

Хмельницький національний університет  
Факультет інформаційних технологій  
Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр

Освітній рівень

Мікропроцесорна система автоматичного керування платформою сонячної панелі  
Назва теми

КВРАКІТ.2022224.01.011.ПЗ

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

Шифр, назва

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

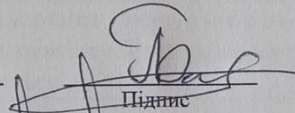
Шифр, назва

Освітня програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Назва

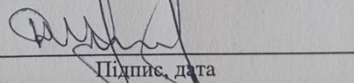
Виконав:

студент IV курсу, група АКІТ-19-1

  
Підпис

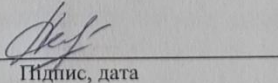
Богдана ОСТАПЧУК  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник

  
Підпис, дата

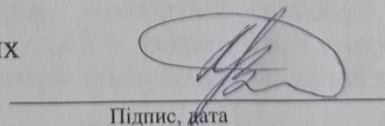
Денис МАКАРИШКІН  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер

  
Підпис, дата

Людмила КОРЕЦЬКА  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:  
зав. кафедри автоматизації  
та комп'ютерно-інтегрованих  
технологій

  
Підпис, дата

Валерій МАРТИНЮК  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

« 20 » червня 2023 р.

Хмельницький 2023

Хмельницький національний університет

Факультет інформаційних технологій

Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та  
робототехніки

Освітній рівень перший (бакалаврський)

Галузь знань 15 – Автоматизація та приладобудування

Спеціальність 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітня-професійна програма Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані  
технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедрою

АКТІТІР Р  
В. П. Терещенко

«01» 02 2023р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

Остапюк Богдана Сергіївна

1 Тема роботи: Мікропроцесорна система автоматичного керування  
платформою сонячної панелі

керівник роботи Макаришкін Д.А., к.т.н, доцент

Затверджено наказом по університету від «01» березня 2023р. №5.

2 Строк подання студентом роботи на кафедру: 03.06.2023р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на дипломне проектування

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ.  
Аналіз існуючих конструкцій. Опис об'єкта управління. Програмне  
забезпечення. Висновки.

Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) 1.  
Структурна схема. 2. Функціональна схема. 3. Принципова схема



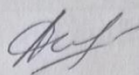
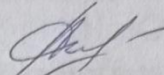
Завдання отримав

Іва

Керівник

Макаришкін

### 6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

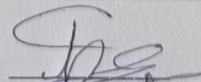
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Антиплагіат	Федула М.В., доцент кафедри АКІТгаР		
Нормоконтроль	Корецька Л.О., доцент кафедри АКІТгаР		

7. Дата видачі завдання « 01 » 02 2023 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів (розділів) дипломної роботи	Строк виконання етапів дипломної роботи	Примітка
1	Вступ	15.02.2023р.	Виконано
2	Огляд літературних джерел, аналіз сучасного стану завдання	15.03.2023р.	Виконано
3	Основна частина	10.04.2023р.	Виконано
4	Проектування, алгоритмічне та програмне забезпечення системи автоматичного керування платформою сонячної панелі	10.05.2023р.	Виконано
5	Висновки	15.05.2023р.	Виконано
6	Оформлення пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи	25.05.2023р.	Виконано
7	Оформлення креслень, презентаційних матеріалів	1.06.2023р.	Виконано

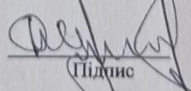
Студент

  
Підпис

Богдана ОСТАПЮК

Ім'я, прізвище

Керівник роботи

  
Підпис

Денис МАКАРИШКІН

Ім'я, прізвище

## АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Мікропроцесорна система автоматичного керування платформою сонячної панелі».

Автор роботи: Остапюк Богдана Сергіївна.

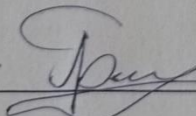
Керівник роботи: Макаришкін Денис Анатолійович

Пояснювальна записка: 63 с., 48 рис., 10 табл., 3 дод., 41 джерело.

Графічна частина: 3 креслення.

СОНЯЧНА ПАНЕЛЬ, МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ  
АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ, ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА, АЛГОРИТМ  
УПРАВЛІННЯ

Метою роботи є розробка мікропроцесорної системи автоматичного керування платформою сонячної панелі. Було спроектовано систему цифрового автоматичного управління платформою сонячної батареї. Для цього було проведено аналіз існуючих конструкцій, виявлено їх недоліки, запропоновано нову конструкцію сонячної установки, побудовано її функціональну схему. Було проведено дослідження показників безперервної та дискретної систем управління, дискретна система розрахована на стійкість. Для практичної реалізації цієї системи цифрового управління було обрано необхідні компоненти, розроблено принципову схему, побудовано алгоритми управління.

  
Підпис студента

17.06.2023  
Дата

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ.....	4
1.1 Принципи керування сонячними панелями.....	4
1.2 Сонячна фотоелектрична установка.....	9
1.3 Висновки до першого розділу .....	18
2 ОПИС ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ .....	19
2.1 Опис конструкції системи керування.....	19
2.2 Функціональна схема пристрою .....	22
2.3 Структурна схема пристрою.....	25
2.4 Вибір електродвигуна .....	26
2.5 Висновки до другого розділу .....	26
3 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ .....	28
3.1 Визначення передавальних функцій.....	28
3.2 Моделювання цифрової системи .....	36
3.3 Вибір електронних компонентів .....	38
3.4 Принципова схема пристрою .....	53
3.5 Алгоритми управління .....	54
3.6 Висновки до третього розділу .....	57
ВИСНОВКИ .....	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	59
ДОДАТОК А Структурна схема .....	64
ДОДАТОК Б Функціональна схема.....	65
ДОДАТОК В Принципова схема .....	66

					КвРАКІТ.2022224.01.11 ПЗ			
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата	Мікропроцесорна система автоматичного керування платформою сонячної панелі Пояснювальна записка	Літ	Лист	Листів
Розроб.		Остапюк Б.С.		20.06.2023				2
Перевір.		Макаришкін Д.А.		20.06.23				
Н. Контр.		Корецька Л.О.		20.06.23				
Затв.		Мартинюк В.В.		20.06.23				
						ХНУ, АКІТ-19-1		

## ВСТУП

Людство потребує енергії, і її потреби з кожним роком зростають. Водночас традиційні види природного палива (нафта, вугілля, природний газ тощо) мають обмежені запаси. Зважаючи на зазначені проблеми, зростає потреба у використанні нетрадиційних джерел енергії, насамперед сонячної, вітрової та геотермальної, при впровадженні енергозберігаючих технологій. Серед відновлюваних джерел енергії сонячне випромінювання є найбільш перспективним з точки зору ресурсів, екологічної чистоти та повсюдності.

Геліоустановки є основними пристроями, які перетворюють сонячну енергію для систем опалення, охолодження та енергопостачання в житлових і громадських будівлях, для процесів, що відбуваються при низьких, середніх і високих температурах, для збирання електроенергії обладнанням, яке живить різноманітні автономні системи.

Для підвищення ефективності роботи геліоустановок використовуються різні системи автоматичного керування, які дозволяють відстежувати положення сонця, тим самим підвищуючи ефективність роботи таких установок. [1-5]

У цьому проекті була розроблена цифрова система керування приводом платформи сонячних батарей. Принцип роботи цієї цифрової системи стане основою для роботи сонячної установки, яка працюватиме в повністю автономному режимі та вироблятиме електроенергію.

					КвРАКІТ.2022224.01.11	3
		№ докум.	Підпис			

# 1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ

## 1.1 Принципи керування сонячними панелями

Досвід показує, що сонячні батареї виробляють максимум енергії лише тоді, коли вони ідеально перпендикулярні до напрямку сонячних променів, а це може статися лише раз на день. В інший час ефективність сонячних елементів становить менше 10 відсотків. Ефективність сонячних модулів можна істотно підвищити, якщо їх оснастити поворотним механізмом, оснащеним автоматичною системою стеження за сонцем.

Система відстеження сонця — це пристрій, який використовується для розміщення сонячних панелей або утримання сонячних відбивачів або лінз на сонці, подібно до геліостата. Також це один із способів підвищити продуктивність сонячних батарей. Обладнання, оснащене такими системами, вимагає високої точності, щоб гарантувати, що зібрані сонячні промені потрапляють безпосередньо на відповідне обладнання.

Існує два основних типи механізмів обертання сонячних модулів: одноосьові та двоосьові (рис. 1.1). Єдина вісь реалізує обертання сонячного модуля навколо однієї центральної осі, що зручно для великих електростанцій. Подвійні осі забезпечують більшу гнучкість у відстеженні положення сонця, контролюючи азимут і схилення сонця над горизонтом. [1-10]

					КвРАКІТ.2022224.01.11	
		№ докум.	Підпис			4





Горизонтальні одноосьові системи стеження зазвичай використовуються на сонячних електростанціях і у великих проектах. Поєднання покращеної енергоефективності, низької вартості та простоти встановлення може призвести до значної економії коштів. Горизонтальний одноосьовий трежер також значно покращує продуктивність навесні та влітку, коли сонце високо.



Рисунок 1.5 - Зовнішній вигляд пристрою 01 G 360

Жорсткість рами і простота механізму зумовлюють високу надійність, що знижує витрати на обслуговування. Оскільки панелі розташовані горизонтально, їх можна компактно розташувати на трубчастому валу, не побоюючись, що вони закриють одна одну, а також легко чистити.

