумні годинники, термостати, системи автоматичного поливу тощо.

2. Робототехніка: завдяки своїй здатності керувати декількома двигунами та датчиками, ATmega328 широко використовується у створенні роботів та автоматизованих систем.

3. Інтернет речей (IoT): завдяки підтримці бездротового зв'язку ATmega328 ідеально підходить для впровадження IoT-проектів, таких як системи віддаленого моніторингу, керування інтелектуальними пристроями та домашня автоматизація.

4. Промислова автоматизація: ATmega328 широко використовується в промислових застосуваннях, таких як керування машинами, моніторинг датчиків і виконавчих механізмів, а також керування процесами.

Ось деякі з основних переваг ATmega328:

- низька вартість: ATmega328 є доступним мікроконтролером, що робить його доступним як для професійних, так і для аматорських проєктів розробки;
- велика спільнота розробників.

ATmega328 – це 8-розрядний мікроконтролер, який широко використовується в різних електронних програмах. Щоб мати можливість використовувати всі його можливості та виконувати більш складні проєкти, важливо знати його детальну роботу.

ATmega328 має модифіковану гарвардську архітектуру, тобто він має окрему пам'ять для даних і програм. Це забезпечує більш ефективне виконання інструкцій і швидшу обробку. Його внутрішня архітектура розділена на різні функціональні блоки, серед яких виділяються:

- центральний процесор є ядром мікроконтролера і відповідає за виконання інструкцій програми, що зберігаються в пам'яті програм;

- у пам'яті програм зберігається код, який виконує мікроконтролер. ATmega328 має програмну пам'ять 32 КБ, що дозволяє зберігати відносно складні програми;

- у пам'яті даних зберігаються дані, які використовуються запущеною програмою. ATmega328 має пам'ять даних об'ємом 2 КБ, яка розділена на різні секції, наприклад, стек викликів або регістр стану;

- ATmega328 має широкий спектр інтегрованих периферійних пристроїв, таких як порти GPIO, аналого-цифрові перетворювачі, таймери, UART тощо. Ці периферійні пристрої дозволяють мікроконтролеру взаємодіяти із зовнішнім середовищем і виконувати різні завдання.

ATmega328 використовує набір інструкцій RISC (Reduced Instruction Set Computing), що означає, що він має обмежену кількість базових, але високоефективних інструкцій. Це забезпечує більш високу швидкість виконання інструкцій і менше енергоспоживання.

Для програмування ATmega328 найчастіше використовують мову програмування C/C++, хоча також можна використовувати мови асемблера. Вихідний код, написаний на цих мовах, компілюється за допомогою спеціального компілятора для мікроконтролера, генеруючи двійковий файл, який завантажується в програмну пам'ять ATmega328.

Програмувати ATmega328 можна за допомогою різних інструментів. Однією з найбільш використовуваних є Arduino IDE, яка забезпечує зручний графічний інтерфейс і спрощує процес програмування. Також можна використовувати інші середовища розробки, такі як Atmel Studio, яка пропонує більший контроль над процесом програмування.

2.4 Інтерфейси зв'язку

Інтерфейси зв'язку в контексті сонячних панелей включають в себе різноманітні методи передачі даних та керування пристроями, які використовуються для моніторингу, керування та зв'язку з сонячною енергосистемою. Ось деякі інтерфейси, які можуть бути використані:

1. RS-232 - це стандартний інтерфейс для послідовного обміну даними між пристроями. RS-232 широко використовується для підключення контролерів збору даних або моніторингових пристроїв до центральної системи керування.

2. RS-485 також використовується для послідовного обміну даними, але він забезпечує більшу довжину передачі даних та підтримує підключення багатьох пристроїв до одного шини. RS-485 часто використовується для підключення розподіленої системи моніторингу сонячних панелей.

3. Modbus є відкритим протоколом зв'язку, який часто використовується в системах автоматизації промислових процесів. Він підтримує послідовний та мережевий обмін даними і може бути використаний для збору даних з сонячних панелей та інших пристроїв.

					КВРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк. 36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Ethernet забезпечує підключення до локальної мережі для передачі даних до центральної системи керування. Ethernet може бути використаний для підключення моніторингових систем або веб-серверів, що надають доступ до інформації про сонячну електростанцію через Інтернет.

5. Wi-Fi: цей бездротовий інтерфейс дозволяє підключати сонячні панелі та інші пристрої до локальної Wi-Fi мережі. Він може бути використаний для зв'язку з мобільними пристроями або хмарними сервісами для моніторингу та керування.

Ці інтерфейси дозволяють забезпечити зв'язок між сонячними панелями, контролерами, моніторинговими системами та іншими пристроями, що дозволяє ефективно контролювати та оптимізувати роботу сонячної електростанції.

Зазвичай інтерфейси зв'язку обрані залежно від конкретних потреб проекту, умов встановлення та вимог до зв'язку. Ось ще кілька додаткових відомостей про інтерфейси зв'язку для сонячних панелей.

1. CAN (Controller Area Network): цей широко використовуваний протокол мережі забезпечує надійний обмін даними між пристроями у вимірних умовах та на великі відстані. CAN може бути корисним для систем з великою кількістю розподілених сонячних панелей або управлінням системою зберігання енергії.

2. Bluetooth: бездротовий протокол Bluetooth дозволяє підключати сонячні панелі та інші пристрої до мобільних пристроїв або контролерів для моніторингу та управління в реальному часі.

3. LoRa (Long Range): технологія LoRa забезпечує дальній зв'язок на великі відстані з низькою потужністю передачі. Вона може бути корисною для систем моніторингу сонячних панелей в віддалених місцях або на об'єктах з великою площею.

4. Модеми зв'язку: у випадку великих сонячних ферм або великих об'єктів, де потрібно надійне зв'язку, можуть використовуватися спеціальні модеми зв'язку, такі як 3G, 4G або навіть 5G, для передачі даних через мобільні мережі.

5. Мережеві протоколи: для віддаленого моніторингу та управління сонячними електростанціями можуть використовуватися мережеві протоколи, такі

як MQTT (Message Queuing Telemetry Transport), CoAP (Constrained Application Protocol) або HTTP (Hypertext Transfer Protocol) через IoT (Internet of Things) платформи або хмарні сервіси.

Вибір конкретного інтерфейсу зв'язку залежить від багатьох факторів, включаючи вимоги до швидкості передачі даних, відстань, на яку потрібно передавати сигнал, та доступність інфраструктури зв'язку в конкретному регіоні.

Блок живлення (або живлення) у сонячних електростанціях відіграє ключову роль у забезпеченні сталого та надійного живлення для всіх компонентів системи. Ось деяка інформація про блок живлення у контексті сонячних електростанцій.

1. Блок живлення перетворює постійний струм (DC) з сонячних панелей на змінний струм (AC), який може бути використаний для живлення побутових, комерційних або промислових пристроїв та обладнання. Він також може забезпечувати зарядку акумуляторів для накопичення енергії на періоди, коли сонячна енергія недоступна.

2. Існують різні типи блоків живлення, зокрема:

- сіткові інвертори (Grid-tie inverters): вони призначені для підключення сонячної електростанції до електричної мережі будівлі або гріду. Вони перетворюють сонячну енергію на струм, який може бути використаний для живлення споживачів в мережі або продаватися електричним компаніям за програмами зеленої енергії;

- офф-грід інвертори (Off-grid inverters): ці інвертори призначені для використання в автономних сонячних системах, які не з'єднані з грідом. Вони зазвичай працюють разом з батареями для накопичення енергії і забезпечують стабільне живлення навіть у відсутність сонячної енергії;

- гібридні інвертори (Hybrid inverters): ці інвертори поєднують в собі функції сіткових і офф-грід інверторів, дозволяючи споживати сонячну енергію відразу, а також зберігати її в батареях або підключатися до гріду.

3. Блоки живлення мають різні ємності та потужності в залежності від потреб конкретної сонячної електростанції. Вони можуть бути розраховані на

живлення побутових пристроїв, великих промислових систем або будь-якого іншого обладнання залежно від потужності сонячної системи та споживаної енергії.

4. При виборі блоку живлення важливо враховувати його ефективність та надійність. Висока ефективність допомагає максимізувати використання сонячної енергії, а надійність забезпечує стабільну роботу системи протягом тривалого часу.

5. Деякі блоки живлення мають вбудовані функції моніторингу та керування, які дозволяють відстежувати роботу сонячної системи та оптимізувати її роботу для максимальної ефективності та надійності.

Враховуючи ці аспекти, вибір блоку живлення є важливим етапом при проектуванні та реалізації сонячної електростанції.

2.5 Висновки

Зробивши аналіз різних аспектів сонячної енергетики, можна зробити наступні висновки:

1. Сенсори положення сонця дозволяють точно визначати положення Сонця і оптимізувати роботу сонячних панелей для максимального збору сонячної енергії.

2. Гіроскопи та акселерометри можуть допомогти в стабілізації та орієнтації сонячних панелей, забезпечуючи ефективну роботу системи в різних умовах.

3. Компаси надають інформацію про магнітний напрямок, що допомагає визначити орієнтацію сонячних панелей відносно північного напрямку.

4. GPS-модулі забезпечують точне визначення географічних координат, що може бути корисним для відстеження руху Сонця та розрахунку оптимального положення панелей.

5. Мотори для переміщення панелей дозволяють автоматично регулювати положення сонячних панелей для максимального збору сонячної енергії впродовж дня.

6. Блоки живлення забезпечують надійне та ефективне живлення сонячних електростанцій, перетворюючи сонячну енергію на електричний струм, який може бути використаний для живлення пристроїв.

В цілому, інтеграція цих компонентів дозволяє створювати ефективні та надійні сонячні електростанції, які можуть бути використані для виробництва чистої енергії в різних умовах та регіонах.

					КвРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РОБОТОЮ ДВОХКООРДИНАТНОЇ ГЕЛІОЛЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

3.1 Розробка алгоритму функціонування системи

Алгоритм роботи системи позиціонування сонячних панелей починається з ініціалізації, а потім переходить до циклічного опитування підключених датчиків. На кожній ітерації циклу мікроконтролер ATmega328 зчитує аналогові значення опору, які надходять від кожного з чотирьох фоторезисторів, розташованих на сонячних панелях. Ці значення відображають рівень освітленості, яку отримує кожна з панелей.

