

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Кафедра комп'ютерних наук
Секція комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

_____ А. С. Довбиш

“ ____ ” _____ “ 2018 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

Автономна система живлення на основі сонячної електростанції середньої потужності

Дипломник

студентка гр. СУ-42

Є.В. Ярушина

Керівник роботи

к. ф.-м. наук, доцент

А.В. Павлов

Суми – 2018

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних наук

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту

Автономна система живлення на основі сонячної електростанції середньої потужності

Керівник проекту

А.В. Павлов

Проектант:

студентка гр. СУ-42

Є.В. Ярушина

Ном.поз	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	№ екз.	Примітки
			<u>Документація</u> <u>загальна</u>			
			<u>Застосована</u>			
1	A4		Завдання кафедри	3		
			<u>Новозроблена</u>			
2	A4	T3	Технічне завдання	3		
3	A4		Реферат	1		
4	A4	СУ42 6.050201 ПЗ	Пояснювальна записка	52		
			<u>Документація</u> <u>конструкторська</u>			
			<u>Новозроблена</u>			
5	A4	СУ-42. 6.050201.A2	Автономна система живлення на основі сонячної електростанції середньої потужності. Схема функціональна.	1		
6	A4	СУ-42. 6.050201.E3	Автономна система живлення на основі сонячної електростанції середньої потужності. Схема електрична-принципова.	1		

					СУ-42 6.050201 ДП			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Автономна система живлення на основі сонячної електростанції середньої потужності Відомість проекту	Лит.	Лист	Листов
Розроб.		Ярушина Є.В.					1	
Провер.		Павлов А.В.						
Реценз.								
Н. Контр.								
Утверд.								
						СумДУ СУ-42		

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних наук

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

_____ Довбиш А. С.

2018 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студентці

Ярушиній Євгенії Віталіївні

1. Тема проекту: Автономна система живлення на основі сонячної електростанції середньої потужності. Затверджено наказом ректора університету. № 1019.ІІІ від “29” травня 2018р.
2. Термін здавання студентом закінченого проекту “01” червня 2018р.
3. Вихідні дані до проекту: звіт з переддипломної практики, технічна документація та перелік літературних джерел з матеріалами опису і автоматизації технологічного процесу відповідної установки.
4. Зміст пояснювальної записки: аналіз загальних відомостей про системи управління сонячних електростанцій; опис системи автоматизації; розроблення відповідних схем автоматизації; проектування програмного забезпечення.
5. Перелік графічних матеріалів: 18 рисунків, 13 таблиць, 3 додатки.

6. Консультанти з проекту

Розділ проекту, зміст завдання	Консультант	Завдання узгоджено	Завдання виконано
Техніко-економічні розрахунки: 1. Визначити повну собівартість автономної системи живлення на основі сонячної електростанції середньої потужності	к. ф.-м. наук, доцент Павлов А.В.	08.05.18	24.05.18
Охорона праці та безпека життєдіяльності в надзвичайних ситуаціях : 1. Визначити основні шкідливі і небезпечні фактори при експлуатації СЕС 2. Визначити заходи безпеки при експлуатації СЕС.	к. ф.-м. наук, доцент Павлов А.В.	09.05.18	25.06.18

7. Календарний план проектування

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання (початок - кінець)
1	Аналіз завдання кафедри. Складання ТЗ. Підбір та аналіз літератури.	18.01.2018 – 20.02.2018
2	Розгляд загальних технологічних питань.	21.02.2018 – 01.03.2018
3	Розроблення основних схем автоматизації	02.03.2018 – 25.03.2018
4	Вибір та розрахунок засобів автоматизації	26.03.2018 – 05.04.2018
5	Створення програмного забезпечення та людино-машинного інтерфейсу	06.04.2018 – 24.05.2018
6	Вирішення питань охорони праці та економіки	25.05.2018 – 28.05.2018
7	Технічне оформлення проекту. Здавання проекту керівнику.	01.06.2018

8. Дата видачі завдання " 18 " січня 2018 р.

Керівник проекту:

к. ф.-м. наук, доцент

Павлов А.В.

До виконання прийняла:

студентка-дипломниця

групи СУ-42

Ярушина Є.В.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування автономної системи живлення на основі сонячної електростанції середньої потужності

Розробник:

студентка гр. СУ-42

Ярушина Є.В.

Погоджено:

керівник проекту

Павлов А.В.

Суми – 2018

1. *Назва і галузь застосування:* Автономна система живлення на основі сонячної електростанції середньої потужності; призначена для забезпечення електроенергією приватного будинку; використовується на відкритих ділянках, шириною близько 20 м для забезпечення відповідних умов для максимального отримання сонячної енергії.