Вертикальні одноосьові системи обертаються лише навколо вертикальної осі, на якій панелі утримуються вертикально під фіксованим,







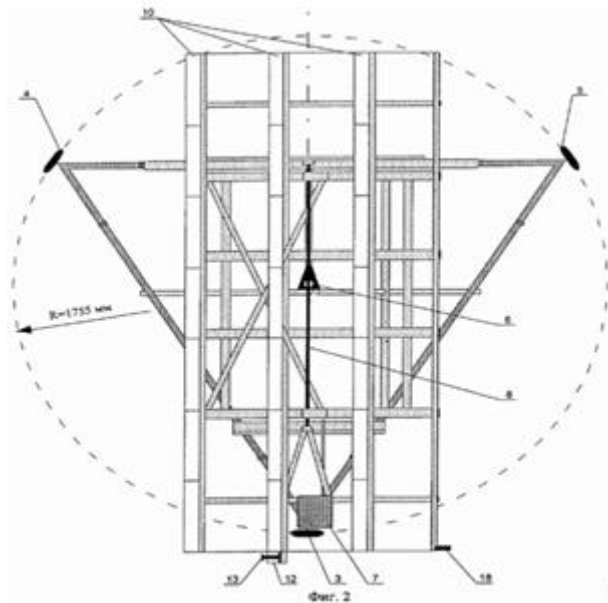


Рисунок 1.9 - Схематичне зображення сонячної фотоелектричної установки, вид зверху

Позначення:

1 – базова рама; 2 – підвішена рама; 3, 4, 5 – колеса; 6 – нерухома вертикальна вісь азимутального обертання; 7 – привід; 8 – нерухома горизонтальна вісь зенітального обертання; 9 – кронштейни; 10 - Сонячна батарея, що складається з модулів, що містять лінзи Френеля, концентратори сонячного випромінювання та фотоелектричні перетворювачі; 11 – зубчасті сектори; 12 – окрема сонячна батарея; 13 – датчик становища сонця; 14 - екран, що затемнює; 15 - отвір; 16, 17 - фотоелементи каскадного типу; 18 – додатковий датчик становища сонця.

Автоматичний механізм стеження за сонцем TITAN TRACKER (Іспанія). Titan Tracker (рис. 1.10) — це поворотна каркасна конструкція для сонячних модулів, яка динамічно орієнтується відповідно до видимого положення сонця, таким чином зберігаючи оптимальне положення сонячних елементів.



Рисунок 1.10 - Поворотний механізм автоматичного стеження за сонцем  
TITAN TRACKER

Переваги сонячної установки TITAN TRACKER :

- 1) Хороші показники енергозбереження: починаючи з 10 градусів для двовісного відстеження, економія енергії становить 45% порівняно з фіксованими системами (широта 40°).
- 2) Достатня стійкість при вітрових навантаженнях: 5 точок підключення витримують швидкість вітру до 125 км/год (20 м/с) у будь-якому положенні.
- 3) Висока структурна надійність: зібрані гвинтами, без зварювання, без гідравлічного тиску, холодноформована металева оцинкована тривимірна структура. Незалежність між структурою та системою приводу має вирішальне значення для надійності.
- 4) Висока місткість установки: модулі площею 219 м<sup>2</sup>.
- 5) Низька кінцева вартість: економія матеріалів (80% сталі та 35% бетону) порівняно зі встановленням системи кріплення.
- 6) Легкий і швидкий монтаж: кількість гвинтів на інсталяційному модулі менша, ніж при монтажі на плоскі панелі.

					КВРАКІТ.2022224.01.11	
		№ докум.	Підпис			12



В результаті використання цього матеріалу були отримані підкладки щільністю 1,5 кг/см<sup>2</sup>.

Сам трекер має запатентований механізм (рис. 1.12), який дозволяє адаптуватися до можливих нерівностей на доріжці, таким чином уникаючи можливих помилок наведення, пов'язаних з нерівними поверхнями. Трекери не повинні бути ідеально рівними, їх можна встановлювати на похилих поверхнях (табл.1.3).

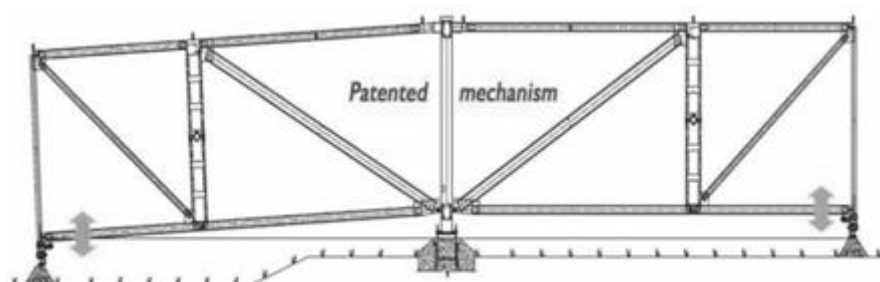


Рисунок 1.12 - Механізм трекера

Таблиця 1.3 - Діапазон автоматичного стеження двоосьового сонячного трекера TITAN TRACKER

Вісь руху	Мінімум	Максимум
Перепад висот	Від +10°	До +85°
Діапазон азимуту	Від -180°	До +180°

Установка конструкції Titan Tracker здійснюється за допомогою автокрана (рис.1.13).



Рисунок 1.13 - Процес встановлення TITAN TRACKER (ліворуч) та загальний вигляд встановлених модулів (праворуч)



Рисунок 1.14 - Вигляд зверху геліоелектростанції на основі модулів TITAN TRACKER

Сонячна установка з поворотним механізмом. Поворотний механізм дозволяє розташувати сонячні модулі на сонячному світлі, що значно підвищує ефективність установки. Обертовий пристрій реалізовано разом із сонячними модулями. [6-10]



Рисунок 1.15. Сонячна установка

Переваги:

- 1) Термін служби сонячних модулів не менше 10 років.
- 2) Сонячний модуль ударостійкий. Витримує удар граду діаметром 4 см і швидкістю 15 м/с.

Обслуговування модулів включає видалення пилу та снігу з поверхні. Сніг або воду можна легко видалити, просто збільшивши кут нахилу, коли модуль встановлений на щоглі. Однак значний шар пилу знизить ефективність модуля лише на 5-7%. Тому сонячні модулі не потребують частого обслуговування. Для підвищення ефективності модулі необхідно періодично повертати до сонця і нахиляти так, щоб сонячні промені падали на поверхню приблизно під кутом 90 градусів.

Основним недоліком цієї сонячної установки є те, що вона не має жодної системи автоматичного керування.

					КвРАКІТ.2022224.01.11	16
		№ докум.	Підпис			



### 1.3 Висновки до першого розділу

Провдено опис задачі слідкування за рухом сонця по небу, для найкращого отримання сонячної енергії та пертворення її у електричну енергії. Показані різні типи установок.

Провдено дослідження технічних характеристик різних типів та устаткувань виконання задачі трекінгу. Визначені їх переваги і недоліки.

					КвРАКІТ.2022224.01.11	
		№ докум.	Підпис			18

## 2 ОПИС ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ

### 2.1 Опис конструкції системи керування

Оснащення сонячних батарей механізмом автоматичного повороту висуває певні вимоги до механіки, електроніки та систем автоматичного керування. Тому, щоб адекватно відстежувати положення сонця, прилад повинен мати два ступені свободи. У цьому проекті це досягається використанням двох послідовних виконань – мобільного диска та мобільної платформи.

На основі аналізу існуючої конструкції ми запропонуємо наступний пристрій автоматичної платформи стеження за сонцем (рис. 2.1).

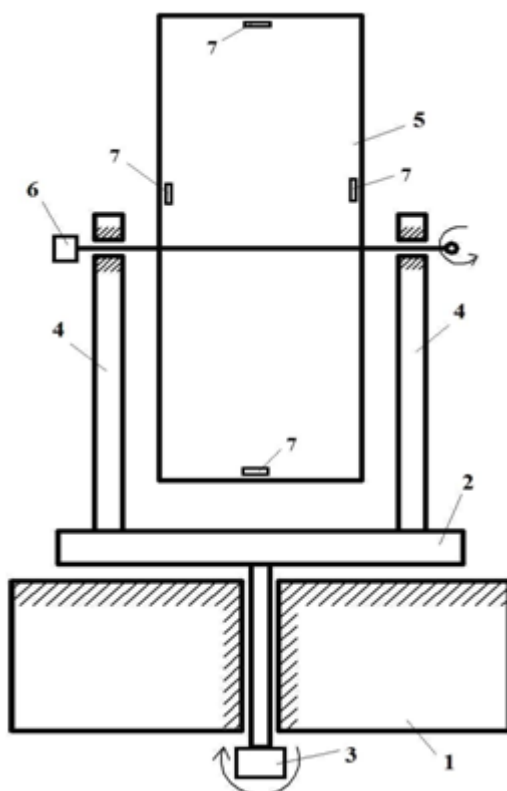


Рисунок 2.1 - Схема автоматичної сонячної установки.

Пристрій складається з нерухомої основи (1), що приводиться в рух приводом горизонтального обертання (3), рухомого диска (2), двох стійок (4), платформи (5) для фіксації сонячних елементів, пристрою горизонтального приводу та подібне. Поворотний привід (6). Для забезпечення зворотного зв'язку пристрій також містить кілька датчиків рівня освітленості (7) і датчики кінця. На додаток до основних датчиків рівня освітлення, розташованих з боків мобільної платформи, є додатковий датчик, прикріплений до задньої частини платформи. Використовується для вимірювання розсіяного випромінювання, усунення його впливу на два інших датчика та запуску системи вранці.

З енергетичної та економічної точки зору в даній конструкції найзручніше використовувати два драйвера для управління обертанням по горизонтальній і вертикальній осях. Два ступені свободи пристрою дозволяють найбільш гнучко відстежувати положення сонця на будь-якій широті, одночасно контролюючи схилення та азимутальне обертання сонця над горизонтом.

Для досягнення обертання навісного приводу в заданому діапазоні обертів використовуються кінцеві датчики, які розташовані попарно на кожному валу (рис. 2.2). Вал (1) досягає межі діапазону повороту, в результаті чого один з упорів (2) стикається з важелем (3), в результаті важіль перемикає один з кінцевих датчиків (4).

Виконано конструктивне проектування геліоустановки (рис. 2.3). У процесі проектування використовуються переважно стандартні деталі. Оцінено напружено-деформований стан основних елементів конструкції.