Мікроконтролер ATmega328 починає зчитувати аналогові значення опору, які поступають від кожного з чотирьох фоторезисторів, розташованих на сонячних панелях. Ці значення відображають освітленість, яку отримує кожна з панелей. За допомогою алгоритмів обробки даних, мікроконтролер аналізує ці значення і визначає, яка з панелей знаходиться в найкращому положенні щодо сонця, а також напрямок руху сонця. При цьому також розраховуються Зенітний і Азимутальний кути.

З урахуванням нашої поставленої задачі складаємо алгоритм роботи системи позиціонування, яка проектується. Робота проекрованої системи починається з ініціалізації.

Наступним кроком починається опитування підключених датчиків до трекера, яке працює циклічно. Для отримання інформації з датчиків здійснюється опитування портів вводу-виводу мікроконтролера. Після опитування всіх датчиків та отримання від них інформації, система виконує обробку даних. В результаті цього обчислюються Азимутальний і Зенітний кути. Після аналізу даних мікроконтролер виставляє відповідні сигнали керування для двох сервоприводів.

Перший сервопривід, розташований по вертикалі, керує кутом нахилу сонячних панелей таким чином, щоб максимально використовувати сонячне світло.

					КвРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк. 41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Це досягається шляхом руху панелей у напрямку сонця або в оптимальне положення в залежності від зчитаних даних про освітленість.

Другий сервопривід, розташований по горизонталі, регулює положення панелей у горизонтальній площині. Він забезпечує оптимальне орієнтування панелей відносно сонця в залежності від його положення на небі.

Сигнали керування для обох сервоприводів формуються мікроконтролером та передаються через адаптери A3 Module_A4988. Ці сигнали визначають швидкість і напрямок руху кожного з сервоприводів, забезпечуючи максимальний збір сонячної енергії.

Мікроконтролер видає сигнали керування для обох сервоприводів через адаптери A3 Module_A4988. Ці сигнали визначають швидкість і напрямок руху кожного з сервоприводів, щоб забезпечити максимальний збір сонячної енергії.

Алгоритм роботи цієї системи позиціонування сонячних панелей, яка проектується, показано у додатку 2.

3.2 Розробка структурної схеми пристрою

Структурна схема двохкоординатної геліоелектростанції може бути представлена наступним чином:

1. Сонячні панелі:

- сонячні панелі збирають сонячне випромінювання і генерують електричну енергію.

2. Датчики позиції:

- датчики позиції розташовані на структурі, що підтримує сонячні панелі. Вони фіксують поточне положення панелей у двох координатних напрямках: горизонтальному (азимутальному) та вертикальному (зенітному).

3. Мікроконтролер Arduino:

- мікроконтролер Arduino виступає як мозок системи. Він отримує дані від датчиків позиції та аналізує їх, приймаючи рішення щодо оптимального положення сонячних панелей для збору сонячної енергії;

- мікроконтролер генерує сигнали керування для двигунів, які піднімають або опускають панелі для зміни їхнього положення.

4. Двигуни (мотори):

- двигуни або мотори приєднуються до сонячних панелей і відповідають за їхній рух. Вони отримують сигнали керування від мікроконтролера та переміщують панелі в потрібному напрямку.

5. Живлення:

- система живлення, така як акумулятори або сонячні батареї, забезпечує живлення мікроконтролера та двигунів. Живлення може бути підключено до мікроконтролера через вбудований роз'єм живлення або ж через зовнішні джерела енергії.

Для створення детальної схеми геліоелектростанції спершу розглянемо блок живлення, який забезпечує стабільну напругу і струм для всієї системи. Блок живлення може бути мережевим адаптером або батареєю, що забезпечує необхідні 5V або 12V для живлення мікроконтролера і сервоприводів. Мікроконтролер, такий як Arduino, є центральним елементом системи, який керує всіма компонентами. Він отримує дані від блоку інтенсивності світлового потоку, що складається з фотодіодів або фоторезисторів. Ці датчики вимірюють інтенсивність світла з різних напрямків.

Мікроконтролер обробляє ці дані і визначає, в якому напрямку слід перемістити сонячні панелі для максимального уловлювання сонячного світла. Для цього він посилає сигнали керування двома сервоприводами. Один сервопривод контролює нахил панелей у вертикальній площині (відносно горизонту), а інший - поворот панелей у горизонтальній площині (відносно азимуту). Ця система дозволяє автоматично коригувати положення сонячних панелей протягом дня, забезпечуючи максимальну ефективність перетворення сонячної енергії в

					КвРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк. 43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електричну. Сервоприводи отримують сигнали від мікроконтролера через PWM-виходи, що дозволяє точно контролювати їх рух.

Крім того, схема може містити додаткові компоненти, такі як модулі зв'язку для віддаленого моніторингу та керування, а також захисні механізми для запобігання перегріву та перевантаження системи. У результаті отримуємо автоматизовану систему, яка забезпечує ефективне використання сонячної енергії завдяки динамічному стеженню за положенням сонця.

3.3 Розробка функціональної схеми пристрою.

Функціональна схема двохкоординатної геліоелектростанції включає в себе наступні компоненти: сонячні панелі, датчики позиції, мікроконтролер Arduino, двигуни (мотори), а також адаптер для керування сервоприводами.

Функціональна схема геліоелектростанції починається з блоку живлення, який постачає електроенергію всім компонентам системи. Блок живлення забезпечує стабільну напругу та струм для мікроконтролера і сервоприводів. Мікроконтролер є центральним елементом системи, який керує роботою інших компонентів. До мікроконтролера підключено блок інтенсивності світлового потоку, що складається з фотодіодів або фоторезисторів, які розташовані в різних напрямках і вимірюють інтенсивність світла.

Мікроконтролер Arduino функціонує як центральний обчислювальний блок системи. Він отримує дані з датчиків позиції і на їх основі приймає рішення щодо оптимального положення сонячних панелей для максимального збору сонячної енергії.

Сонячні панелі збирають сонячне випромінювання та перетворюють його на електричну енергію. Датчики позиції розташовані на конструкції, яка підтримує сонячні панелі, і вимірюють поточне положення панелей у горизонтальному та вертикальному напрямках.

					КвРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Мікроконтролер обробляє сигнали від блоку інтенсивності світлового потоку, порівнює значення і визначає оптимальний напрямок для сонячних панелей. Залежно від отриманих даних мікроконтролер посилає відповідні сигнали на два сервоприводи. Один сервопривод відповідає за вертикальне переміщення панелей, а інший – за горизонтальне переміщення. Це дозволяє автоматично коригувати положення панелей протягом дня для максимального уловлювання сонячного світла.

Сигнали керування від мікроконтролера до сервоприводів передаються через PWM-виходи, що забезпечує точне позиціонування. У разі необхідності схема може включати модулі зв'язку для віддаленого моніторингу та керування системою, а також захисні механізми для запобігання перегріву та перевантаження.

Двигуни (мотори) приєднуються до сонячних панелей і відповідають за їхній рух. Вони отримують сигнали керування від мікроконтролера та переміщують панелі в потрібному напрямку.

Адаптер для керування сервоприводами використовується для підключення сервоприводів до мікроконтролера Arduino. Він забезпечує необхідний напруговий рівень та сигнали для керування сервоприводами, які відповідають за рух сонячних панелей.

Усі ці компоненти працюють разом для автоматичного позиціонування сонячних панелей з метою максимізації збору сонячної енергії і забезпечення ефективної роботи геліоелектростанції.

Система живлення геліоелектростанції включає в себе джерела енергії та компоненти для її розподілу. Основним джерелом енергії є сонячні панелі, які перетворюють сонячне випромінювання на електричну енергію. Ця енергія може бути використана безпосередньо для живлення системи або накопичуватися в акумуляторах для подальшого використання у нічний час або при недостатньому сонячному світлі. Акумулятори забезпечують постійне живлення системи незалежно від умов освітлення, забезпечуючи безперебійну роботу геліоелектростанції впродовж доби.

					КвРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк. 45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4 Розробка принципової схеми пристрою

Підключення сервоприводів до мікроконтролера через адаптер A3 (Module_A4988) може здаватися нетривіальним процесом, оскільки A4988 зазвичай використовується для керування кроковими двигунами, а не сервоприводами. Проте, якщо ви маєте конкретну причину використовувати A4988, ви можете застосувати його для керування сервоприводами.

Спочатку вам потрібно забезпечити живлення для сервоприводів та самого A4988. Якщо сервоприводи потребують великої потужності, ви можете використовувати зовнішнє джерело живлення. Для A4988 також потрібно живлення, яке може бути від 8 до 35 В.

Далі вам необхідно підключити сигнальні піни від сервоприводів до виводів STEP і DIR на A4988. Оскільки A4988 зазвичай використовується для крокових двигунів, може знадобитися деяке програмне налаштування.

Після цього підключіть виводи STEP, DIR і ENABLE з A4988 до відповідних цифрових виводів на Arduino. Також підключіть піни для контролю напруги VDD і GND.

1. VDD: це підживлюючий пін, який призначений для підключення джерела живлення до пристрою. Зазвичай це може бути джерело постійного струму (наприклад, батарея або блок живлення), яке надає потрібну напругу для роботи пристрою. Пристрій отримує енергію через цей пін.

2. GND: це земляний пін, який використовується для підключення "нульового" потенціалу або землі. Він служить як опорний пункт для вимірювання напруги та для створення поверхні відліку для електричних сигналів у пристрої. Підключення GND забезпечує повне електричне коло для пристрою.

Підключення цих пінів є критичним для правильної роботи електронних пристроїв. Вони забезпечують необхідне живлення і забезпечують стабільність напруги та електричних сигналів в пристрої. Важливо дотримуватися правильної

					КВРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк. 46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

полярності та напруги при підключенні цих пінів, оскільки неправильне підключення може призвести до пошкодження пристрою.

За допомогою програмного забезпечення Arduino виберіть належні значення кроку (step) та напрямку (direction) для вашого сервопривода. Для цього може знадобитися використання відповідної бібліотеки або написання власного коду.

1. STEP (Крок) призначений для керування кроком крокового двигуна, але в контексті використання A4988 для сервоприводів він використовується для керування рухом сервопривода. Сигнал на цьому піні вказує модулю A4988 на виконання крокового кроку, але в даному випадку він буде використовуватися для керування кутом обертання сервопривода.