2. *Підстави для проектування:* Наказ ректора Сумського державного університету № 1019.ІІІ від 29.05.2018;

3. *Мета і призначення проекту:* Проаналізувати існуючі автономні системи живлення на основі сонячної електростанції. Розробити необхідні схеми автоматизації. Виконати підбір засобів автоматизації для вищезгаданої системи. Створити алгоритми керування та відповідне програмне забезпечення, що являє собою важливу підсистему SCADA системи.

4. *Джерела розроблення:* інформація отримана під час проходження переддипломної практики.

5. *Режими роботи об'єкта:* обладнання автоматизації призначено для управління, візуального контролю параметрів системи.

6. *Умови експлуатації СК:* живлення керування: напруга – 220В; частота – 50 Гц; живлення мікроконтролера: напруга – 3.3 В постійного струму; живлення крокового двигуна – 24 В постійного струму. Ступінь захисту складових частин обладнання автоматизації від дії навколишнього середовища не нижче ІР41 по ДСТУ 14254 – 96.

7. *Технічні вимоги:* ДСТУ 21.404 – 85 Автоматизація технічних процесів; ДСТУ 2.702 – 75 Правила виконання схем; ДСТУ 2.709 – 89 Умовні позначення контактних з'єднань електричних елементів, обладнання і частин кіл в електричних схемах; ДСТУ 12.2.016 – 81 Система стандартів безпеки праці. Загальні вимоги безпеки.

8. *Економічні показники:* кошторис елементів відповідної сонячної електростанції з описом вартості відповідних комплектуючих для системи керування, а також для підсистеми підтримки оптимальних параметрів системи.

9. Стадії та етапи проектування:

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання (початок - кінець)
1	Аналіз завдання кафедри. Складання ТЗ. Підбір та аналіз літератури.	18.01.2018– 20.02.2018
2	Розгляд загальних технологічних питань.	21.02.2018– 01.03.2018
3	Розроблення основних схем автоматизації	02.03.2018 – 25.03.2018
4	Вибір та розрахунок засобів автоматизації	26.03.2018 – 05.04.2018
5	Створення алгоритмів керування та програмного забезпечення	06.04.2018 – 24.05.2018
6	Вирішення питань охорони праці та економіки	25.05.2018 – 28.05.2018
7	Технічне оформлення проекту. Здавання проекту керівнику.	01.06.2018

10. Додатки: Додаток А Конструкторська документація; Додаток Б Лістинг програми керування; Додаток В Монітор оператора.

РЕФЕРАТ

Ярушина Євгенія Віталіївна. Автономна система живлення на основі сонячної електростанції середньої потужності. Дипломний проект. Сумський державний університет. Суми, 2018 р.

Проект містить 47 сторінок, 18 рисунків, 13 таблиць, 3 додатки; конструкторську документацію, яка містить 2 креслення. При виконанні дипломного проекту було використано 9 літературних джерел.

Розроблено автономну систему живлення на основі сонячної електростанції середньої потужності. Написано програмне забезпечення для контролера, що являє собою складову SCADA системи, яка забезпечує візуалізацію системи управління. В якості середовища розробки програмного забезпечення було обрано наступну програму: середовище програмування FLProg.

Ключові слова: сонячна електростанція, система управління, підсистема, мікроконтролер, датчики, виконавчий механізм, оптимальні параметри, схема автоматизації, SCADA система, програмне забезпечення.

ABSTRACT

Yevheniia V. Yarushyna. Stand-alone power system based on solar power plant of medium power. The graduation work. Sumy State University. Sumy, 2018.

Work consists of 47 pages, 18 pictures, 13 tables, 3 applications; construction documentation, which consists of 2 figures. 9 sources of literature has used while making the graduation work.

An autonomous power system based on a solar power plant of medium power has been developed. The software for the controller, which are the components of the SCADA system that provides visualization of the control system. As the software development environment, the following program were used: FLProg programming environment.

Key words: solar power station, control system, subsystem, microcontroller, sensors, actuators, optimal parameters, automation scheme, SCADA system, software.

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних наук

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

_____Довбиш А.С.

“ ___ “ _____ 2018 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

Автономна система живлення на основі сонячної електростанції середньої
потужності

Керівник проекту:

Павлов А.В.

Дипломник:

Студентка групи СУ-42

Ярушина Є.В.