					КвРАКІТ.2022224.01.11	20
		№ докум.	Підпис			

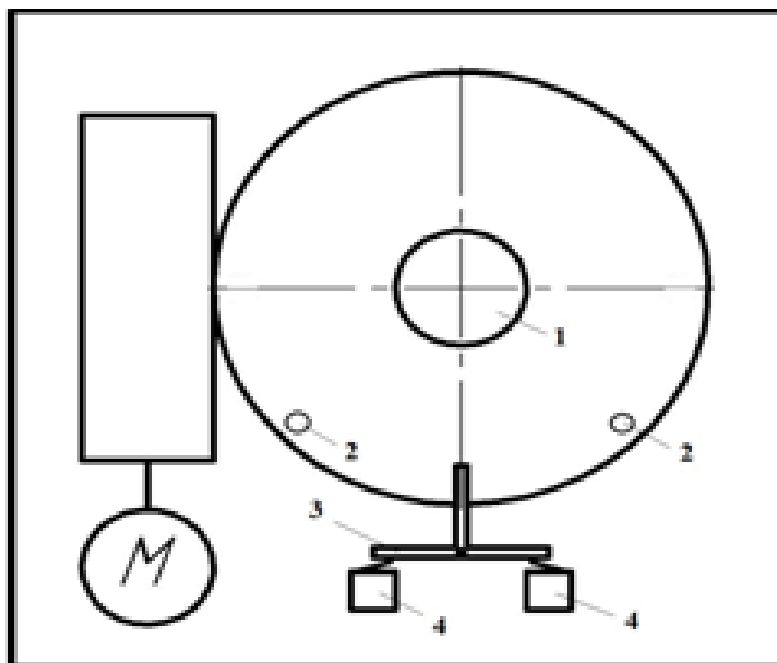


Рисунок 2.2 - Механізм обмеження сектора наведення горизонтальної осі.

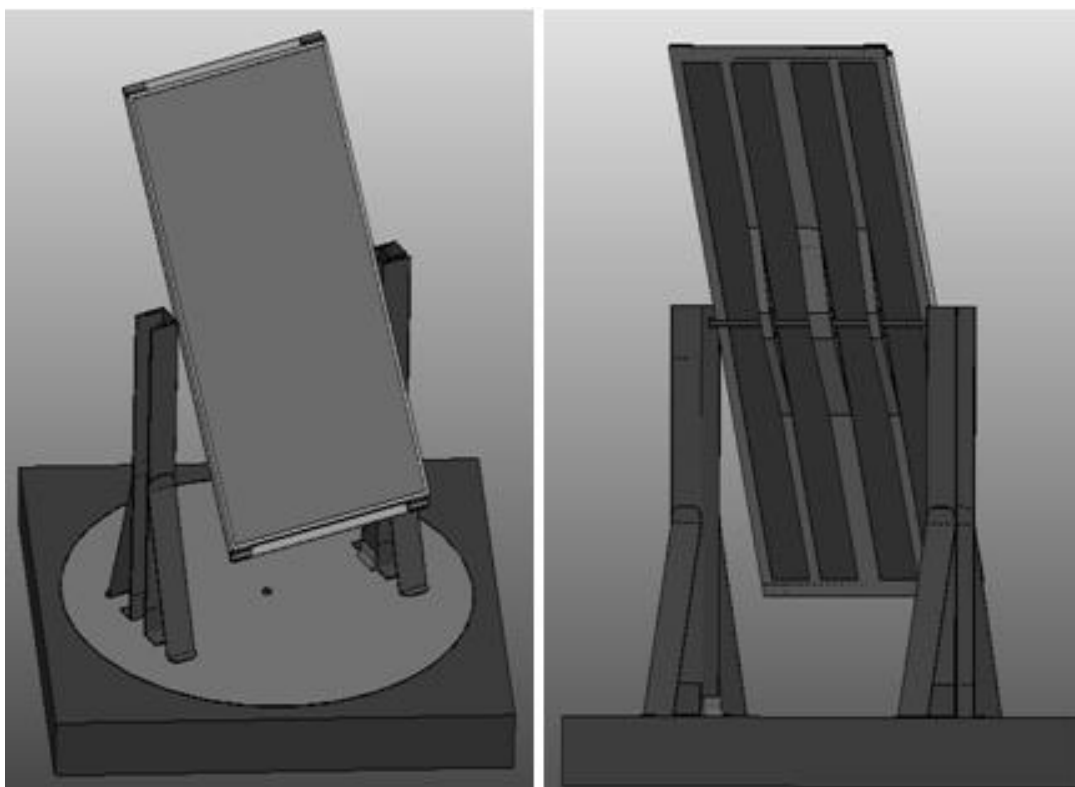


Рисунок 2.3 - 3D - модель сонячної установки

Крім сонячних елементів (фотоелектричних елементів) можуть бути встановлені сонячні теплові колектори для збору тепла сонця або параболічні концентратори, в точці фокусу яких на кронштейні буде закріплений двигун Стірлінга. [15-17]

## 2.2 Функціональна схема пристрою

Датчик сонячного випромінювання - це фоторезистор, встановлений на мобільній платформі, який вимірює поточний рівень освітленості та передає дані на мікроконтролер. Програма, розташована в мікроконтролері, розраховує різницю в показаннях датчиків кожної пари, що відповідають за горизонтальне і вертикальне обертання, і порівнює результат з ефектом налаштування, після чого отримана помилка відправляється на базу силового транзистора. у вигляді керуючого впливу . Перемикаючись в режим ON, транзистор відкриває шлях струму через мотор-редуктор, який приводить в дію актуатор - переміщення диска або переміщення платформи. Рухома частина, у свою чергу, нахиляє сонячну батарею так, щоб вона була орієнтована відповідно до положення сонця.

Кінцевий датчик посилає сигнал на мікроконтролер, коли рухома частина досягає одного з двох кінцевих положень. З їх допомогою мобільна платформа може повертатися від 0 до 90 градусів, а мобільна плита - від 0 до 270 градусів. [18-20]

					КвРАКІТ.2022224.01.11	22
		№ докум.	Підпис			



На функціональній схемі (рис.2.5) прийнято такі позначення:

POWER – вимикач живлення установки;

МК - мікроконтролер, що включає АЦП і ШІМ на кристалі. Мікроконтролер забезпечує реалізацію необхідних законів управління приводами, а також керує індикацією та обробляє інформацію, що надходить із датчиків.

START – кнопка увімкнення установки. При включеному стані здійснюється подача живлення на приводи та датчики, починається обробка даних з аналогових входів мікроконтролера, РКІ переходить у режим відображення кута повороту вихідного валу приводу горизонтального обертання.

STOP – кнопка вимкнення установки.

AD1 , AD2 , AD3 , AD4 , AD5 – аналогові датчики рівня освітленості. Після натискання на кнопку START на них подається живлення, і дані цих датчиків потрапляють на входи АЦП мікроконтролера.

DD 1, DD 2, DD 3, DD 4 – цифрові датчики кінцевого становища виконавчих ланок. Після натискання на кнопку START на них подається живлення, і дані цих датчиків потрапляють на входи АЦП мікроконтролера.

DD 5 – цифровий датчик, що реєструє кут повороту рухомого диска – інкрементальний енкодер. Після увімкнення кнопки START дані з нього починають відображатися на рідкокристалічному дисплеї.

РКІ – рідкокристалічний дисплей із вбудованим контролером, після включення кнопки START відображає значення вимірюваної величини (кут повороту валу приводу вертикального обертання).

ДД 1, ДД 2 – драйвери двигунів, що здійснюють силову розв'язку цифрової системи управління та електродвигуна.

Д1, Д2 – електродвигуни постійного струму.

### 2.3 Структурна схема пристрою

На рисунку 2.6 наведена структурна схема системи автоматичного керування одним із приводних пристроїв. Цей приклад — пристрій приводу вертикального обертання. [22-25]

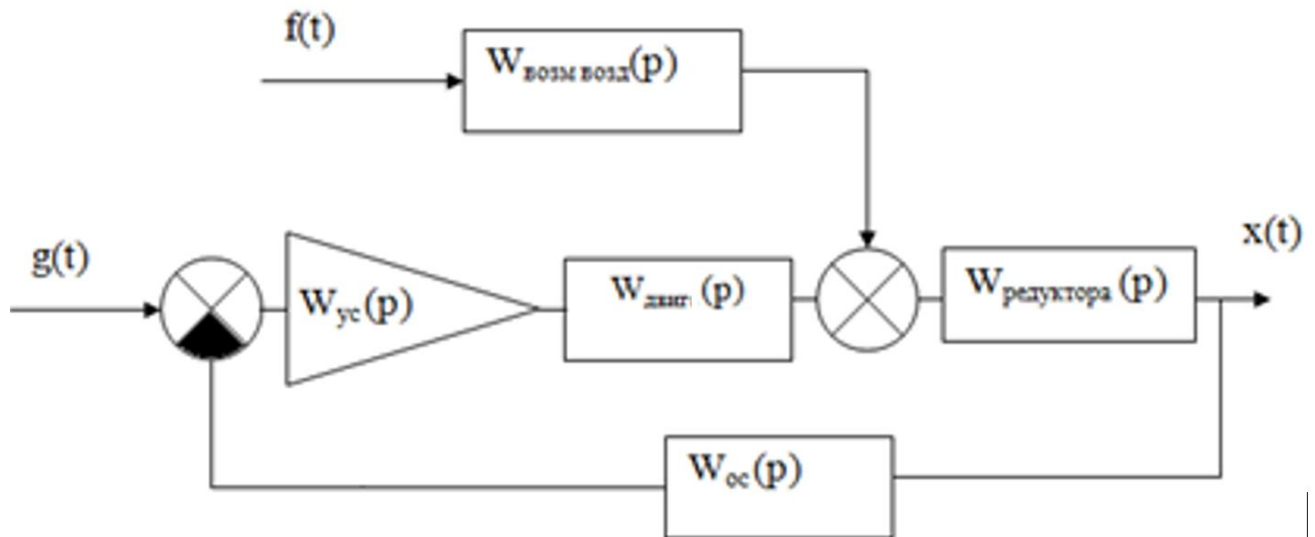


Рисунок 2.6 - Структурна схема керування приводом вертикального обертання, де

$W_{yc}(p)$  - передатна функція підсилювача;

$W_{двиг.}(p)$  - передатна функція двигуна;

$W_{редуктора}(p)$  - передатна функція редуктора;

$W_{ос}(p)$  - передатна функція зворотного зв'язку;

$W_{можл.возд}(p)$  - Передатна функція впливу, що обурює;



Розроблена структурна схема керування приводом вертикального обертання. Вона дозволяє в автоматичному режимі проводити слудкування за максимальною освітленістю, що вказує на напрямок на сонце.