2. DIR (Напрямок) визначає напрямок обертання крокового двигуна, але в даному випадку використовується для вказівки напрямку руху сервопривода. Шляхом зміни напруги на цьому піні ви можете визначити, в якому напрямку має рухатися сервопривід.

Після підключення та програмування перевірте, чи працюють сервоприводи з вашим Arduino та A4988. Можливо, знадобиться налагодження параметрів кроку та напрямку для досягнення бажаної реакції від сервоприводів.

Важливо зауважити, що використання A4988 для керування сервоприводами може бути не найефективнішим або найзручнішим способом. Якщо у вас є можливість, краще використовуйте спеціалізовані контролери для сервоприводів, такі як PCA9685, які призначені саме для цього.

Живлення мікроконтролера.

- Вхід живлення (VIN) мікроконтролер підключається до джерела живлення або від аккумулятора через регульований або нерегульований джерело живлення.

- Земля (GND) мікроконтролер з'єднується з негативним полюсом джерела живлення.

Живлення адаптера A3 Module_A4988.

					КВРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк. 47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Модуль А4988 є мікросхемою драйвера для керування кроковими двигунами, зазвичай використовується для точного контролю руху в 3D-принтерах, робототехніці та інших системах автоматизації. А4988 підтримує мікрошагове керування до 1/16 мікрокроку, що дозволяє забезпечити плавний та точний рух двигуна. Він працює з широким діапазоном напруг від 8 до 35 В і забезпечує максимальний струм до 2 А на фазу, що дозволяє керувати різноманітними кроковими двигунами.

Основні функції модуля включають захист від перевантаження по струму, короткого замикання, перегріву, а також регулювання струму за допомогою потенціометра. Сигнали керування на мікросхему передаються через інтерфейс STEP/DIR, де сигнал STEP визначає крок двигуна, а DIR задає напрямок обертання. Наявність регулятора струму дозволяє обмежувати струм через двигун, запобігаючи його перегріву та пошкодженню. Модуль також має роз'єми для підключення живлення та двигуна, а також пін для налаштування мікрокроку, що дозволяє легко інтегрувати його в різні електронні системи.

- Позитивний полюс живлення підключається до вхідного терміналу модуля А3 (Module_A4988). Цей вхід може позначатися як VDD або VCC на модулі А4988.

- Негативний полюс живлення з'єднується з земельним терміналом адаптера А3.

Важливо врахувати, що напруга живлення для А4988 може бути від 8 до 35 В. Обережно слідкуйте за вказівками по живленню, щоб уникнути пошкодження пристроїв.

Ця схема забезпечує живлення як мікроконтролера, так і адаптера А3 Module_A4988, дозволяючи їм працювати разом для керування сервоприводами або іншими пристроями.

Фоторезистор підключається до мікроконтролера через аналоговий вхід. Один кінець фоторезистора з'єднується з позитивним полюсом джерела живлення, а інший - з аналоговим входом мікроконтролера. Паралельно до фоторезистора

					КвРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк. 48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

може бути підключений резистор великої опору для стабілізації напруги на вході мікроконтролера. Така схема дозволяє мікроконтролеру вимірювати опір фоторезистора і, отже, отримувати дані про рівень освітленості.

Фоторезистор є типом резистора, опір якого змінюється в залежності від рівня освітленості, на який він впливає. Коли освітлення змінюється, опір фоторезистора також змінюється. Коли освітлення високе, опір фоторезистора зменшується, і навпаки, коли освітлення низьке, опір збільшується.

Мікроконтролер здатен читати напругу на аналоговому вході, яка змінюється відповідно до зміни опору фоторезистора. Він перетворює цю напругу в цифрове значення, використовуючи аналого-цифровий перетворювач (АЦП). Значення, отримане в результаті зчитування аналогового входу, відображається в програмі мікроконтролера як числове значення.

Після отримання цього значення мікроконтролер може виконувати різні дії залежно від програмного коду. Наприклад, він може порівнювати зчитані значення з певними пороговими значеннями і приймати рішення щодо керування іншими пристроями, такими як сервоприводи.

Щодо керування сервоприводами через адаптер А3 (Module_A4988), цей адаптер зазвичай використовується для керування кроковими двигунами, а не для сервоприводів. Однак, якщо вам потрібно використовувати його для керування сервоприводами, вам доведеться використовувати аналогові виходи мікроконтролера, щоб створити відповідні сигнали для керування напрямком і швидкістю обертання сервопривода.

Система з чотирма фоторезисторами може використовуватися для відслідковування руху сонця. Два фоторезистори можуть бути розташовані горизонтально, а два - вертикально. Коли сонце рухається, освітленість змінюється для кожного фоторезистора відповідно до його положення відносно сонця. Мікроконтролер може аналізувати ці значення освітленості і приймати рішення щодо того, як рухати два сервоприводи.

					КвРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк. 49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

По-перше, мікроконтролер повинен зчитувати значення освітленості з кожного з фоторезисторів. Наприклад, якщо освітленість збільшується на одному фоторезисторі і зменшується на іншому у той же час, це може означати, що сонце рухається з одного боку на інший.

Після отримання даних про рух сонця, мікроконтролер може керувати двома сервоприводами для вирівнювання панелі на сонці. Наприклад, якщо сонце зміщується праворуч, мікроконтролер може рухати горизонтальний сервопривід вправо, щоб вирівняти панель, тоді як вертикальний сервопривід може нахилитися в той бік, де зменшується освітленість, для максимального збору сонячної енергії.

Ця система дозволяє автоматично відстежувати рух сонця і вирівнювати сонячну панель для максимального збору сонячної енергії. Це може бути особливо корисно для сонячних батарей, сонячних панелей або систем геліоспостереження.

Система скидання (reset) для мікроконтролера може бути реалізована за допомогою кнопки і підтягнутого резистора.

Схема кнопки reset полягає в тому, що один кінець кнопки підключається до позитивного полюса джерела живлення (наприклад, +5V), а інший кінець - до пину RESET на мікроконтролері. Паралельно до кнопки може бути підключений підтягнутий резистор з великою опором (наприклад, 10 кОм), який з'єднує пін RESET з землею. Коли кнопка не натиснута, підтягнутий резистор забезпечує високий рівень напруги на пині RESET. Коли кнопка натиснута, пін RESET з'єднується з нульовим потенціалом, і мікроконтролер перезапускається.

Система працює наступним чином: коли кнопка не натиснута, пін RESET залишається на високому рівні напруги через підтягнутий резистор, і мікроконтролер продовжує працювати нормально. Коли кнопка натиснута, пін RESET з'єднується з нульовим потенціалом, що призводить до перезавантаження мікроконтролера.

Ця схема дозволяє легко скидати мікроконтролер за допомогою кнопки, що може бути корисно для перезапуску програми або в разі виникнення проблем.

					КВРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк. 50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під час ініціалізації мікроконтролера можна налаштувати різні параметри, такі як налаштування пінів, встановлення початкових значень змінних, налаштування швидкості передачі даних тощо.

Зазвичай під час ініціалізації налаштовуються вхідні та вихідні піни мікроконтролера. Вхідні піни можуть бути призначені для прийому сигналів від сенсорів, кнопок або інших пристроїв, тоді як вихідні піни можуть керувати актуаторами, такими як світлодіоди або сервоприводи. При цьому можуть бути встановлені режими роботи (наприклад, вхід або вихід), а також режими роботи з пінами (наприклад, цифровий або аналоговий).

Додатково, під час ініціалізації можна налаштувати інші параметри, такі як налаштування швидкості передачі даних для зв'язку з іншими пристроями, налаштування таймерів для регулювання часових подій, ініціалізація змінних для подальшого використання у програмі, тощо.

Коротко кажучи, ініціалізація мікроконтролера - це процес налаштування різних параметрів та ресурсів, необхідних для подальшої роботи програми. Це дозволяє підготувати мікроконтролер до правильного функціонування та виконання поставлених завдань.

3.5 Опис реалізації модулів апаратного та програмного забезпечення програмно-технічного засобу

Алгоритм обробки сигналів для визначення положення сонця у двохкоординатній системі, яка керує геліоелектростанцією.

Програмне забезпечення Arduino — це середовище програмування, яке дозволяє розробникам створювати програми для мікроконтролерів Arduino і сумісних платформ. Воно включає в себе інтегровану середу розробки (IDE), бібліотеки та інструменти, що полегшують процес програмування.

Інтегроване середовище розробки (IDE) Arduino — це графічна оболонка, яка дозволяє зручно писати, компілювати та завантажувати програми на

мікроконтролер. У IDE доступний текстовий редактор з підсвічуванням синтаксису, консоль, в якій виводяться повідомлення про помилки та результати компіляції, а також інтерфейс для завантаження програм в мікроконтролер.

Бібліотеки Arduino — це набори функцій, які спрощують роботу з різними периферійними пристроями та сенсорами. Ці бібліотеки дозволяють взаємодіяти з різними пристроями шляхом виклику відповідних функцій.

Щоб запрограмувати мікроконтролер за допомогою Arduino IDE, виберіть відповідну платформу (наприклад, Arduino Uno, Arduino Mega тощо), напишіть код програми, скомпілюйте його, а потім завантажте на мікроконтролер за допомогою USB-порту.

Arduino IDE підтримує мови програмування C та C++, тож програмісти можуть використовувати стандартні мовні конструкції для розробки програм. Крім того, Arduino IDE містить багато прикладів програм, які можна використовувати як основу для власних проєктів.

Arduino IDE підтримує широкий спектр плат Arduino, таких як Arduino Uno, Mega, Nano, Leonardo та багато інших. Користувач може обрати потрібну плату зі списку в меню інструментів. Крім стандартних плат, можна додавати підтримку нестандартних або саморобних плат через менеджер плат.

IDE дозволяє легко завантажувати написаний код на мікроконтролер через USB-кабель. Після компіляції програми, натисканням однієї кнопки можна завантажити її на плату та почати виконання. Arduino IDE також підтримує серійний монітор, який дозволяє відстежувати та відлагоджувати програму в режимі реального часу.

Arduino IDE постачається з великою кількістю прикладів, які демонструють основні можливості плат та компонентів. Ці приклади допомагають швидко освоїтись з основами програмування на Arduino. Також є доступ до офіційної документації та великої кількості онлайн-ресурсів, форумів та спільнот, що надають підтримку та обмін досвідом.

					КвРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк. 52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

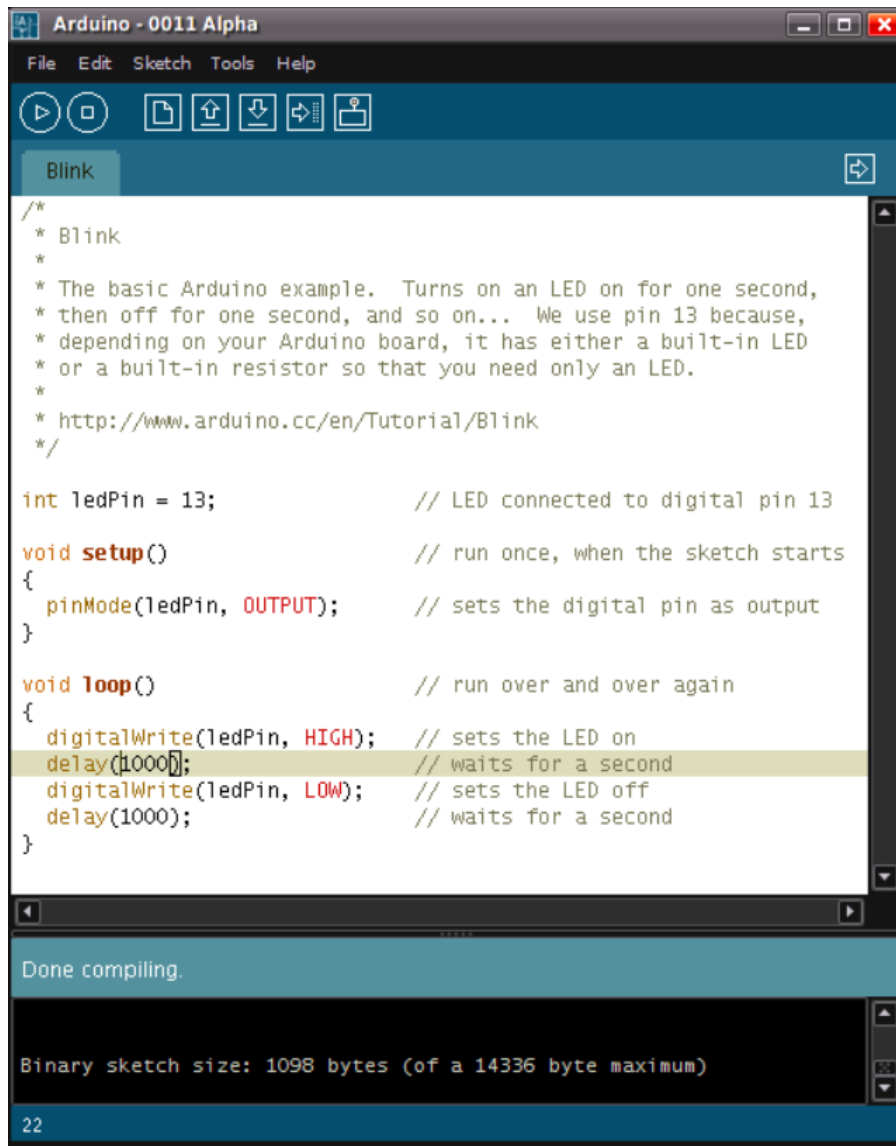


Рисунок 3.1 – Arduino IDE з прикладом простої програми

Arduino IDE є потужним інструментом для розробки проектів з використанням мікроконтролерів. Вона поєднує простоту використання з широкими можливостями, що робить її популярною як серед початківців, так і серед досвідчених розробників. Завдяки Arduino IDE, процес створення електронних проектів стає значно простішим та доступнішим для всіх бажаючих.

Приклад середовища показано на рисунку 3.1.

Загалом, Arduino IDE є потужним і простим у використанні інструментом для програмування мікроконтролерів Arduino, що робить його популярним серед початківців та досвідчених розробників одночасно.

Перший крок у розробці системи виявлення положення сонця з використанням мікроконтролера ATmega328 - це належне підключення датчиків світла до мікроконтролера. Датчики світла, такі як фотодіоди або фоторезистори, використовуються для вимірювання інтенсивності світла в певних напрямках, щоб визначити положення сонця на небосхилі.

Апаратне забезпечення включає мікроконтролер, який є центральним компонентом системи і керує всіма іншими модулями. Популярні моделі мікроконтролерів включають Arduino, ESP32 та STM32. Мікроконтролер отримує вхідні сигнали від різних датчиків, таких як датчики інтенсивності світлового потоку, і обробляє ці сигнали для прийняття рішень про керування іншими компонентами системи.

Драйвери двигунів, такі як A4988, використовуються для керування кроковими двигунами, які забезпечують точне позиціонування рухомих частин системи. A4988 підтримує мікрошагове керування, що дозволяє досягти плавного та точного руху. До мікроконтролера також підключаються сервоприводи, які змінюють положення механічних елементів, таких як сонячні панелі в геліоелектростанції. Сервоприводи отримують сигнали PWM від мікроконтролера для точного контролю свого положення.

Блок живлення забезпечує стабільне живлення для мікроконтролера, сервоприводів та інших компонентів системи. Він може включати батареї або мережеві адаптери, які забезпечують необхідну напругу та струм для роботи всіх елементів.

Програмне забезпечення мікроконтролера містить прошивку, яка керує всією логікою системи. Воно написано на мові програмування, такій як C або C++, і завантажується в мікроконтролер. Прошивка включає алгоритми обробки сигналів від датчиків і генерації відповідних керуючих сигналів для двигунів і сервоприводів. Програмне забезпечення постійно моніторить вхідні дані, обробляє їх і приймає рішення на основі заздалегідь визначених алгоритмів.

Наприклад, у випадку з геліоелектростанцією, програмне забезпечення мікроконтролера буде отримувати дані від датчиків світла, обробляти ці дані, визначати оптимальний кут нахилу сонячних панелей і надсилати відповідні команди на сервоприводи, щоб змінити положення панелей. Програмне забезпечення також може включати функції для калібрування системи, управління режимами роботи та зв'язку з іншими пристроями або користувачем через інтерфейси, такі як UART, SPI або I2C.

Для підключення датчиків до мікроконтролера, спочатку обрати відповідні піни для зчитування сигналів з датчиків. Наприклад, для аналогових датчиків, які вимірюють інтенсивність світла, використовують аналогові входи мікроконтролера, такі як A0, A1, A2 і т.д. Для цифрових датчиків, які мають цифровий вихід, використовуйте цифрові входи, наприклад, піни 2, 3, 4 і т.д., або можливо спеціальні інтерфейси, такі як I2C або SPI.

Підключити живлення кожного датчика до джерела живлення мікроконтролера (наприклад, +5 В або +3.3 В) і підключити землю кожного датчика до землі мікроконтролера для забезпечення спільної електричної схеми.

Бібліотека Arduino.h - це одна з основних бібліотек у середовищі Arduino, яка надає доступ до базових функцій і функціональностей платформи. Вона містить в собі деякі основні функції для керування платформою Arduino, такі як ініціалізація, робота з пінами вводу-виводу, затримки, час та інші.

Основна функціональність Arduino.h включає в себе:

- функції ініціалізації `setup()` та `loop()`, які використовуються для ініціалізації пристрою та основного циклу виконання програми;
- робота з пінами для зчитування та запису на піни вводу-виводу, такі як `digitalRead()`, `digitalWrite()`, `analogRead()`, `analogWrite()` і т.д;
- функції затримки `delay()`, яка використовується для створення затримок у програмі;

					КвРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк. 55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- функції роботи з часом: `millis()`, `micros()`, `delayMicroseconds()`, які використовуються для отримання поточного часу або створення затримок в мікросекундах.

Крім того, бібліотека `Arduino.h` містить деякі додаткові функції та константи, які допомагають розробникам працювати з платформою `Arduino` більш ефективно. Вона є важливою складовою середовища розробки `Arduino` і часто використовується для розробки широкого спектру проектів, від простих світлодіодних маячків до складних автономних систем управління.

Після підключення фізично провести зчитування значень з датчиків за допомогою програмного коду для мікроконтролера, використовуючи функцію `analogRead()` для зчитування аналогових значень з аналогових датчиків або використовуючи бібліотеки або функції, що підтримують зчитування цифрових сигналів.

Наприклад, для зчитування значень з аналогового датчика, підключеного до піна `A0`, використовую наступний код у функції `loop()`:

```
void loop() {
    int sensorValue = analogRead(A0);
    // Зчитування значення з аналогового датчика
    // Обробка отриманих даних (наприклад, виведення в
Serial Monitor)
    Serial.print("Sensor Value: ");
    Serial.println(sensorValue);
    delay(1000);
    // Затримка 1 секунда
}
```

Цей код зчитує значення з аналогового датчика, підключеного до піна `A0`, і виводить його у моніторі `Серіал`. Після правильного підключення датчиків і перевірки зчитування значень зможу перейти до подальших кроків, таких як

обробка даних і визначення положення сонця на основі вимірювань інтенсивності світла у різних напрямках.

Для додавання коду керування панелями геліоелектростанції на основі отриманих кутів азимуту і зеніту можна використовувати приклад керування двома сервоприводами, які будуть рухати панелями у відповідні позиції. Для цього нам знадобиться бібліотека `Servo.h` для керування сервоприводами. Дана бібліотека дозволяє Arduino управляти роботою серводвигунів.

Стандартні сервомашини дозволяють задавати кут повороту валу в діапазоні від 0 до 180 градусів. У двигунах з безперервним обертанням валу можна задавати швидкість його обертання.

Бібліотека `Servo` для платформи Arduino дозволяє легко керувати сервоприводами. Вона забезпечує простий інтерфейс для налаштування і управління сервоприводами, які використовуються для позиціонування різних механічних елементів, таких як рульові системи, роботизовані руки або сонячні панелі. Бібліотека підтримує до 12 сервоприводів на більшості плат Arduino і до 48 сервоприводів на платах Arduino Mega.