Суми - 2018

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	4
ВСТУП	5
1. АВТОНОМНА СОНЯЧНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ	6
1.1 Актуальність автономних СЕС.....	6
1.2 Основні переваги та недоліки встановлення автономних сонячних електростанцій.....	7
1.3 «Зелений» тариф	9
2. ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ ПРОЕКТУВАННЯ	10
2.1 Аналіз об'єкту керування	11
2.2 Функціональний опис контурів керування.....	12
3. РОЗРОБКА КОНТУРІВ КЕРУВАННЯ СИСТЕМИ	13
3.1 Контур контуру збору, накопичення та видачі електроенергії у мережу.....	13
3.2 Розробка контуру регулювання просторової орієнтації сонячної ферми.....	14
3.3 Таблиця вхідних-вихідних сигналів.....	16
4. ПІДСИСТЕМА КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЄЮ	18
4.1 Давач температури	18
4.2 Сонячні панелі.....	19
4.3 Інвертор.....	21
4.4 Акумулятор.....	24
4.5 Контролер заряду акумуляторів.....	25
5. ПІДСИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПОЛОЖЕННЯМ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ.....	28
5.1 Акселерометр ADXL345.....	28
5.2 Датчик освітленості	29
5.3 Електродвигун постійного струму	30
5.4 Потенціометричний давач	31
5.5 Мікроконтролер.....	32
6. РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ.....	35
6.1 Розроблення функціональної системи автоматизації	36
6.2 Розроблення лістингу програми керування.....	36
7. ВІЗУАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ СЕС	39
8. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	40

					СУ-42 6.050201 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Ярушина Є.В.			Автономна система живлення на основі сонячної електростанції середньої потужності	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перев.		Павлов А.В.				Т	2	52
Н. Контр.					СумДУ СУ-42			
Затв.								

9	ОХОРОНА ПРАЦІ	42
9.1	Загальна характеристика та стан безпеки праці	42
9.2	Виробнича санітарія.....	43
9.3	Захисні заходи в електроустановках	43
9.4	Пожежонебезпека.....	43
9.5	Небезпека рухомих елементів.....	44
	ВИСНОВКИ.....	45
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	46
	ДОДАТОК А.....	47
	ДОДАТОК Б	48
	ДОДАТОК В.....	51

					<i>СУ-42 6.050201 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

СУ	– Система управління;
ЕС	– Електростанція;
ККД	– Коефіцієнт корисної дії;
СЕС	– Сонячна електростанція;
ЛЕП	– Лінія електропередачі;
АКБ	– Акумуляторна батарея;
ПЛК	– Програмований логічний контролер;
SCADA	– Система диспетчерського керування та збору даних;
ПЗ	– Програмне забезпечення;

					<i>СУ-42 6.050201 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

ВСТУП

На сьогоднішній день природні ресурси вуглеводнів стрімко вичерпуються, і перед людством стоїть питання пошуку нових джерел енергії. Тому останні десятиліття розвиток використання сонячної енергії особливо актуальний. Потенціал сонячної енергетики світу надзвичайно високий.

Ціна встановлення сонячних електростанцій щороку помітно зменшується завдяки удосконаленню технологій виробництва фотоелектричних модулів (сонячних батарей), збільшенню їх потужності, коефіцієнту корисної дії, а головне – щороку зменшується ціна 1Вт потужності батарей. Також поверненню коштів, витрачених на станцію сприяє один з найвищих у світі «зелений» тариф.

Завданням дипломного проекту було розробити систему керування та контролю параметрів автономної сонячної електростанції із доступних матеріалів, надійними та довговічними комплектуючими і в цей же час з доступним бюджетом. Це забезпечить оптимальне використання ресурсу та продовжить строк експлуатації основних робочих органів.

При встановленні автономної сонячної електростанції потрібно врахувати велику кількість факторів: витрати, зона покриття, околиці, інсоляцію та ін. Потрібно створити найкращі умови, що підходять для використання даної системи та отримання максимального освітлення за рахунок зміни положення сонячних панелей.

Метою даного проекту створити автономну сонячну електростанцію, яка б відрізнялася простотою, точністю, надійністю, а також відносно бюджетною реалізацією. І при цьому розробити систему керування положенням сонячних панелей для максимального перетворення енергії та систему контролю за параметрами системи накопичення та віддачі енергії.

					<i>СУ-42 6.050201 ПЗ</i>	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. АВТОНОМНА СОНЯЧНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ

1.1 Актуальність автономних СЕС

Розглядаючи сучасні варіанти забезпечення житла електроенергією, варто звернути особливу увагу на сонячні панелі. Об'єднавши їх в єдиний енергетичний ланцюг, власники отримують сонячні домашні електростанції. Такі системи підтвердили свою надійність і довговічність, працюючи на космічних станціях. Крім того, домашня електростанція для дому або дачі на 5 кВт, 10 кВт, 30 кВт, 50 кВт забезпечить вас постійним електропостачанням, особливо, якщо місцеві підстанції застаріли і не підтримують необхідну напругу в мережі. Найкраще місце для їх встановлення - це дахи, пагорби, або інші вищі, де немає високих дерев та будівель. Звичайно, сонячні панелі варто розмістити в напрямку сонячної сторони.