					КВРАКІТ.2022224.01.11	
		№ докум.	Підпис			27

### 3 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

#### 3.1 Визначення передавальних функцій

Оскільки двигун має два ступені свободи з фіксованим збудженням, потрібні два вихідних диференціальних рівняння. Перше рівняння можна отримати, виписавши другий закон Кірхгофа про ланцюг якоря; друге - це закон рівноваги моментів на валу двигуна.

Тому роботу приводу можна описати наступним рівнянням:

$$\begin{cases} L_{\text{я}} \frac{d}{dt} \cdot i_{\text{я}} + r_{\text{я}} \cdot i_{\text{я}} = U(t) - C_e \cdot \omega \\ C_m \cdot i_{\text{я}} - M_{\text{н}} = J \frac{d}{dt} \cdot \omega \end{cases} \quad (3.1)$$

У цих рівняннях  $L_{\text{я}}$  і  $r_{\text{я}}$  – індуктивність та опір ланцюга якоря;  $C_e = C'_e \Phi$  і  $C_m = C'_m \Phi$ , де  $C'_e$  -  $C'_m$  коефіцієнти пропорційності, а  $\Phi$  - потік збудження;  $J$  – приведений до осі двигуна сумарний момент інерції,  $\omega$  - кутова швидкість,  $M$  – момент навантаження, наведений до валу двигуна

$$\begin{aligned} \omega_{\text{н}} &= \frac{2 \cdot \pi \cdot N}{60} \\ \omega_{\text{н}} &= \frac{2 \cdot \pi \cdot 5780}{60} = 604,97 \text{ с}^{-1} \end{aligned} \quad (3.2)$$

Константи  $C_e$  і  $C_m$  знайдемо за такими формулами:

$$C_e = \frac{U_{ном}}{W_{мк}}$$

$$C_e = \frac{24}{604,97} = 0,039$$

$$C_m = \frac{M_{ном}}{I_{\lambda_{ном}}} \quad (3.3)$$

$$C_m = \frac{0,354}{9.15} = 0,0386$$

Запишемо систему рівнянь (3.1) для простору Лапласа:

$$\begin{cases} L_n \cdot p \cdot i_n + r_n \cdot i_n = U(t) - C_e \cdot w \\ C_m \cdot i_n - M_n = J \cdot p \cdot w \end{cases} \quad (3.4)$$

Виразимо з другого рівняння системи (3.3) струм і підставимо перше:

$$\begin{cases} i_n (L_n \cdot p + r_n) = U(t) - C_e \cdot w \\ i_n = \frac{J \cdot p \cdot w + M_n}{C_m} \end{cases}$$

$$\frac{J \cdot p \cdot w + M_n}{C_m} (L_n \cdot p + r_n) = U(t) - C_e \cdot w \quad (3.5)$$

Розкриваючи дужки, отримаємо:

$$\frac{L_n \cdot J}{C_m} \cdot p^2 \cdot w + \frac{L_n}{C_m} \cdot p \cdot M_n + \frac{r_n \cdot J}{C_m} \cdot p \cdot w + \frac{r_n}{C_m} \cdot M_n = U(t) - C_e \cdot w \quad (3.6)$$

Перетворимо вираз (7) на вигляд:

$$w \cdot \left( \frac{L_n \cdot J}{C_m} \cdot p^2 + \frac{r_n \cdot J}{C_m} \cdot p^2 + C_e \cdot p \right) = U(t) - M_n \cdot \left( \frac{L_n}{C_m} \cdot p + \frac{r_n}{C_m} \right) \quad (3.7)$$

Звідси знаходимо передатну функцію двигуна:

$$W_{uc}(p) = \frac{1}{\frac{L_m \cdot J}{C_m} \cdot p^2 + \frac{r_m \cdot J}{C_m} \cdot p + C_e}$$

$$W_{oc}(p) = \frac{1}{\frac{0,0000937 \cdot 58,4 \cdot 10^{-3}}{0,0386} \cdot p^2 + \frac{0,113 \cdot 58,4 \cdot 10^{-3}}{0,0386} \cdot p + 0,039} \quad (3.8)$$

$$W_{red}(p) = \frac{1}{0,0000001418 \cdot p^2 + 0,000171 \cdot p + 0,039}$$

Визначаємо передатну функцію по впливу, що обурює:

$$W_{вперед}(p) = \frac{\frac{L_m}{C_m} \cdot p + \frac{r_m}{C_m}}{\frac{L_m \cdot J}{C_m} \cdot p^2 + \frac{r_m \cdot J}{C_m} \cdot p + C_e}$$

$$W_{вперед}(p) = \frac{\frac{0,0000937}{0,0386} \cdot p + \frac{0,113}{0,0386}}{\frac{0,0000937 \cdot 58,4 \cdot 10^{-3}}{0,0386} \cdot p^2 + \frac{0,113 \cdot 58,4 \cdot 10^{-3}}{0,0386} \cdot p + 0,039} \quad (3.9)$$

$$W_{вперед}(p) = \frac{0,002427 \cdot p + 2,927}{0,00000014 \cdot 18 \cdot p^2 + 0,000171 \cdot p + 0,039}$$

Передаточна функція підсилювача:  $W_{uc}(p) = 24$

Передатна функція зворотного зв'язку:  $W_{oc}(p) = 1$ .

Передатна функція редуктора  $W_{редуктора}(p) = 0.00346$ .

### 3.2 Моделювання системи автоматичного керування засобами MATLAB

Для моделювання системи автоматичного керування ми будемо використовувати пакет MATLAB (рис. 3.1). Використано розширення цього програмного продукту – середовище моделювання Simulink.



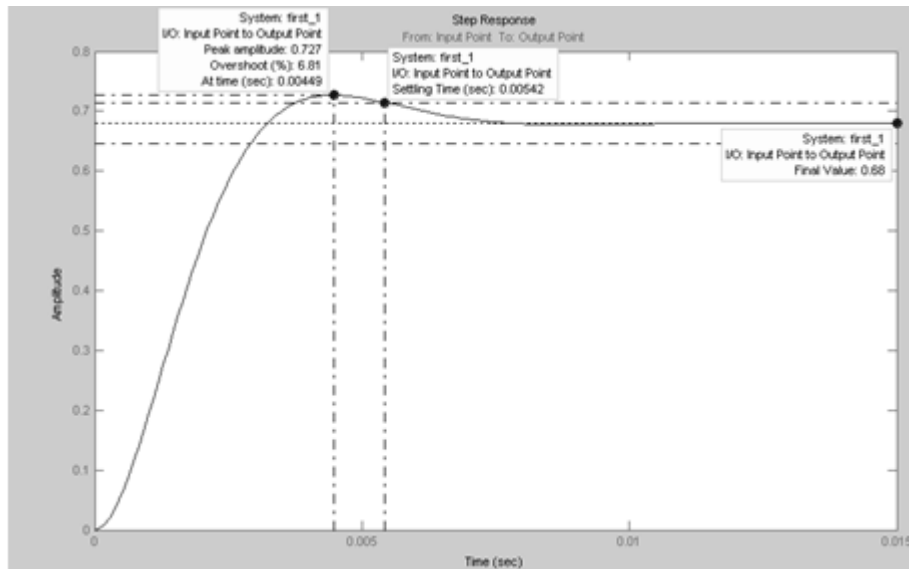


Рисунок 3.2 - Графік перехідного процесу системи при впливі на неї  
 одиничного ступінчастого сигналу

Для налаштування PID регулятора — визначення значень пропорційних, похідних та інтегральних коефіцієнтів — буде використано вбудовані інструменти середовища Simulink.

Для вибору коефіцієнтів ми будемо використовувати блок NCD OutPort. Включимо їх у схему, як показано на рис. 3.3.

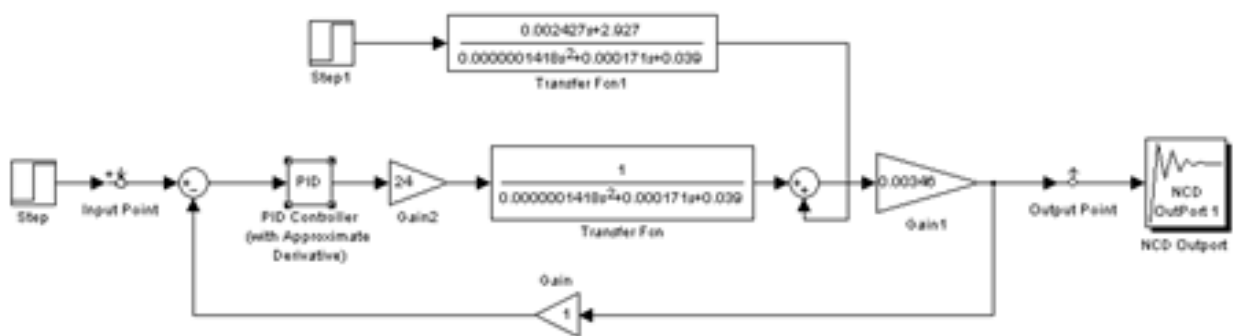


Рисунок 3.3 - Схема, зібрана для налаштування ПІД регулятора

Задамо налаштування блоку NCD OutPort (рис. 3.4, 3.5) та ПІД регулятора PID Controller (рис. 3.6).