Кожен сервопривод підключається до окремого цифрового виходу мікроконтролера. Основні методи бібліотеки включають `attach()`, який прив'язує сервопривод до певного пін-коду, і `write()`, який встановлює кут повороту сервопривода від 0 до 180 градусів. Крім того, метод `writeMicroseconds()` дозволяє більш точно керувати сервоприводом, задаючи імпульси в мікросекундах. Метод `detach()` від'єднує сервопривод від пін-коду, що зупиняє подачу сигналів.

Бібліотека автоматично обробляє створення і відправку сигналів PWM, необхідних для керування сервоприводом. Це дозволяє зосередитися на логіці програми, залишаючи керування апаратним забезпеченням бібліотеці. Бібліотека також забезпечує можливість одночасного управління кількома сервоприводами, що робить її ідеальною для складних проектів, де потрібен точний і синхронізований рух кількох механічних елементів.

У бібліотеці Servo реалізована можливість одночасного управління декількома двигунами: на більшості плат Arduino – до 12, на Arduino Mega – до 48. При цьому, на всіх платах Arduino (за винятком Arduino Mega) використання цієї бібліотеки призводить до непрацездатності ШІМ-функції `analogWrite()` на висновках 9 і 10, незалежно від того, підключений серводвигун до цих висновків, чи ні. На платі Arduino Mega діють інші правила: якщо до Arduino підключено менше 12 двигунів, то бібліотека Servo не впливає на ШІМ-функції; в разі підключення від 12 до 23 двигунів - функція ШІМ стане недоступна на виводах 11 і 12.

Деякі команди:

- `attach()` – асоціює вихід Arduino зі змінною типу Servo;
- `read()` – повертає поточний кут повороту валу серводвигуна (значення, передане функції `write()` при останньому виклику);
- `write()` – функція відправляє сервоприводу значення, величина якого впливає на стан вала двигуна. У звичайних сервоприводах це значення задає кут повороту вала в градусах. У сервоприводах безперервного обертання таке значення задає швидкість обертання вала (0 – максимальна швидкість в одному напрямку, 180 – максимальна швидкість в іншому напрямку; відправка значення, приблизно рівного 90, призводить до зупинки двигуна).

3.6. Висновки

Структурна схема геліоелектростанції складається з блоку живлення, мікроконтролера ATmega328, сервоприводів, блоку інтенсивності світлового потоку та схеми збору енергії від сонячних панелей. Мікроконтролер відіграє ключову роль у керуванні всією системою, приймаючи дані від датчиків, обробляючи їх і видаючи відповідні команди для сервоприводів та інших компонентів.

					КвРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк. 58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Функціональна схема геліоелектростанції передбачає автоматичне коригування положення сонячних панелей для максимального ухвалювання сонячної енергії. Для цього мікроконтролер отримує дані від блоку інтенсивності світлового потоку та видає відповідні команди для сервоприводів, які відповідають за зміну положення панелей.

Принципова схема геліоелектростанції з мікроконтролером ATmega328 передбачає взаємодію мікроконтролера з різними компонентами системи, включаючи датчики, сервоприводи та блок живлення. Програмне забезпечення для мікроконтролера розробляється з використанням Arduino IDE або інших інтегрованих середовищ програмування, яке дозволяє легко писати, компілювати та завантажувати код програми на мікроконтролер.

Отже, розробка геліоелектростанції з використанням мікроконтролера ATmega328 включає розробку структурної, функціональної та принципової схеми, а також написання програмного забезпечення для керування системою з використанням доступних інструментів розробки.

					КвРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

ВИСНОВКИ

Ефективність геліоелектростанцій залежить від правильного керування системою, що забезпечує оптимальне використання сонячної енергії. Важливість ефективною системи керування наголошується для максимізації виробництва електроенергії та мінімізації втрат. Використання мікроконтролерів, зокрема ATmega328, в системах керування є ефективним рішенням, оскільки вони забезпечують високу продуктивність і можливість розширення функціональності. Оптимізація роботи геліоелектростанцій за допомогою цих мікроконтролерів дозволяє реалізувати складні алгоритми керування і досягати максимального виробництва електроенергії. Розвиток таких систем може відкрити нові перспективи у сфері виробництва чистої енергії для приватних будинків, сприяючи збереженню ресурсів і захисту навколишнього середовища.

Після аналізу різних аспектів сонячної енергетики можна зробити наступні висновки. Інтеграція сенсорів положення сонця, гіроскопів, акселерометрів, компасів, GPS-модулів, моторів для переміщення панелей і блоків живлення дозволяє створювати ефективні та надійні сонячні електростанції. Ці системи оптимізують збір сонячної енергії, забезпечуючи стабільну роботу в різних умовах і регіонах, що робить їх привабливим рішенням для виробництва чистої енергії.

Розробка геліоелектростанції з мікроконтролером ATmega328 передбачає створення комплексної системи, яка використовує сонячні панелі для збору енергії з сонячної радіації. Основні етапи розробки включають проектування структурної схеми, де визначаються основні компоненти системи (панелі, треки, мікроконтролер), їх взаємозв'язки та функціональність. Функціональна схема охоплює алгоритми управління трекерами, збирання та обробку даних від датчиків (освітленості, положення сонця), а також моніторинг та регулювання ефективності збору енергії. Принципова схема включає в себе конкретні деталі з'єднання компонентів, типи сенсорів і актуаторів, а також програмне забезпечення, що реалізує необхідні функції управління. Усі ці аспекти спільно дозволяють створити

					КвРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк. 60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

надійну та ефективну систему збору сонячної енергії з використанням мікроконтролера АТmega328.

					КВРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Інтегроване середовище розробки (IDE) Arduino. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/arduino> (дата звернення: 13.03.2024).
2. Бібліотека Servo. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/d7fa0663-3988-422d-9be0-758e90c95eb0/content> (дата звернення: 15.03.2024).
3. Бібліотека Arduino. URL: <https://bitkit.com.ua/ru/vstanovlennya-ta-pidklyuchennya-bibliotek-arduino> (дата звернення: 18.03.2024).
4. Мікроконтролер ATmega328. URL: <https://diylab.com.ua/p64493856-mikrokontroler-atmega328.html> (дата звернення: 18.03.2024).
5. Мікроконтролер ATmega328. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/ATmega328> (дата звернення: 18.03.2024).
6. Мікроконтролер ATmega328. URL: <https://evo.net.ua/arduino-atmega328-microcontroller-bootloader-uno-x000048/> (дата звернення: 18.03.2024).
7. Мікроконтролер ATmega328. URL: <https://www.robostore.com.ua/ua/otladochnye-platy/arduino/arduino-nano-atmega328p/> (дата звернення: 18.03.2024).
8. Мікроконтролер ATmega328. URL: <https://www.hwlibre.com/uk/%D0%BC%D1%96%D0%BA%D1%80%D0%BE%D1%87%D1%96%D0%BF-atmega328p/> (дата звернення: 18.03.2024).
9. Сенсори положення сонця. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/09de1f66-0946-4236-a30b-23f532ddb502/content> (дата звернення: 05.04.2024).
10. Сенсори положення сонця. URL: <https://docs.vntu.edu.ua/getfile.php/7844.pdf> (дата звернення: 05.04.2024).
11. Сенсори положення сонця. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/323528126.pdf> (дата звернення: 07.04.2024).

					КВРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк. 62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Сенсори положення сонця. URL:
<https://openarchive.nure.ua/server/api/core/bitstreams/8248c761-1115-4726-afb8-770b8ceba1ff/content> (дата звернення: 07.04.2024).

13. Сенсори положення сонця. URL:
https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789/92181/1/Panchenko_bak_rob.pdf
(дата звернення: 10.04.2024).

14. Сенсори положення сонця. URL:
<https://ir.library.knu.ua/bitstreams/37f75019-7a9e-4889-a9e2-b323d433c540/download>
(дата звернення: 10.04.2024).

15. Сенсори положення сонця. URL:
<https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/09de1f66-0946-4236-a30b-23f532ddb502/content> (дата звернення: 05.04.2024).

16. Мотори переміщення панелей. URL: <https://unitech.com.ua/ua/shagovyy-dvigatel-2-2nm-1-8-57j1880-450/> (дата звернення: 15.04.2024).

17. Мотори переміщення панелей. URL:
https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D1%83%D0%BD (дата звернення: 15.04.2024).

18. Мотори переміщення панелей. URL:
https://em.fea.kpi.ua/images/doc_stud/distsiplini/brem/BREM_Lekciya_10.pdf (дата звернення: 15.04.2024).

19. Мотори переміщення панелей. URL:
https://www.svaltera.ua/solutions/typical/automation_of_processes/6702.php (дата звернення: 15.04.2024).

20. Мотори переміщення панелей. URL:
https://ukrayinska.libretexts.org/%D0%A0%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%87%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D0%BB%D0%B0/%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F_%D0%B5%D0%BB%

[D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B8/%D0%9A%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B0%3A_%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96_%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%8E%D0%B3%D0%B8_II_-_%D0%B7%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC_\(Kuphaldt\)/13%3A_%D0%94%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D1%83%D0%BD%D0%B8_%D0%B7%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC%D1%83/13.05%3A_%D0%9A%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%96_%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D1%83%D0%BD%D0%B8](https://avante.com.ua/catalog/dinamicheskaja_sistema_as-sunflower-46-2-06539/) (дата звернення: 15.04.2024).

21. AS Sunflower 46. URL: https://avante.com.ua/catalog/dinamicheskaja_sistema_as-sunflower-46-2-06539/ (дата звернення: 18.04.2024).

22. Система GreenChip ST1500. URL: <https://greenchip.com.ua/26-0-196-0.html> (дата звернення: 19.04.2024).

23. ZRS-10B. URL: <https://220volt.com.ua/ua/solnechnij-treker-trojnoj-zrt-10b-3l/> (дата звернення: 21.04.2024).

24. Сонячна панель JA Solar JAM72D10-400/MB 400 Wp, Bifacial. URL: <https://eco-tech.com.ua/ua/p1123142883-solnechnaya-batareya-solar.html> (дата звернення: 21.04.2024).

25. Одноосьові трекеи. URL: <https://ussolar.systems/ua/dinamichni-sistemi> (дата звернення: 25.04.2024).

26. Одноосьові трекеи. URL: <https://ua.coresuntracker.com/solar-tracker/cpv-solar-tracker/single-axis-solar-tracker-slew-drives-gear.html> (дата звернення: 25.04.2024).