У спрощеному розумінні автономна сонячна електростанція для будинку (домашня), дачі - це система елементів, які взаємодіють між собою. Так, сонячні батареї об'єднуються у загальний ланцюг. Спеціальні елементи в складі сонячних батарей, а саме фотоелементи, перетворюють сонячне випромінювання, яке передає контролеру заряду.

З нього постійний струм передається напряму на інвертор, а звідти, трансформуючись в змінний струм 220 В – в мережу будинку. Варто звернути увагу, що якщо є надлишок енергії від сонця, - вона передається на комунальній енергомережі за "зеленим тарифом", якщо ж енергії не вистачає – її беруть з тієї ж мережі, зберігаючи стабільну напругу та силу струму.

Особливості домашніх сонячних електростанцій:

- Будь-яка електростанція, в тому числі сонячна електростанція 30 кВт здатна працювати більше 25 років;
- Гарантійне обслуговування всіх компонентів системи від 2-х років;
- Страхівка обладнання сонячних станцій;
- Система не вимагає ніякого технічного обслуговування;
- Можливість збільшення потужності систем до 30 кВт;
- Можливість отримання компенсації за «Зеленому тарифу» до 2030 року;
- Термін окупності систем 4-5 років;
- Прив'язка розрахунків за електроенергію, продана за "зеленим тарифом" до курсу євро;
- Екологічно безпечні і безшумні;

					<i>СУ-42 6.050201 ПЗ</i>	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Основні переваги та недоліки встановлення автономних сонячних електростанцій

В Україні застосовується зелений тариф для приватних осіб (з початку 2014 року вступив в силу закон України «Про електроенергетику»), тобто власники сонячних батарей скидають надлишок сонячної енергії в регіональну електромережу, а держава купує його за високими цінами. Таким чином, домовласник економить на покупці сонячної батареї та контролера для власної станції, а «продає» надлишок державі за значною ціною, що робить цю систему економічно вигідною. Період окупності обладнання при цьому значно скорочується.

Автономні сонячні електростанції забезпечують гарантоване енергозбереження незалежно від енергомережі, а також істотно скоротити витрати на оплату електроенергії. Готова сонячна електростанція включає в себе повний комплект пристроїв, необхідних для її успішної експлуатації (акумулятори, сонячні панелі, контролер, інвертор, витратні матеріали). Виробничі можливості навіть самих простих домашніх станцій достатньо для забезпечення домашніх потреб - харчування холодильника, телевізора, водяного насоса, світлодіодного освітлення. Якщо необхідний більший запас електроенергії, завжди можна розширити систему, додаючи додатково сонячні батареї, акумулятори, або придбати додатково більш потужну станцію.

Автономні фотоелектричні станції можуть працювати як основне джерело електроенергії або джерела безперебійного електропостачання. Вони незамінні там, де немає можливості підключитися до мережі загального користування, але є необхідність у надійному джерелі електроенергії стабільної якості: укріплені котеджі та готелі, АЗС, віддалені від комунікацій виробничі та комерційні об'єкти.

Ці станції не підтримують паралельні роботи з централізованою електроенергетикою, але здатні працювати спільно з дизельними генераторами, вітрогенераторами та мініГЕС.

Автономна сонячна електростанція (АСЭС) – повністю незалежна електростанція, яка виробляє електроенергію для власних потреб об'єктів, не підключених до загальної системи електропостачання, а також для резервного електропостачання. Станція перетворює сонячне випромінювання в електроенергію і постачає її безпосередньо в внутрішню мережу об'єкту, а надлишкові нагромаджуються в акумуляторах. Автономні

					<i>СУ-42 6.050201 ПЗ</i>	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сонячні станції можуть використовуватися в якості єдиної джерела електричної енергії, а в разі використання гібридного інвертора система може забезпечити не тільки автономність, але й продаж в мережі за "зеленим" тарифом.

Переваги придбання автономної сонячної електростанції:

- Автономність і безперебійність;
- Сонце – незалежний безмежний постачальник електричної енергії;
- Високий рівень продуктивності;
- Термін служби – більше 25 років;
- Значна економія при постійно "зростаючих" тарифах;
- Додатковий дохід від продажу електроенергії в мережу;

Сонячна енергія - це відносно дорогий ресурс. За рахунок того, що облаштування будинку сонячними накопичувальними елементами обходиться в значну суму, багато країн світу створюють комфортні умови для використання даного екологічно чистого джерела енергії шляхом видачі кредитів та оформлення документів на використання «зеленого» тарифу, за рахунок якого можна набагато швидше повернути всі вкладені у систему кошти.

Сонячні промені не поступають на панелі вночі, тому багато часу систему простоє «впусту». Також перешкодою для сонячної енергії є дощ та хмари.