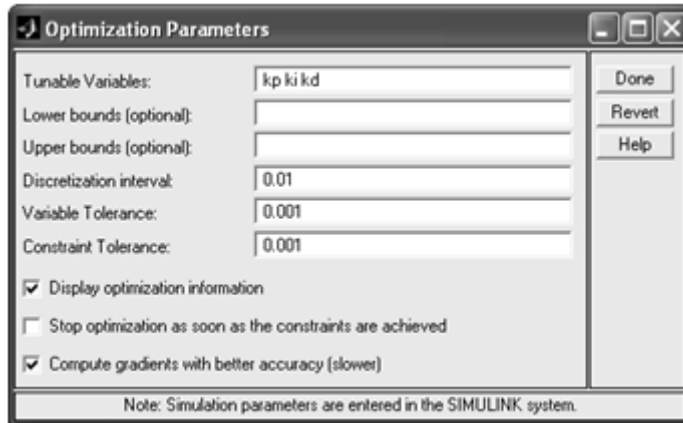


Рисунок 3.4 - Налаштування блоку NCD OutPort

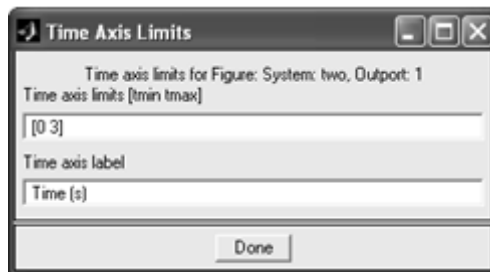


Рисунок 3.5 - Налаштування блоку NCD OutPort

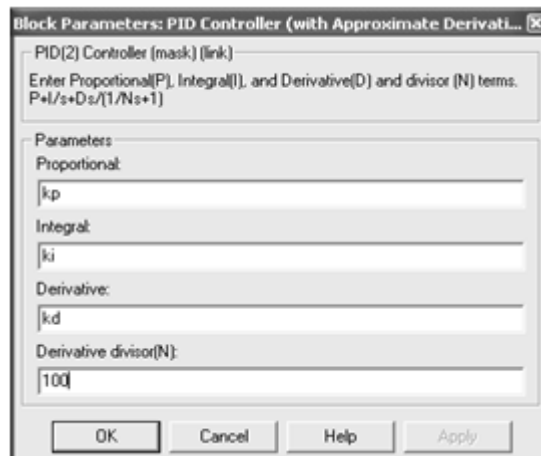


Рисунок 3.6 - Параметри ПІД регулятора PID Controller

У блоці NCD OutPort задамо обмеження для графіка перехідного процесу (рис. 3.7).

Блок NCD OutPort здійснює автоматичну корекцію параметрів  $K_p$ ,  $K_i$  та  $K_d$ .

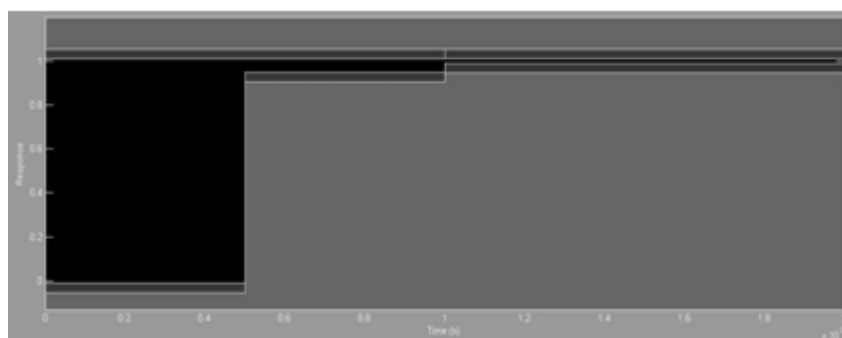


Рисунок 3.7 - Налаштування кордонів у блоці NCD OutPort

Значення коефіцієнтів, отриманих оптимізацією у блоці NCD OutPort :

$$K_p = 0.000001$$

$$K_i = 9,00021$$

$$K_d = 10,003$$

Після коригування перехідна функція задовольняє технічне завдання (рис. 32).

Отримано такі характеристики:

- 1) Час перехідного процесу – 0.147 з.
- 2) Значення, що встановилося -  $1 \text{ з}^{-1}$ .
- 3) Кількість коливань – 0.
- 4) Коефіцієнт перерегулювання - 0.
- 5) Статична помилка – 0.







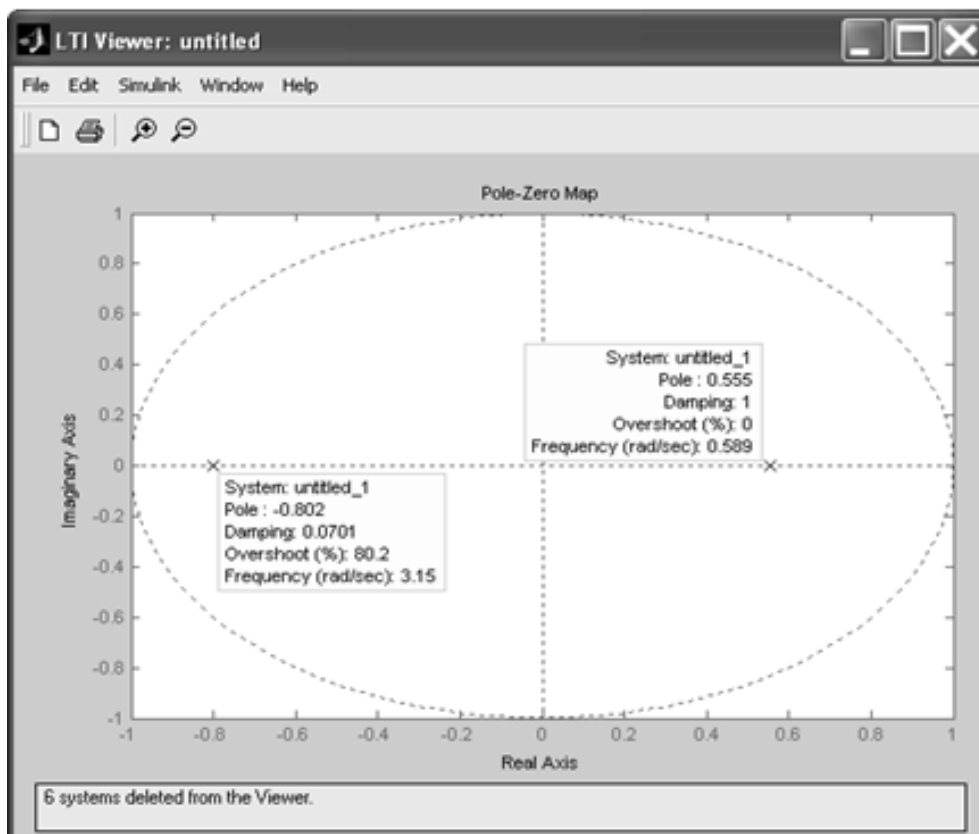


Рисунок 3.12 - Перевірка стійкості ЦСАУ

Як видно із рис. 3.12, все коріння характеристичного рівняння лежить всередині одиничного кола, отже, проєктована цифрова система стійка.

### 3.3 Вибір електронних компонентів

Розглядаючи функціональну схему пристрою (рис. 3.1), можна зробити невтішний висновок щодо кількості компонентів, необхідних для реалізації цифрової СКУД.

Наведемо список необхідних компонентів:

- 1) мікроконтролер;
- 2) датчики рівня освітленості;
- 3) драйвери двигунів;
- 4) РКІ - дисплей;

5) кінцеві датчики;

Для проектованого ЦСАУ доцільно використовувати недорогий мікропроцесор, який має невеликі розміри, не потребує для роботи додаткової мікросхеми і має достатню потужність для вирішення поставленої задачі.

В якості мікроконтролера для даної САУ обрано мікроконтролер Atmega16 (PDIP) виробництва Atmel. Це економічно ефективний 8-розрядний мікроконтролер CMOS, створений з використанням передової архітектури RISC AVR. Виконуючи одну інструкцію за такт, Atmega16 забезпечує приблизно 16 MIPS на 16 МГц, що дозволяє розробникам створювати системи, оптимізовані для швидкості та енергоспоживання. [36]



Рисунок 3.13- Мікроконтролер АТmega 16 компанії АТmel .

Ядро AVR базується на розширеній архітектурі RISC, яка поєднує розширений набір інструкцій із 32 регістрами загального призначення. Усі 32 регістри безпосередньо підключені до арифметико-логічного пристрою (ALU), що дозволяє отримати доступ до будь-яких двох регістрів за один машинний цикл. Архітектура в десять разів більш ефективна, ніж звичайні мікроконтролери CISC. Atmega16 забезпечує такі функції:

- 16 кБ флеш-пам'яті, що завантажується;
- 512 байт EEPROM;
- 32 ліній введення/виведення загального призначення;
- 32\*8 робочих регістру;



біта). Вихідний буфер порту А має симетричну вихідну характеристику з рівними вхідним і вихідним струмами. Під час введення лінія порту А діє як джерело струму, якщо ззовні подається низький рівень і підтягуючий резистор увімкнено.

Порт В (PB7..PB0) - Порт В - 8 біт. Двонаправлений порт вводу/виводу з внутрішніми підтягуючими резисторами (вибираються окремо для кожного біта). Вихідний буфер для порту В має симетричну вихідну характеристику з рівними вхідним і вихідним струмами. Під час введення, якщо низький рівень подається ззовні та підтягуючий резистор увімкнено, лінія порту В діятиме як джерело струму. Висновки порту В перебувають у третьому (високоімпедансному) стані в умовах скидання, навіть якщо синхронізація не ініційована.

Порт С (PC7..PC0) - порт С - 8 біт. Двонаправлений порт вводу/виводу з внутрішніми підтягуючими резисторами (вибираються окремо для кожного біта). Вихідний буфер порту С має симетричну вихідну характеристику з рівними вхідним і вихідним струмами. Під час введення лінія порту С буде діяти як джерело струму, якщо низький рівень застосований ззовні та підтягуючий резистор увімкнено. Висновки порту С перебувають у третьому (високоімпедансному) стані в умовах скидання, навіть якщо синхронізація не ініційована.

Порт D (PD7..PD0) Порт D - 8 біт. Двонаправлений порт вводу/виводу з внутрішніми підтягуючими резисторами (вибираються окремо для кожного біта). Вихідний буфер на порту D має симетричну вихідну характеристику з рівними вхідним і вихідним струмами. Під час введення лінія порту D буде діяти як джерело струму, якщо зовнішній низький рівень застосований і підтягуючий резистор увімкнено. Висновки порту D перебувають у третьому (високоімпедансному) стані в умовах скидання, навіть якщо синхронізація не ініційована.

RESET - Скинути вхід. Утримання вхідного сигналу на низькому рівні протягом двох машинних циклів (якщо годинник працює) скидає пристрій.

XTAL1 - вхід підсилювача інвертованого генератора та вхід зовнішнього тактового сигналу.

XTAL2 - Вихід підсилювача інвертувального генератора.

AVCC - джерело живлення для аналогових компонентів мікроконтролера.