27. Одноосьові трекеи. URL: <https://ua.dsisolar.com/info/solar-mounting-structure-single-axis-trackers-35036143.html> (дата звернення: 25.04.2024).

					КвРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк. 64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

28. Двоосьові треке́ри. URL: <https://eco-tech.com.ua/ua/p548614402-solnechnyj-treker-dvuhosnyj.html> (дата звернення: 25.05.2024).
29. Двоосьові треке́ри. URL: <https://lux-energy.com.ua/ua/p1036926182-solnechnye-odnoosevye-trekery.html> (дата звернення: 25.05.2024).
30. Двоосьові треке́ри. URL: <https://api.dspace.khadi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/1baec8f7-6d78-4af1-8308-12120ef48353/content> (дата звернення: 25.05.2024)
31. Інтегроване середовище розробки (IDE) Arduino. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/arduino> (дата звернення: 13.03.2024).
32. Бібліотека Servo. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/d7fa0663-3988-422d-9be0-758e90c95eb0/content> (дата звернення: 15.03.2024).
33. Бібліотека Arduino. URL: <https://bitkit.com.ua/ru/vstanovlennya-ta-pidklyuchennya-bibliotek-arduino> (дата звернення: 18.03.2024).
34. Мікроконтролер ATmega328. URL: <https://diylab.com.ua/p64493856-mikrokontroler-atmega328.html> (дата звернення: 18.03.2024).
35. Мікроконтролер ATmega328. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/ATmega328> (дата звернення: 18.03.2024).
36. Мікроконтролер ATmega328. URL: <https://evo.net.ua/arduino-atmega328-microcontroller-bootloader-uno-x000048/> (дата звернення: 18.03.2024).
37. Мікроконтролер ATmega328. URL: <https://www.robostore.com.ua/ua/otladochnye-platy/arduino/arduino-nano-atmega328p/> (дата звернення: 18.03.2024).
38. Мікроконтролер ATmega328. URL: <https://www.hwlibre.com/uk/%D0%BC%D1%96%D0%BA%D1%80%D0%BE%D1%87%D1%96%D0%BF-atmega328p/> (дата звернення: 18.03.2024).
39. Сенсори положення сонця. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/09de1f66-0946-4236-a30b-23f532ddb502/content> (дата звернення: 05.04.2024).

					КВРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк. 65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

40. Сенсори положення сонця. URL: <https://docs.vntu.edu.ua/getfile.php/7844.pdf> (дата звернення: 05.04.2024).
41. Сенсори положення сонця. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/323528126.pdf> (дата звернення: 07.04.2024).
42. Сенсори положення сонця. URL: <https://openarchive.nure.ua/server/api/core/bitstreams/8248c761-1115-4726-afb8-770b8ce6a1ff/content> (дата звернення: 07.04.2024).
43. Сенсори положення сонця. URL: https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789/92181/1/Panchenko_bak_rob.pdf (дата звернення: 10.04.2024).
44. Сенсори положення сонця. URL: <https://ir.library.knu.ua/bitstreams/37f75019-7a9e-4889-a9e2-b323d433c540/download> (дата звернення: 10.04.2024).
45. Сенсори положення сонця. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/09de1f66-0946-4236-a30b-23f532ddb502/content> (дата звернення: 05.04.2024).
46. Мотори переміщення панелей. URL: <https://unitech.com.ua/ua/shagovyy-dvigatel-2-2nm-1-8-57j1880-450/> (дата звернення: 15.04.2024).
47. Мотори переміщення панелей. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/> (дата звернення: 15.04.2024).
48. Мотори переміщення панелей. URL: https://em.fea.kpi.ua/images/doc_stud/distsiplini/brem/BREM_Lekciya_10.pdf (дата звернення: 15.04.2024).
49. Мотори переміщення панелей. URL: https://www.svaltera.ua/solutions/typical/automation_of_processes/6702.php (дата звернення: 15.04.2024).
50. Мотори переміщення панелей. URL: <https://ukrayinska.libretexts.org/> (дата звернення: 15.04.2024).

51. AS Sunflower 46. URL: https://avante.com.ua/catalog/dinamicheskaja_sistema_as-sunflower-46-2-06539/ (дата звернення: 18.04.2024).

52. Система GreenChip ST1500. URL: <https://greenchip.com.ua/26-0-196-0.html> (дата звернення: 19.04.2024).

53. ZRS-10B. URL: <https://220volt.com.ua/ua/solnechnij-treker-trojnoj-zrt-10b-3l/> (дата звернення: 21.04.2024).

54. Сонячна панель JA Solar JAM72D10-400/MB 400 Wp, Bifacial. URL: <https://eco-tech.com.ua/ua/p1123142883-solnechnaya-batareya-solar.html> (дата звернення: 21.04.2024).

55. Одноосьові трекеři. URL: <https://ussolar.systems/ua/dinamichni-sistemi> (дата звернення: 25.04.2024).

56. Одноосьові трекеři. URL: <https://ua.coresuntracker.com/solar-tracker/cpv-solar-tracker/single-axis-solar-tracker-slew-drives-gear.html> (дата звернення: 25.04.2024).

57. Одноосьові трекеři. URL: <https://ua.dsisolar.com/info/solar-mounting-structure-single-axis-trackers-35036143.html> (дата звернення: 25.04.2024).

58. Двоосьові трекеři. URL: <https://eco-tech.com.ua/ua/p548614402-solnechnyj-treker-dvuhosnyj.html> (дата звернення: 25.05.2024).

59. Двоосьові трекеři. URL: <https://lux-energy.com.ua/ua/p1036926182-solnechnye-odnoosevye-trekery.html> (дата звернення: 25.05.2024).

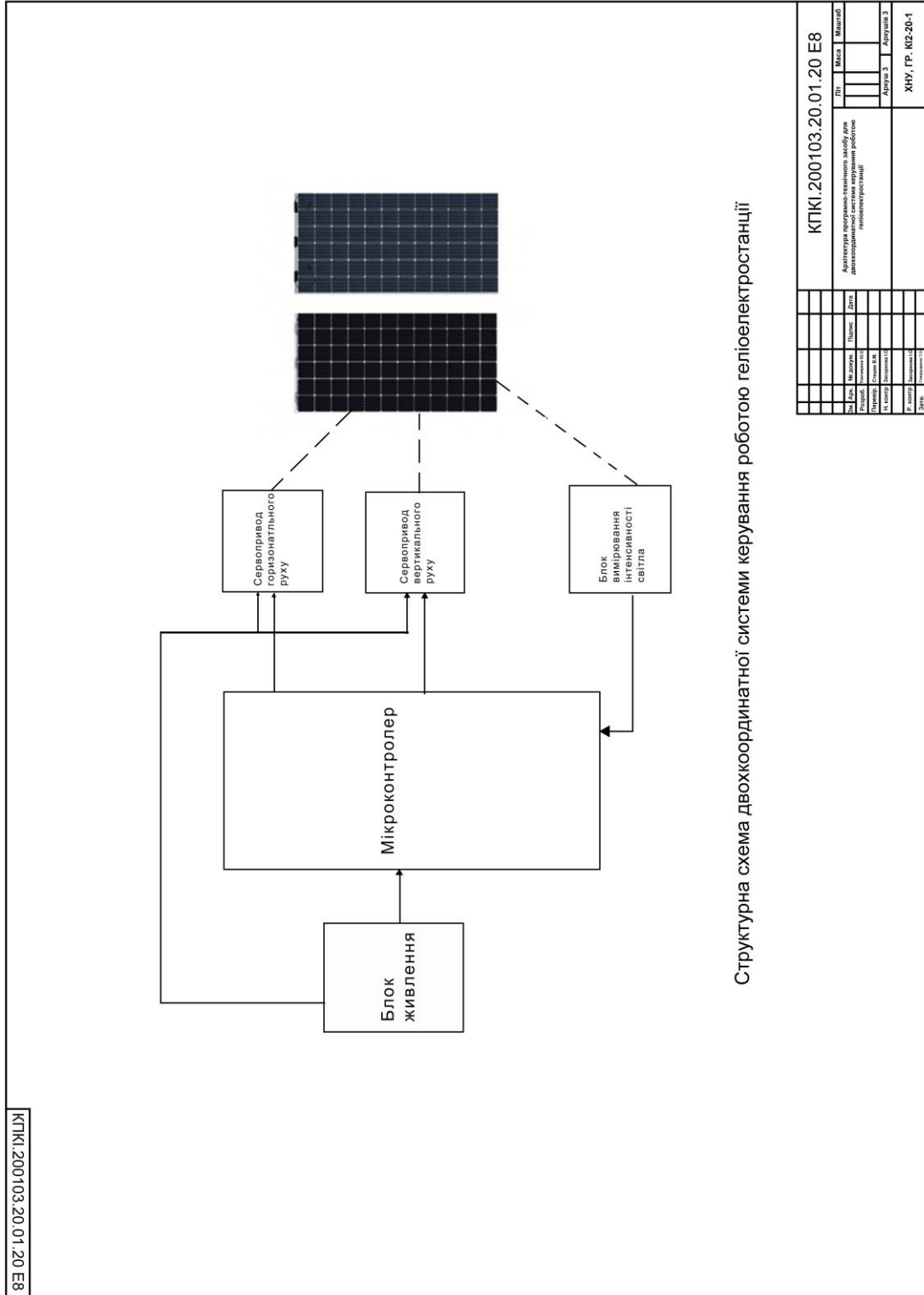
60. Двоосьові трекеři. URL: <https://api.dspace.khadi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/1baec8f7-6d78-4af1-8308-12120ef48353/content> (дата звернення: 25.05.2024).