Ще одним з найдорожчих елементів системи- акумулятор. Але за рахунок того, що акумуляторні батареї дозволяють накопичувати енергію вночі, яка була отримана панелями вдень, це пом'якшує фактор витрат.

Недоліки придбання автономної сонячної електростанції:

- Висока вартість;
- Мінливість;
- Потребує багато місця;
- Вибаглива до умов навколишнього середовища;

Оцінюючи усі плюси та мінуси використання сонячних електростанцій, можна зробити висновок, що дана система може бути рішенням енергозабезпечення при відсутності мережі живлення, при бажанні не залежати від цієї мережі, при можливості фінансового вкладу та подальшого його повернення та заробітку на продажу електроенергії, при сприятливих географічних умовах та достатніх масштабах під установку сонячних панелей.

					<i>СУ-42 6.050201 ПЗ</i>	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 «Зелений» тариф

Підписання "національного енергетичного закону" про пільгові тарифи і "закон щодо комунального господарства" у 1978 році Джиммі Картером, поклала початок боротьби із забрудненням повітря та подолання енергетичної кризи у США. Головна ціль законів полягала у спонуканні та заохочення населення до енергозбереження та розвиток енергетичних ресурсів, а саме вітрова та сонячна енергія.

Згодом світові лідери дивлячись на західне світило, почали вкладати свою частку в боротьбі з забрудненням зовнішнього середовища та вичерпання природних ресурсів. І вже в 1990 році "Закон про постачання електроенергії в мережу" в Німеччині зобов'язав постачальників купувати електроенергію з відновлюваних джерел за фіксованою ціною. І вона становила 90% роздрібною ціни на електроенергію. В той час коли її конкуренти мали ціну від 65 до 80% від роздрібною ціни. Ці зміни стали рушійною силою в енергетичному бізнесі. І вже за десять років потужність відновлюваних енергетичних ресурсів у Німеччині склала понад 4400 МВт.

До України "зелений тариф" дістався 25 вересня 2008 року. Він зобов'язує постачальникам електроенергії (тобто енергоринком) обов'язкове придбання від джерел: Малих гідроелектростанцій (до 10 МВт); вітрових електростанцій; сонячних електростанцій; Електростанцій, які використовують біомасу як паливо. На даний момент "зелений тариф" в Україні є одним за найбільших в Європі.

На даний момент "зелений тариф" регулюється законом " про внесення змін до деяких законів України щодо забезпечення конкурентних умов виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії" що був прийнятий 04.06.2015 року.

Його особливість полягає в тому, що ціна, по якій держава купує у виробника електроенергію залежить від часу, коли об'єкт був введений в експлуатацію. А вартість електроенергії яка діяла на момент початку експлуатації, зберігається на весь наступний час її роботи (для України, це 2030 рік).

					<i>СУ-42 6.050201 ПЗ</i>	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ ПРОЕКТУВАННЯ

Дослідження проводилося на обладнанні, яке було надано компанією "Реневіта". Вона займається розробкою і проектуванням, вибором комплектуючих і продажем устаткування і систем для мережевих станцій, що працюють за "зеленим" тарифом, систем автономного електропостачання та автономного вуличного освітлення, а так само систем гарячого водопостачання (ГВП) на базі геліоколекторів. Керуючись результатами цих досліджень ми розрахували новий проект СЕС, яка забезпечить будинок електроенергією та дає можливість заробляти на надлишковій енергії.

Розміщення електростанції планується біля житлового будинку, яка орієнтована на південь. Завдяки такому розташуванню у проекту хороші умови по продуктивності, а також фактор керованості і контролю.

Сонячна електростанція пікової потужністю 3,48 кВт, виробляє електроенергії 2 969 кВт * год на рік.

Устаткування технологічно складається з 290-ватних сонячних фотоелектричних (PV) кристалічних панелей, об'єднаних в масив, загальною потужністю 3,48 кВт.

Приклад розрахунку споживання електроенергії будинком:

1. Холодильник 2-х камерний, 2-х компресорний -1 шт. = 1 кВт * год / добу
2. Чайник електричний 2 кВт-1шт. = 0,35 кВт * год / добу
3. Охоронна сигналізація і система відеоспостереження = 0,35 кВт * год / добу
4. Автоматика та циркуляційні насоси системи опалення -1 шт. = 0,8 кВт * год / добу
5. Електропривод воріт - 1 шт. = 0,27 кВт * год / добу
6. Освітлення світлодіодне в будинку і ландшафт - лампочки 10 шт. * 9 Вт * 6 год. = 0,54 кВт * год / добу
7. Супутниковий тюнер і антена = 0,28 кВт * год / добу
8. LED телевізор - шт. = 0,6 кВт * год / добу

Загальне споживання енергії на добу становить - 4,2 кВт * год.