AREF — це вхід для підключення джерела опорної напруги АЦП. (табл.3.1)

### Драйвер двигунів

Підсилювачі потужності необхідні для керування приводами, оскільки:

1) Рівень струму (приблизно 200 мА) від порту мікроконтролера занадто малий для роботи приводу;

2) Напруга живлення електродрайвера набагато вища, ніж може забезпечити мікроконтролер;

3) Електроприводи є індуктивними навантаженнями, і неможливо підключити мікроконтролер безпосередньо до приводу через можливе індуктивне випромінювання. [37-38]

Як підсилювач потужності будемо використовувати драйвер двонаправленого двигуна постійного струму MoviPower Lite фірми Movicom (рис. 42). Основні переваги цього драйвера: (табл.3.2)

1. Робоча напруга: 5.5 ÷ 36 В.
2. Робочий струм: до 8 А.
3. Піковий струм: до 30 А.
4. Частота ШІМ (макс.): 20 кГц.
5. Реверсивне керування.
6. Захист від перевантаження по струму та від перегріву.

7. Сплячий режим.

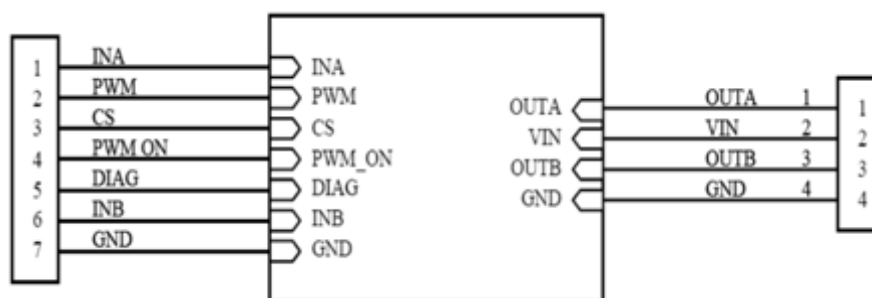


Рисунок 3.15 - Розпинання роз'ємів підключення драйвера

Таблиця 3.1 - Сигнали керування, живлення та вихідні сигнали драйвера

(5V, на вхід можна подавати 3.3-х вольтовий сигнал)	
INA	перший вхід управління напрямом руху
PWM	сигнал ШІМ (Широтно-Імпульсної Модуляції)
CS	струмовий сигнал пропорційний струму на двигуні
PWM_ON	сигнал увімкнення драйвера (1 - включений, 0 - сплячий режим зниженого енергоспоживання)
DIAG	сигнал перевантаження (1 – нормально, 0 – перевантаження)
INB	другий вхід управління напрямком рухом
GND	мінус живлення
OUTA	негативний вихід на двигун
VIN	плюс харчування (від +5.5 до ♦ 36У )
OUTB	позитивний вихід на двигун
GND	мінус живлення





Кінець таблиці 3.3 – Характеристики чутливості датчиків ALPS та кремнієвих датчиків рівня освітленості

Посилення по струму	Ні	Ні	Так	Так
Споживана потужність	Незначна	Незначна	Середня	Середня/Велика
Час відклику	Маленька (десятка мкс)	Маленька (десятка мкс)	Середня (сотні мкс)	Велика (до декількох десятків мс)
Лінійність фотовідклику	Відмінна	Відмінна	Середня	Середня
Режим роботи	Фотонапруга або фотопровідність	Фотонапруга або фотопровідність	Фотопровідність	Фотопровідність
Спектральна чутливість	Вузький спектр	Широкий спектр	Широкий спектр	Широкий спектр

Найкращими за параметрами є сенсори APDS-9002/3. Як і всі пристрої однойменної серії, він оптимізований для кривої видимості людського ока, має аналоговий вихід і відмінну лінійність фотоструму від 10 лк до 1 клк, з невеликою варіацією чутливості з різними джерелами світла та напругою живлення. від 2,2 В до 5,4 В, промисловий діапазон температур від -40 до +85 градусів Цельсія, також виконані в недорогих мініатюрних корпусах для поверхневого монтажу chipLED (рис. 3.18). Типова схема ввімкнення датчика APDS-9002/3 наведена на рисунку 3.23. При зміні освітленості до 600 люкс фотострум змінювався від 10 до 400 мкА. [40]



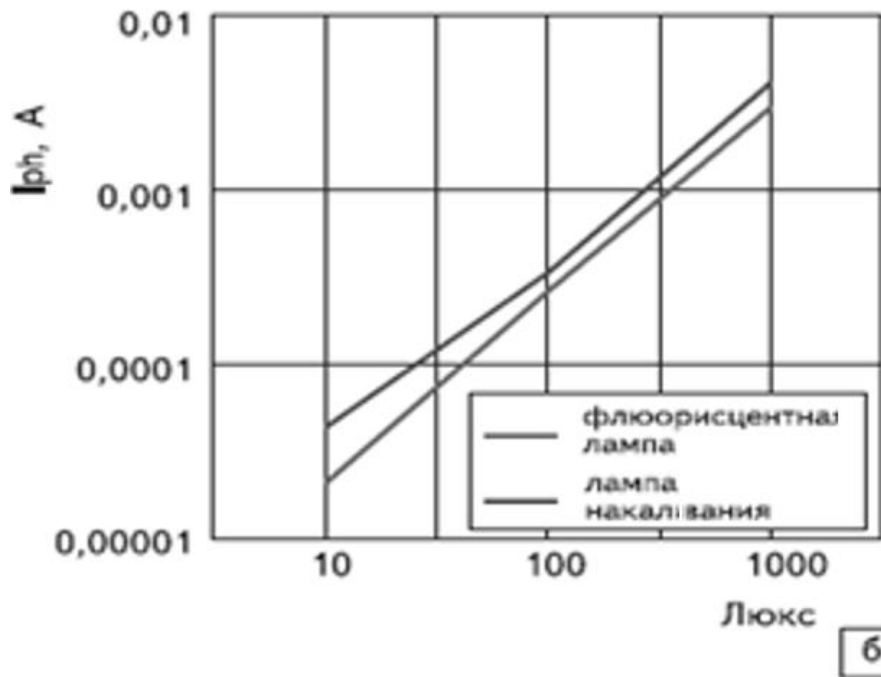
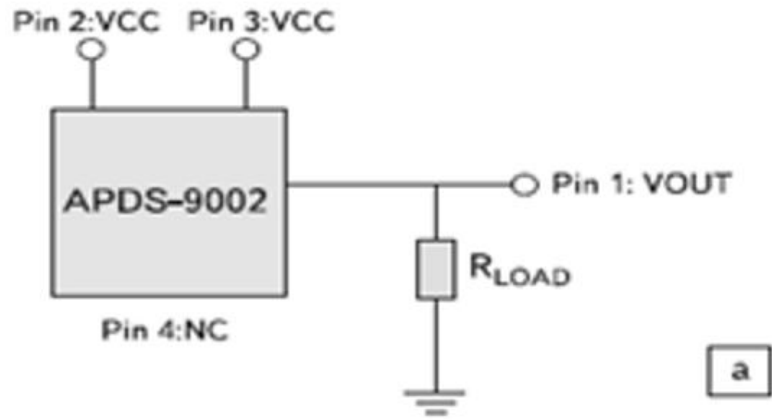


Рисунок 3.19 - Типова схема включення датчика рівня освітленості APDS – 9002/3 та графік залежності фотоструму від рівня його освітленості



Рисунок 3.20 - Кінцевий вимикач у базовому пластмасовому корпусі









Рисунок 3.21 - Інкрементний енкодер ECW1J-B28-BC0024L компанії Bourns

Інкрементні кодери призначені для визначення швидкості обертання та кута повороту об'єктів, що обертаються. Вони генерують безперервний імпульс цифрових кодів, що містять інформацію про кут повороту. Якщо вісь зупиняється, передача імпульсів припиняється. Основним робочим параметром датчика є кількість імпульсів за оборот. Миттєве значення кута повороту визначається шляхом підрахунку кількості імпульсів від початку обертання. Щоб визначити кутову швидкість об'єкта, процесор у тахометрі диференціює кількість імпульсів у часі, надаючи миттєве значення швидкості в обертах за хвилину. Вихідний сигнал має два канали з ідентичними імпульсами, зсунутими по фазі на  $90^\circ$ , щоб можна було визначити напрямок обертання. Також є цифровий вихід для нульової позначки, який дозволяє визначити абсолютне положення осі.

### 3.4 Принципова схема пристрою

Враховуючи обрані комплектуючі, спроектуємо плату управління. Його принципова схема зображена на рисунку 3.22.

					КвРАКІТ.2022224.01.11	52
		№ докум.	Підпис			

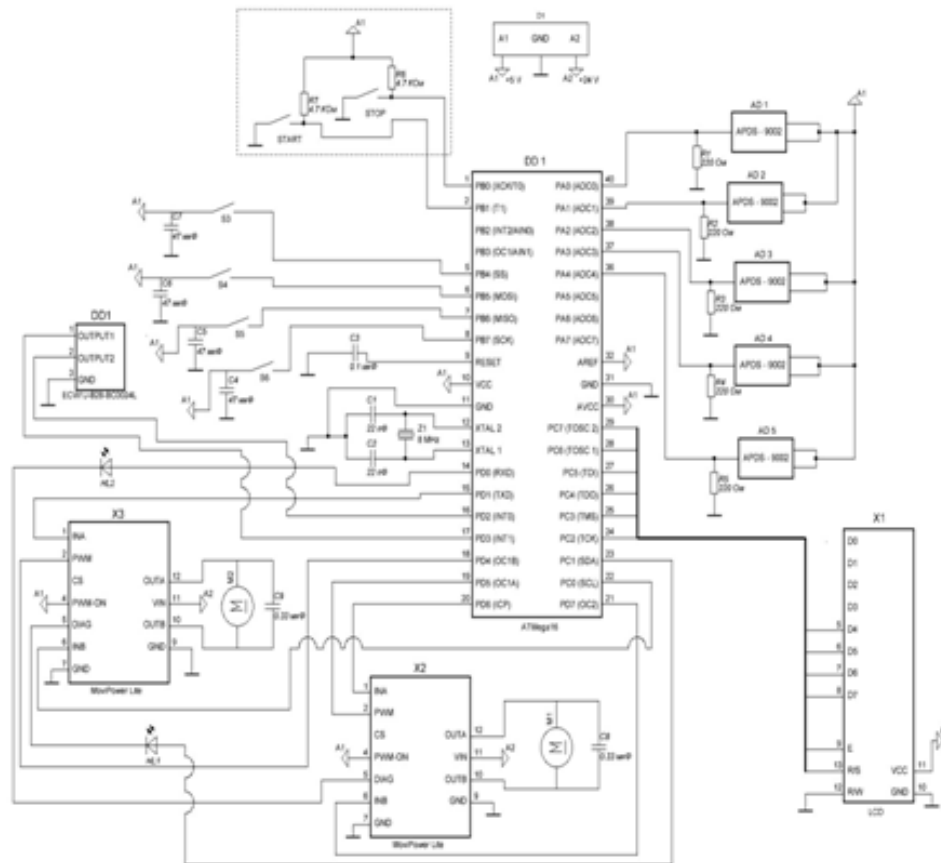


Рисунок 3.22 - Принципова схема керуючої плати

Список компонентів:

D 1 – роз'єми живлення на 24 та 5 В;

D 2 – інкрементний енкодер ECW1J-B28-BC0024L;

DD 1 - мікроконтролер ATmega 16;

X 1 - рідкокристалічний індикатор НІТАСНІ - HD44780U ;

X2, X3 – драйверні схеми MoviPower Lite;

AD1, AD2, AD3, AD4, AD5 – датчики рівня освітленості APDS – 9002/3;

S3, S4, S5, S6 – кінцеві датчики ;

M1 , M2 - електродвигуни;

XTL 1 – кварцовий резонатор на 8МГц;

R 1, R 2, R 3, R 4, R 5 - резистори на 220 Ом;

R 6, R 7 - резистори на 4,7 ком;  
C1, C2 - конденсатори по 22 пФ;  
C3 - конденсатор на 0,1 мкФ;  
C4, C5, C6, C7 - конденсатори по 47 мкФ;  
HL 1, HL 2 – світлодіоди.

### 3.5 Алгоритми управління

Враховуючи всі апаратні характеристики проектованої цифрової системи автоматичного керування, запишемо алгоритм керування роботою програми (рис. 3.23).

Опишемо більш детально процес обробки інформації від датчика освітленості.

Спочатку знімається сигнал з пари горизонтальних датчиків, що відповідають за поворот по вертикальній осі (рисунок 3.24). Якщо показники датчика рівні, платформа орієнтована правильно відносно вертикальної осі та зміщена менше ніж на  $10^\circ$ . Якщо вони не рівні, розраховується різниця між їх показаннями, і в залежності від її знака мікроконтролер посилає прямий або зворотний сигнал драйверу вертикального обертання. Потім цикл повторюється і так далі, поки різниця в показаннях датчика не стане нульовою.

Далі за такою ж схемою наведення на горизонтальній площині (рис. 3.25). Але тут показання знімаються з пари перпендикулярних датчиків.

Процес наведення закінчується, коли різниця між показаннями двох датчиків стає нульовою.

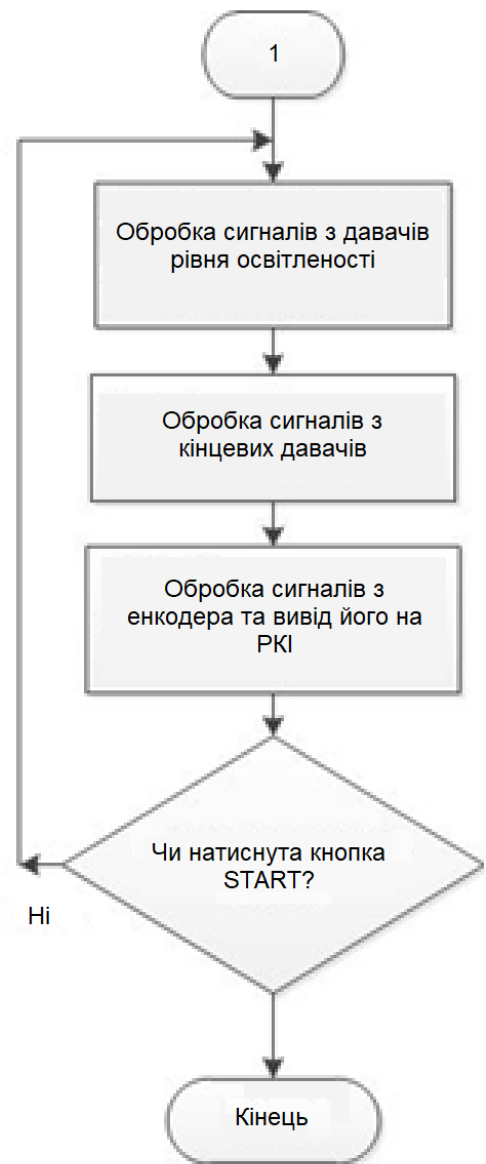


Рисунок 3.24 - Алгоритм функціонування керуючої програми



### 3.6 Висновки до третього розділу

У розділі проведне обґрунтування елементів схеми. Описані усі компоненти і їх технічні параметри та призначення. Наведено опис схеми електричної принципової. Обґрунтовані усі електричні зв'язки у схемі. Проведена розробка алгоритму роботи пристрою. Наведені усі етапи алгоритму. Приведені блок-схеми алгоритму.

					КВРАКІТ.2022224.01.11	
		№ докум.	Підпис			57

## ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розроблено цифрову систему автоматичного керування для платформи сонячних батарей. Для цього було проведено аналіз існуючих конструкцій, виявлено їх недоліки, запропоновано новий проект геліоустановки та розроблено її функціональну схему. Досліджено показники систем безперервного та дискретного керування та проведено проектування стійкості дискретних систем.

Для практичної реалізації цієї цифрової системи управління підбрано необхідні компоненти, розроблено принципову схему та побудовано алгоритм керування.

					КвРАКІТ.2022224.01.11	
		№ докум.	Підпис			58



9. Будіщев М. С. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка : Підручник / М. С. Будіщев. – Львів : Афіша, 2001. – 424 с.
10. Колонтаєвський Ю. П. Електроніка і мікросхемотехніка : підручник / Ю. П. Колонтаєвський. - Київ : Каравела, 2006. - 384 с.
11. Качан Ю. Г. Лінійна електротехніка (теоретичні основи) [Текст]: навч. посібник / Ю. Г. Качан.– Запоріжжя: Вида-во Запорізької держ. інж. академії, 2005. – 206 с.
12. Панчевний Б. І. Загальна електротехніка: теорія і практика / Б. І. Панчевний, Ю. Ф. Свєргун. - 2-ге вид. - Київ : Каравела, 2004. - 440 с.
13. Макаренко В. В. Цифрова та імпульсна схемотехніка. Моделювання та аналіз : навч. посіб. для студентів, які навчаються за напрямом підготовки «Акустотех-ніка» [Електронний ресурс] / В. В. Макаренко, В. М. Співак ; НТУУ «КПІ». -Київ : НТУУ «КПІ», 2015. - 314 с. - Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/19099>.
14. Технічний сервіс в агропромисловому комплексі: навчальний посібник / Коновалюк О.В., Кіяшко В.М., Колісник М.В. – К.: Аграрна освіта, 2013. – 404 с.
15. Загальна електротехніка з основами автоматики: Навчальний посібник / Т.В.Левченко. – К., 2010. – 358 с.
16. Костинюк Л.Д. Моделювання електроприводів/ Л.Д. Костинюк, В.І. Мороз, Я.С Паранчук.. - Львів: НУ “Львівська політехніка”, 2004. - 404 с.
17. Ремонт машин та обладнання : підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. – К. : Агроосвіта, 2014. – 665 с.
18. Електроніка і мікропроцесорна техніка / Сенько В.І., Лисенко В.П., Юрченко О.М., Лукін В.Є., Руденський А.А. — К. : «Агроосвіта», 2015. — 676 с.
19. Виговський В. С. Автоматизація керування живильними насосами енергоблоку потужністю 200 МВт / В. С. Виговський, Ю. С. Грищук // Вісник





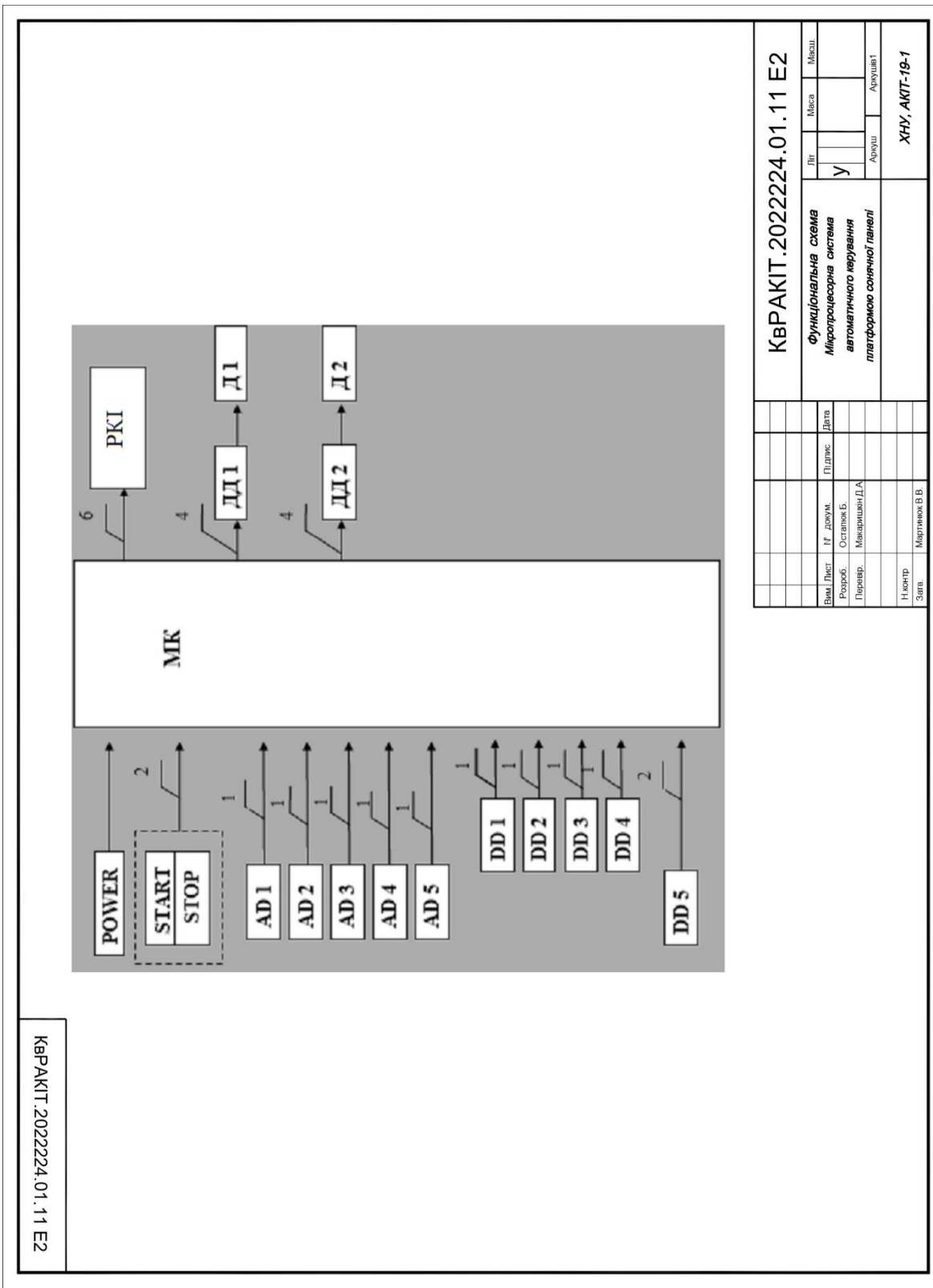
40. Електротехнологія. Навчально-методичний посібник із контрольними завданнями. Укладач: Кашенко П.С.