					КВРКІ.200103.20.01.20 ПЗ	Арк. 67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

(обов'язковий)

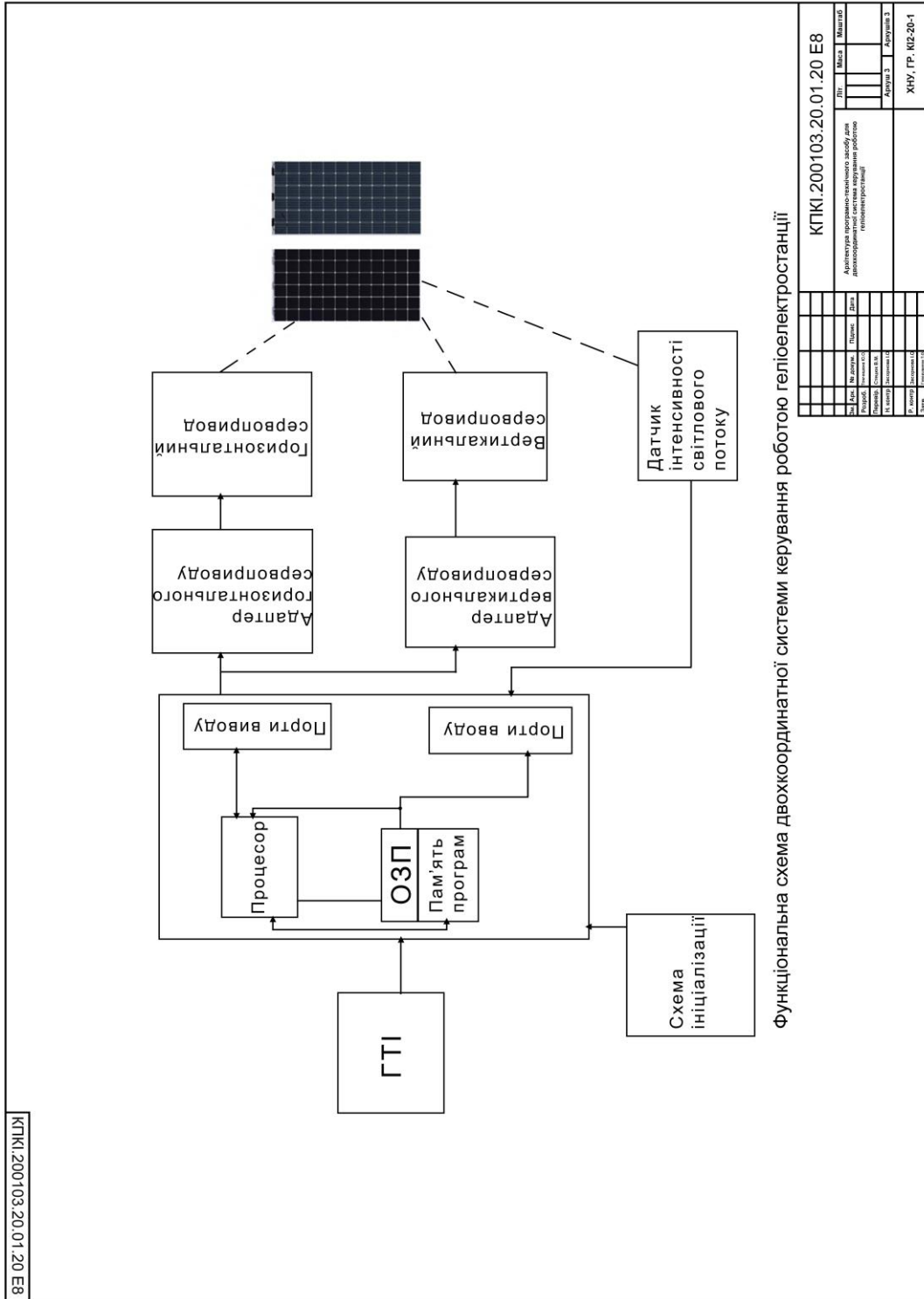
Копія креслення «Схема електрична структурна системи керування геліоелектростанції»



ДОДАТОК Б

(обов'язковий)

Копія креслення «Схема електрична функціональна системи керування геліоелектростанції»



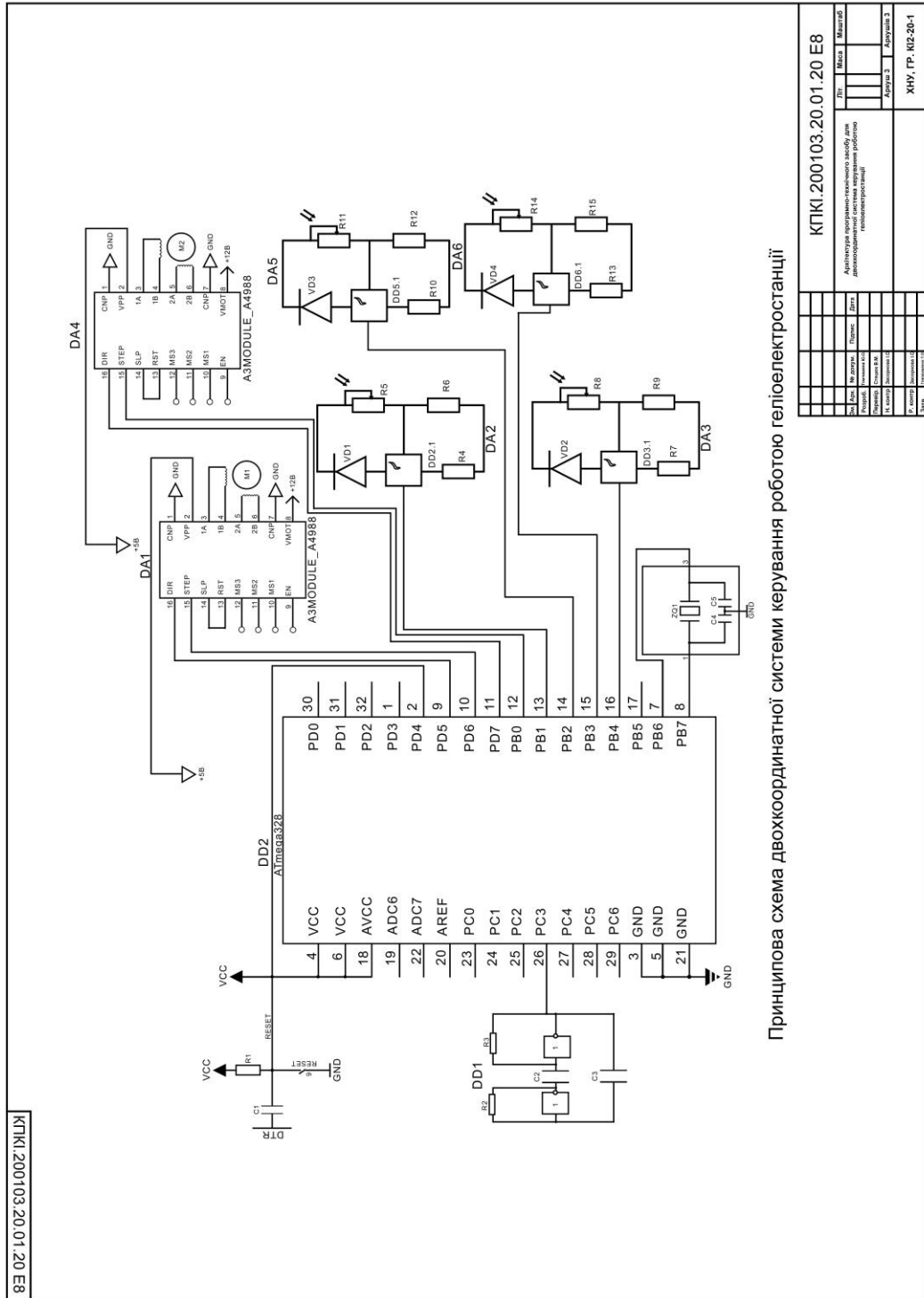
КПКІ.200103.20.01.20.E8

КПКІ.200103.20.01.20.E8		Лист	Місяць	Рік
Архитектура програмно-технічного засобу для двохкоординатної системи керування роботою геліоелектростанції				
№ докум.	№ змін.	Підпис.	Дата.	
Розроб.	Відп.	Перевір.	Схвал.	
Н. М. П. П.	В. М. П. П.	В. М. П. П.	В. М. П. П.	
Лист	Всього	Листів	Всього	
1	1	1	1	
ХМУ, ГР. №2-20-1				

ДОДАТОК В

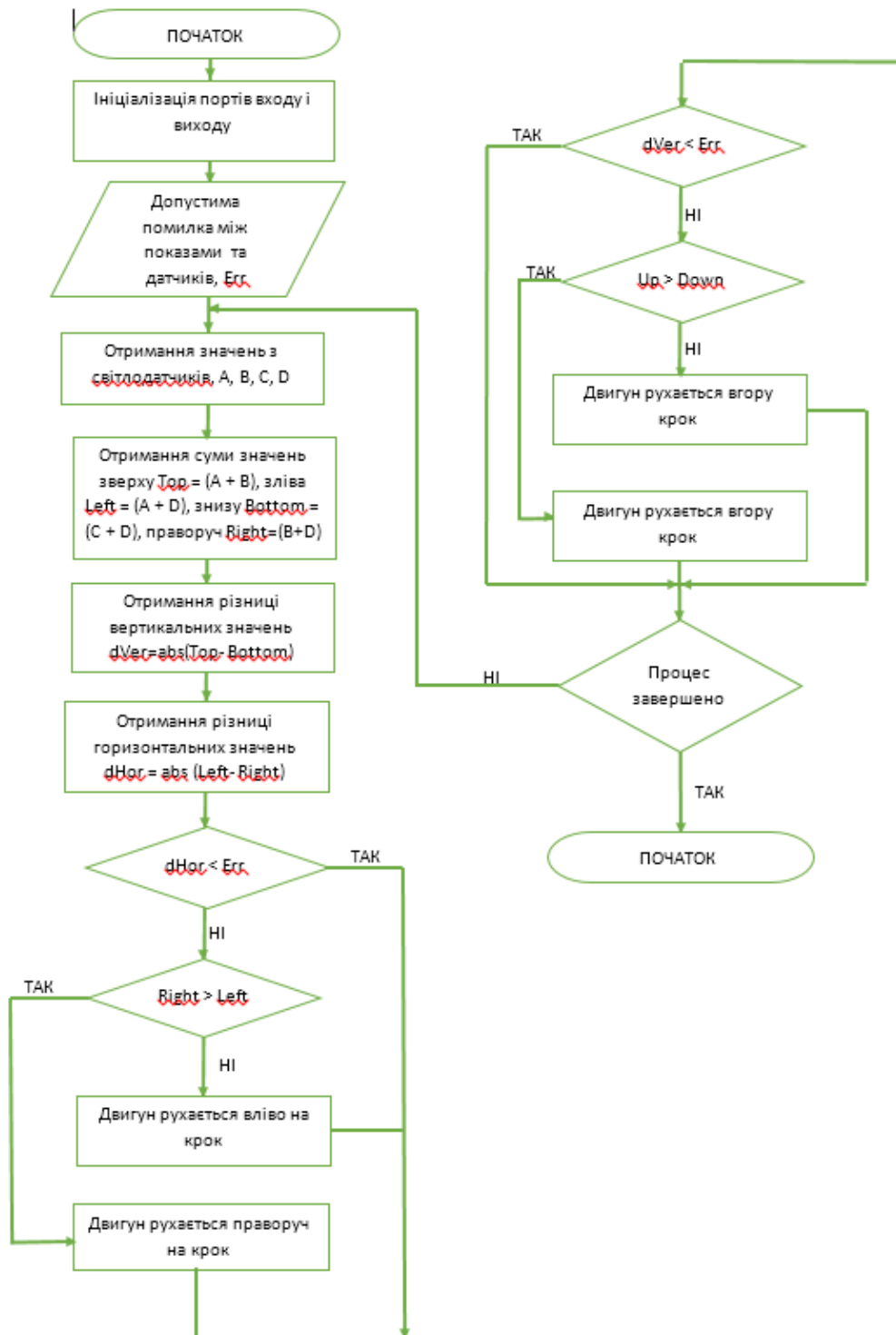
(обов'язковий)