Тобто розрахувавши свої енергозатрати можна вирахувати потужність сонячної системи, яка зможе повністю забезпечувати живлення в будинку.

Основні параметри системи:

- Інстальована потужність сонячного масиву - 3,48 кВт;
- Площа модулів - 20 м²;
- Річне виробництво СЕС може становити 2 969 кВт * год.

					<i>СУ-42 6.050201 ПЗ</i>	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

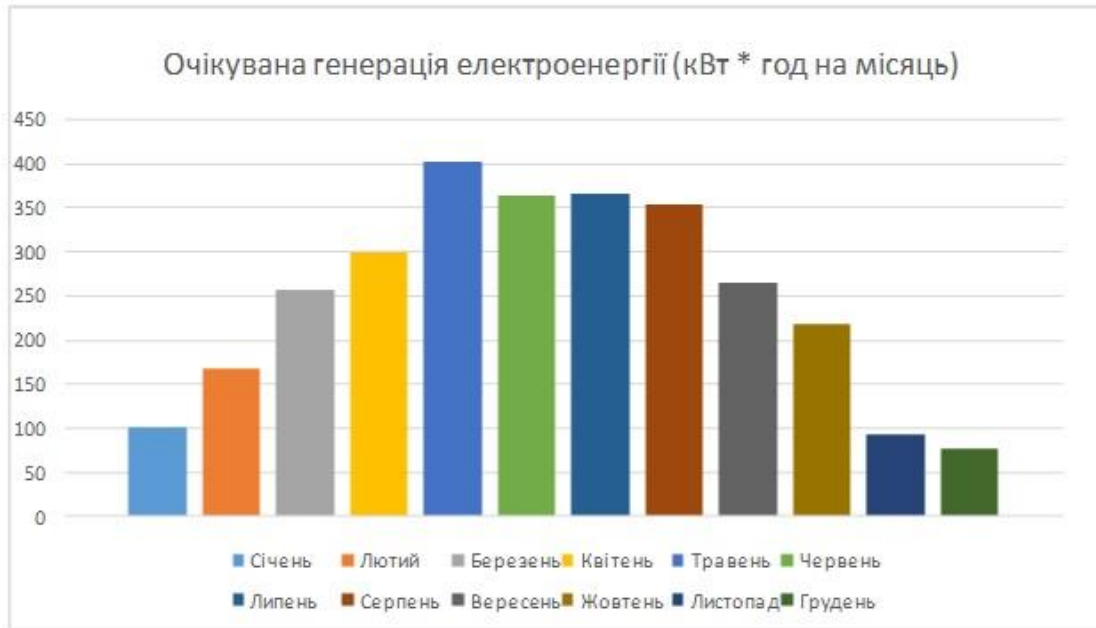


Рисунок 2.1 Очікувана генерація електроенергії (кВт * год на місяць)

2.1 Аналіз об'єкту керування

Принцип дії системи автоматичного регулювання положення сонячних панелей полягає в тому, щоб підтримувати на максимальному рівні освітленість об'єкта (в нашому випадку - панелей). З виходу датчиків знімається сигнал який надходить на регулюючий пристрій ПЛК, який на підставі отриманої інформації управляє процесом. Це вплив формується за алгоритмом управління, закладеному в регулятор, далі сигнал з ПЛК надходить на виконавчий пристрій.

Далі отриману енергію передаємо на контролер заряду, який допомагає зберегти ресурси акумуляторних батарей. Він забезпечує профілактику передчасної несправності системи. Акумулятори заряджаються тільки до 80%, а електроенергію, яка поступає зверху, ми віддаємо у мережу, поки не залишиться заряд 60%. Для контролю заряду кожного акумулятора ми використовуємо показання вольтметра. А для контролю їх температури-датчики температури.

Саме такий режим роботи дозволить забезпечити запас електроенергії, якої буде достатньо для споживання будинком та максимально заробити на віддачі енергії у мережу.