41. Титаренко М.В., Електротехніка: Навчальний посібник/ М.В. Титаренко. – К.: Кондор, 2013. – 240 с.

					КВРАКІТ.2022224.01.11	
		№ докум.	Підпис			63

# Додаток А

## Структурна схема



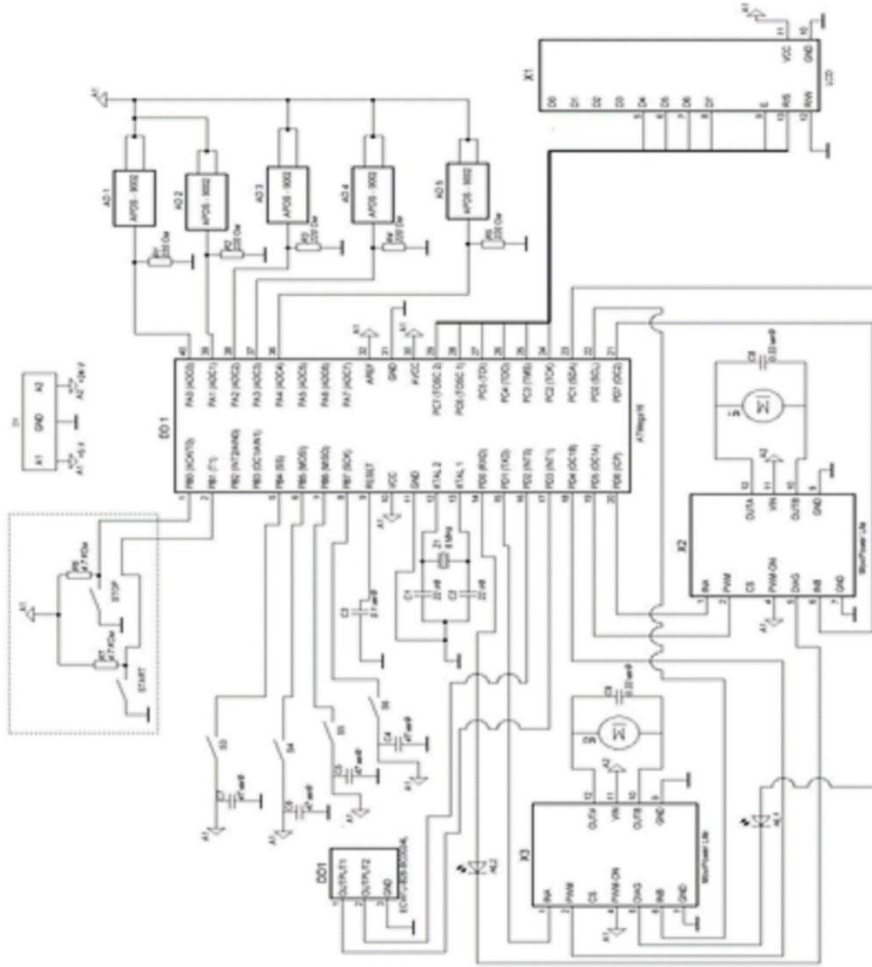
КВРАКІТ.2022224.01.11 E2

КВРАКІТ.2022224.01.11 E2		Пр	Місяц	Місяц
Функціональна схема		У		
Мікропроцесорна система				
автоматичного керування				
платформною сонячної панелі		Автори	Автори	
				ХНУ, АКТ-19-1
Вид. Лист	ІР. докур.	Підпис	Дата	
Розроб.	Останок Б.			
Перевір.	Макаришин Д.А.			
Н.контр.				
Затв.	Мартинюк В.В.			



# Додаток В

## Принципова схема



КВРАКІТ.2022224.01.11 ЕЗ

<b>КВРАКІТ.2022224.01.11 ЕЗ</b>		Літ	Місяц	Місяць
Вид Лист	№ докум.	Підпис	Дата	
Розроб.	Осталою Б.			
Перевір.	Максимишин Д.А.			
Н.монтр.	Мартинюк В.В.			
Зав.				
<i>Принципова схема Мікропроцесорна система автоматичного керування платформою сонячної панелі</i>			Архивувати	
				<b>ХНУ, АКТ-19-1</b>

Ім'я користувача:  
Кафедра АКІТІТК

Дата перевірки:  
20.06.2023 10:05:49 EEST

Дата звіту:  
20.06.2023 10:32:20 EEST

ID перевірки:  
1015652761

Тип перевірки:  
Doc vs Internet + Library

ID користувача:  
100005862

Назва документа: **Остапюк**

Кількість сторінок: 61 Кількість слів: 6718 Кількість символів: 48382 Розмір файлу: 2.93 MB ID файлу: 1015298396

1166 слів позначені як "вилучені" та не враховуються у підрахунку слів

## 5.08% Схожість

Найбільша схожість: 1.13% з Інтернет-джерелом (<https://knowledge.allbest.ru/radio/3c0a65635a3ad68a5c43a89521306d3>)

5.08% Джерела з Інтернету 345 ..... Сторінка 63

0.36% Джерела з Бібліотеки 5 ..... Сторінка 65

## 0% Цитат

Не знайдено жодних цитат

Не знайдено жодних посилань

## 0.02% Вилучень

Деякі джерела вилучено автоматично (фільтри вилучення: кількість знайдених слів є меншою за 8 слів та 0%)

Немає вилучених Інтернет-джерел

0.02% Вилученого тексту з Бібліотеки 9 ..... Сторінка 65

## Модифікації

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

Замінені символи 12

## Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 9.0%

Словники перевірки: en\_US, ru\_RU, ua\_UA. Помилки в документах: 10%

ID: 117257 Назва: БКР Мікропроцесорна система автоматичного керування платформою сонячної панелі Додано в БД: 2023-06-20 Автора: Осташок БОГДАНА Керівники: Денис МАКАРИШКІН Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	35720	370	5506 (15%)	87 (24%)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Остапюк Богдана Сергіївна

Тема: Мікропроцесорна система автоматичного керування платформою сонячної панелі

Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегрованих технологій»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість листів креслень 3 Кількість сторінок записки 58

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: Розроблено мікропроцесорну систему автоматичного керування платформою сонячної панелі

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: У кваліфікаційній роботі розроблено цифрову систему автоматичного керування для платформи сонячних батарей. Для цього було проведено аналіз існуючих конструкцій, виявлено їх недоліки, запропоновано новий проект геліоустановки та розроблено її функціональну схему. Досліджено показники систем безперервного та дискретного керування та проведено проектування стійкості дискретних систем. Для практичної реалізації цієї цифрової системи управління підібрано необхідні компоненти, розроблено принципову схему та побудовано алгоритм керування.

4. Позитивні сторони роботи: висока практична цінність роботи.

---

---

---

5. Негативні сторони роботи: у роботі наявні незначні граматичні та стилістичні помилки

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.

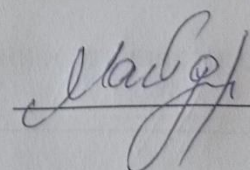
8. Інші зауваження: відсутні

9. Оцінка дипломної роботи: добре (3,75/С)

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

Майдам Іван Сергійович, к.т.н., доцент  
каф. машин і апаратів, електро механічних  
та енергетичних систем ХНУ

"19" 06 2023 р.

 (підпис)

**РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ  
КАФЕДРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ, КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА  
РОБОТОТЕХНІКИ  
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ**

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Мікропроцесорна система автоматичного керування платформою сонячної панелі

Автор: Остапюк Богдана Сергіївна

Спеціальність: 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітня програма: Освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Науковий керівник: Макаришкін Денис Анатолійович, кандидат технічних наук, доцент

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	<b>відповідає</b>
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої й електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того, як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
5	Інше:	

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

1) у тексті кваліфікаційної роботи системами перевірки на плагіат виявлено схожість з деякими документами в частині загальноживаних обов'язкових словосполучень у стандартних бланках (титулка, відомість документів), у структурі змісту, назвах розділів/підрозділів тощо, у назвах публікацій у переліку джерел посилання;

2) усі запозичення є фрагментарними або мають належним чином оформленні посилання;

3) виявлені модифікації тексту не впливають на відсоток схожості.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів ідентичності/схожості, складає 5,08% і адресується до 350 джерел, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру теми і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Дата 20.06.2023р.

Завідувач кафедри

Гарант освітньої програми

Керівник кваліфікаційної роботи

Валерій МАРТИНЮК

Юрій ФОРКУН

Денис МАКАРИШКІН

Завідувачу кафедри АКІТтаР  
д-ру техн.наук, проф. Мартинюку В.В.

Остапюк Б. С.

ГІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 4 курсу, групи АКІТ-19-1

### ЗАЯВА

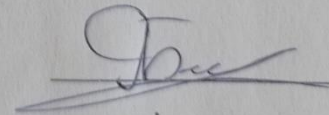
З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності,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

05.06.2023

дата



підпис