Копія креслення «Схема електрична принципова системи керування геліоелектростанції»



ДОДАТОК Г

«Алгоритм роботи програми»



ДОДАТОК Д

«Лістинг програмного забезпечення»

```
#include <Arduino.h>
#include <Servo.h>

const int sensorPinHorizontal = A0; // Пін для
датчика азимуту
const int sensorPinVertical = A1; // Пін для
датчика зеніту

Servo azimuthServo; // Об'єкт для сервоприводу
азимуту
Servo zenithServo; // Об'єкт для сервоприводу
зеніту

// Функція для керування геліоелектростанцією на
основі кутів азимуту і зеніту
void controlSolarStation(float azimuthAngle, float
zenithAngle) {
    // Максимальні допустимі кути азимуту і зеніту для
геліоелектростанції
    const float maxAzimuth = 180.0; // Максимальний кут
азимуту (в градусах)
    const float maxZenith = 90.0; // Максимальний кут
зеніту (в градусах)

    // Обмежуємо кути азимуту і зеніту в межах
допустимих значень
    if (azimuthAngle > maxAzimuth) {
        azimuthAngle = maxAzimuth;
```

```
} else if (azimuthAngle < -maxAzimuth) {
    azimuthAngle = -maxAzimuth;
}

if (zenithAngle > maxZenith) {
    zenithAngle = maxZenith;
} else if (zenithAngle < 0.0) {
    zenithAngle = 0.0;
}

// Виводимо на екран оброблені значення кутів
Serial.print("Adjusted Azimuth Angle: ");
Serial.println(azimuthAngle);
Serial.print("Adjusted Zenith Angle: ");
Serial.println(zenithAngle);

// Керуємо сервоприводами відповідно до отриманих
кутів
    azimuthServo.write(map(azimuthAngle, -maxAzimuth,
maxAzimuth, 0, 180)); // Мапуємо кут азимуту на діапазон
0-180 градусів
    zenithServo.write(map(zenithAngle, 0, maxZenith, 0,
180)); // Мапуємо кут зеніту на діапазон 0-
180 градусів
}

void setup() {
    Serial.begin(9600); // Ініціалізуємо з'єднання з
монітором Серіал
```

```
        azimuthServo.attach(9); // Підключаємо сервопривід
азимуту до піна 9
        zenithServo.attach(10); // Підключаємо сервопривід
зеніту до піна 10
    }

void loop() {
    // Зчитуємо значення з датчиків
    int lightIntensityHorizontal =
analogRead(sensorPinHorizontal); // Читаємо значення для
азимуту

    int lightIntensityVertical =
analogRead(sensorPinVertical); // Читаємо значення
для зеніту

    // Перетворюємо значення інтенсивності на кути
    float azimuthAngle = map(lightIntensityHorizontal,
0, 1023, -180, 180);
    // Кут азимуту від -180 до +180 градусів
    float zenithAngle = map(lightIntensityVertical, 0,
1023, 0, 90);
    // Кут зеніту від 0 до 90 градусів

    // Виводимо отримані кути у монітор Серіал
    Serial.print("Azimuth Angle: ");
    Serial.println(azimuthAngle);
    Serial.print("Zenith Angle: ");
    Serial.println(zenithAngle);
}
```

```
// Викликаємо функцію для керування  
геліоелектростанцією з обробленими кутами  
    controlSolarStation(azimuthAngle, zenithAngle);  
  
    delay(1000); // Затримка 1 секунда перед наступним  
зчитуванням  
}
```

Завідувачу кафедри КНС
д-р.техн.наук, проф. Говорушенко Т. О.

Томчишеної Юлії Олександрівни

ПІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 4 курсу, групи КІ2-20-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений(а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

17 червня 2024 року

РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ

КАБЕДРИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуючи оцінку якості з результатом захту подійності щодо роботи генерованого системно виявленні текстових збігів/ідентичності/ схожості:

Назва: Двокоординатна система керування роботою телеелектростанції прив'язаною будинку з мікроконтролером АТmega328 підвищеної продуктивності

Автор: Томашівна Юлія Олександрівна

Спеціальність: 123 – Комп'ютерна інженерія

Освітня програма: освітньо-професійна

Науковий керівник: Стецюк Василь Миколайович, д.т.н., професор

Після аналізу захту подійності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Продуктивність роботи
1	Заповнення виконані в роботі, є звітними і не є платієм. Робота приймається до захсту.	відповідає
2	Виконані заповнення не є платієм розрахунок в розрахунок, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але класифікують перевиконує обсяг, виконаний виконавцем метою роботи. Робота приймається до захсту, але має бути використана Використаний варіант має бути виконаний на кафедрі не 2 дні до захсту, разом зі звітною щодо самостійності виконання виконавчої роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи	
3	Виконані заповнення не є платієм, але частково розраховані в розрахунок, які описують безпосередньо авторське дослідження, з якихось питань перевиконує обсяг, виконаний виконавцем метою роботи. В зв'язку з тим метою роботи та виконанням запитань не були досягнені. Робота може бути виконана до захсту (наступного року) якщо вона буде використана та допрацьована з урахуванням прийнятих заходів з перевірки на академічність захту.	
4	Робота виконана виконавцем системно, передбачуваним способом укріплення захту, але нею не було досягнуто платію. Робота не є виконаною або фальсифікованою захту. Робота не допускається до захсту.	

Підтвердження:

Заповнення виконані в роботі, є звітними і не є платієм, оскільки:

1) заповнення розраховані в розрахунок звітну виконаних аналізів та програмних, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але класифікують перевиконує результати роботи;

2) усі заповнення фрагментарні, або мають незакінченим чином оформлені посилання;

Сумарний обсяг всіх заповнень, зазначених системно виявленої схожості/ідентичності/ схожості, складає 12,3% і перевищує до 267 періодичності, що з урахуванням зведеного об'єднання, відносно характеру наукового дослідження і сприяє на користь кваліфікаційної роботи.

Керівник роботи

Гарант ОН

Завідувач кафедри КІС

В. М. Стецюк

С. М. Лисенко

Т. О. Говорушенко

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Томчишена Юлія Олександрівна

Тема: Двохкоординатна система керування роботою геліоелектростанції приватного будинку з мікроконтролером ATmega328 підвищеної продуктивності

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість листів креслень 3 Кількість сторінок записки 58

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: Метою кваліфікаційної роботи є проектування та реалізація двухкоординатної системи керування геліоелектростанції приватного будинку. Застосування мікроконтролерів високої продуктивності, зокрема ATmega328.
2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Робота повністю відповідає поставленому завданню.
3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: В першому розділі кваліфікаційної роботи проведено дослідження предметної області (проаналізовано переваги та недоліки існуючих рішень) та виконано постановку задачі дослідження. В другому розділі кваліфікаційної роботи проведено вибір засобів реалізації для конструювання системи та їх обґрунтування. А саме описані переваги та недоліки сенсорів положення сонця, моторів для переміщення панелей та інтерфейсів зв'язку. Обрані девайси, які найбільше підходять по характеристиках для даного завдання. Описані переваги та недоліки мікроконтролера ATmega238. В третьому розділі кваліфікаційної роботи виконано розробку схем електричної структурної, електричної функціональної та електричної принципової геліоелектростанції. Розроблено алгоритм роботи двухкоординатної системи керування роботою геліоелектростанції. Вибране середовище для розробки програмного забезпечення та опис програмно-технічного засобу.

4. Позитивні сторони роботи: висока практична цінність роботи.
5. Негативні сторони роботи: недостатня увага розробці програмного забезпечення в Arduino.
6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Пояснювальна записка оформлена коректно, згідно діючих стандартів оформлення документації.
7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на належному науково-технічному рівні.


8. Інші зауваження: _____

9. Оцінка дипломної роботи: добре

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи) _____

Гуменко О. М., доцент каф. ІТБ (ХЖУ)

_____"_____"_____" 2024 р.

 _____ (підпис)

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 1.0%

Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA. Помилки в документах: 12%

ID: 129770 Назва: БКР Двохкоординатна система керування роботою геліоелектростанції приватного будинку з мікроконтролером ATmega328 підвищеної продуктивності Додано в БД: 2024-06-11 Автора: Ю.О. Томчишена Керівники: В.М. Стецюк Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	82963	624	3519 (4%)	42 (7%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

Ім'я користувача:
Кафедра КІ

Дата перевірки:
11.06.2024 20:30:17 EEST

Дата звіту:
11.06.2024 20:58:56 EEST

ID перевірки:
1016348995

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

ID користувача:
100005591

Назва документа: Томчишена_Двохкоординатна система керування роботою геліоелектростанції приватног...

Кількість сторінок: 69 Кількість слів: 12389 Кількість символів: 94138 Розмір файлу: 2.81 MB ID файлу: 1016152254

12.3% Схожість

Найбільша схожість: 4.81% з Інтернет-джерелом (<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/29890>)



0.31% Цитат



0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