					<i>СУ-42 6.050201 ПЗ</i>	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

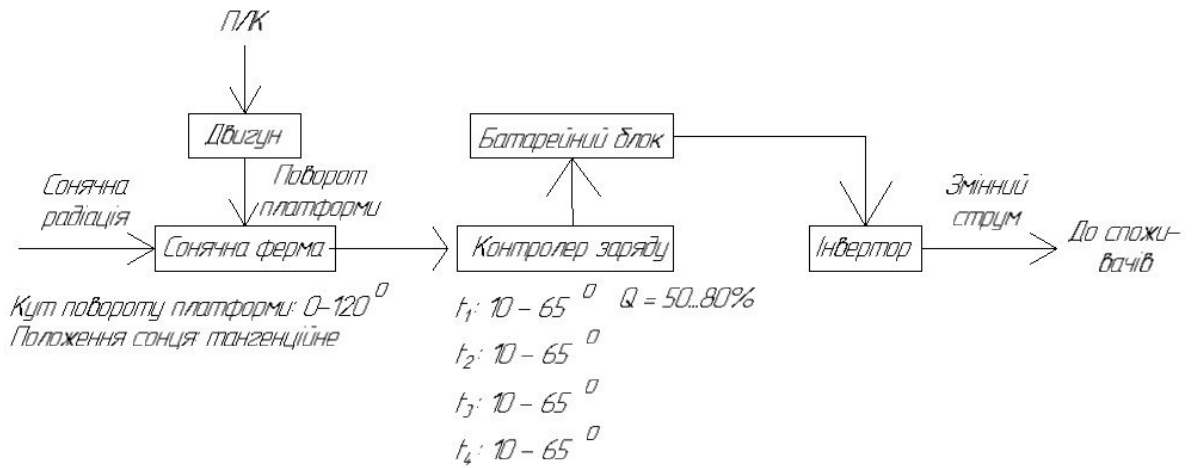


Рисунок 2.1 Схема інформаційно-матеріальних потоків

2.2 Функціональний опис контурів керування

Функціональні завдання автоматизації АСУТП сонячної станції включають наступні:

1. Перетворення сонячної енергії на електричну;
2. Перетворення постійного струму від панелей на змінний для споживачів;
3. Накопичення зібраної електроенергії;
4. Контроль заряду та температури у батареїному блоці;
5. Відстеження положення сонця та зміна просторової орієнтації сонячної ферми відповідно до нього;

					СУ-42 6.050201 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

3. РОЗРОБКА КОНТУРІВ КЕРУВАННЯ СИСТЕМИ

3.1 Контур збору, накопичення та видачі електроенергії у мережу

Отже, сонячна система енергопостачання складається з таких елементів:

- сонячної батареї (фотоелектричного сонячного модуля);
- акумуляторів;
- інвертора.

Розглянемо детальніше, як працює сонячна система енергопостачання.



Рисунок 3.1. Принцип роботи даного контуру

Сонячний модуль - це сукупність поєднаних між собою сонячних елементів, тобто напівпровідникових пристроїв, які перетворюють світлову енергію сонця в електричну. До складу фотоелектричного сонячного модуля входять оброблені монокремнієві пластини, вкриті спеціальною сполукою, що витримує будь-які несприятливі погодні умови (град, високі та низькі температури, перепади температур тощо). Розміщуються модулі на дахах будинків, офісів, гаражів або будь-яких інших поверхнях. Можливе використання модулів замість покрівлі будинку або разом з нею.

Акумулятор слугує для зберігання заздалегідь накопиченої енергії; акумуляторні батареї розраховані на досить велику кількість циклів заряджання-розряджання. Сьогодні гарантійний термін роботи акумуляторних батарей, що використовуються у сонячній енергетиці, становить від 5 до 10-12 років. Спеціальні акумулятори закритого типу (гелеві),

які не потребують обслуговування, мають термін експлуатації до 15 років, що значно спрощує процес обслуговування установки.

Нарешті, інвертор - пристрій, що перетворює постійний струм напругою 12 В у змінний струм напругою 220 В. Саме інвертор дає змогу жити електроенергією різні види електронної апаратури, комп'ютери, факсимільні апарати, аудіоапаратуру та інші види електрообладнання, а також прилади освітлення.

Лістинг програми керування даним контуром див. Додаток Б.

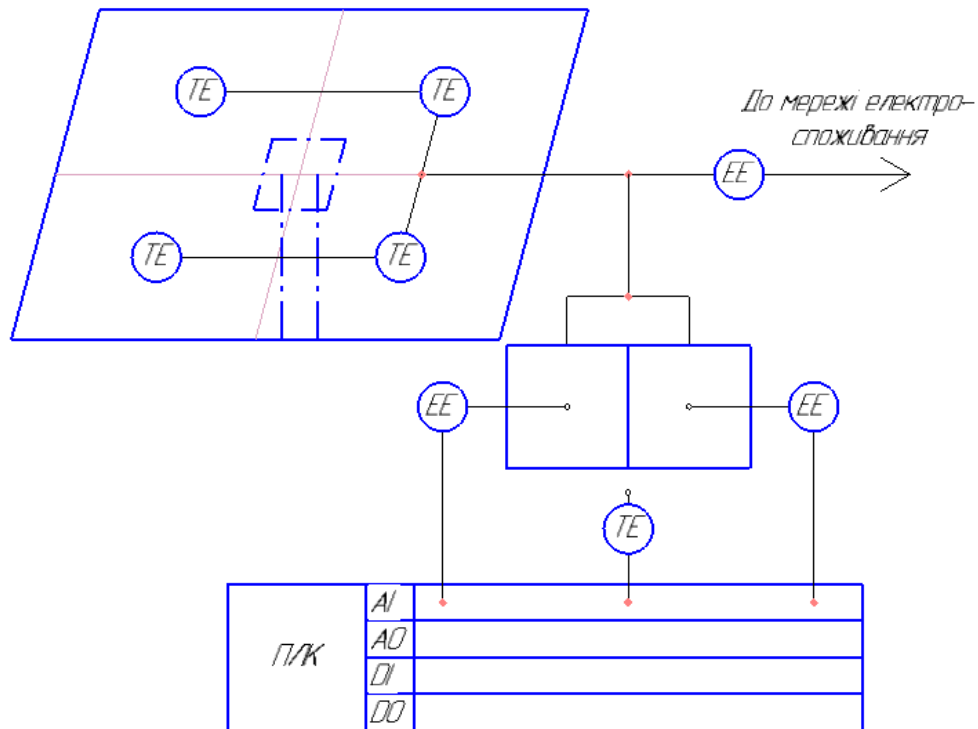


Рисунок 3.2. Контур збору, накопичення та видачі електроенергії до мережі

3.2 Контур регулювання просторової орієнтації сонячної ферми

В цьому контурі ми відстежуємо положення сонця і, в залежності від даних, які ми отримуємо можемо повертати сонячні панелі по траєкторії руху з Півдня на Північ для найбільшого поглинання фотонів. Саме це дозволяє отримати «максимум» з даної сонячної електростанції.

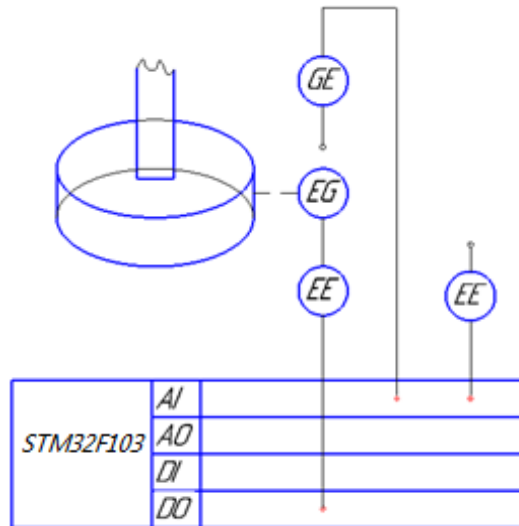


Рисунок 1.3.3 Контур юстування сонячної ферми

В цьому контурі ми відстежуємо положення сонця і, в залежності від даних, які ми отримуємо можемо повертати сонячні панелі по траєкторії руху з Півдня на Північ для найбільшого поглинання фотонів. Саме це дозволяє отримати «максимум» з даної сонячної електростанції.

Лістинг програми керування даним контуром див. Додаток Б.



Рисунок 3.3 Схематичне зображення кріплення сонячних панелей

Стенд по суті складається з двох частин, підстави і підтримки панелі. Вони з'єднані навколо точки опори, на якій опорні панелі можуть робити орбітальний рух. Двигун монтується біля кріплення і надає руху опорі панелі.

В ідеалі, точка повороту повинна бути поміщена в центр ваги опори панелі.

3.3 Таблиця вхідних-вихідних сигналів

Задля детальної характеристики сигналів кожного з контурів керування сонячною електростанцією, визначених у попередньому підрозділі, доцільно скласти таблицю вхідних-вихідних сигналів.

Указана таблиця має містити інформацію щодо кожному сигналу, а саме:

- його відображення чи зберігання (показання, сигналізація);
- наявність здійснення регулювання цього сигналу;
- перелік керуючих органів, до яких надходить сигнал, з метою керування певною фізичною величиною;
- характеристика середовища в якому знаходяться як давачі, так і керуючі органи.

Складаємо таблицю вхідних-вихідних сигналів.

					<i>СУ-42 6.050201 ПЗ</i>	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 Таблиця вхідних-вихідних сигналів

№	Параметр	Номінальне значення	Відображення		Регулювання	Керівний вплив	Середовище			
			Показ	Сигналізація			Датчики		Виконуючі механізми	
							Вибухонебезп.	Агрес.	Вибухонебезп.	Агрес.
1	Положення сонця відносно до площини сонячної ферми	Тангенційне	+	-	+	Імпульси на двигун для зміни положення установки	-	-	-	-
2	Температура у батарейному блоці	5-65 °C	+	+	-	Видача повідомлення на панель оператора	-	-	-	-
3	Рівень заряду першого батарейного блока	10-100 %	+	+	-	Видача повідомлення на панель оператора	-	-	-	-
4	Рівень заряду другого батарейного блока	10-100 %	+	+	-	Видача повідомлення на панель оператора	-	-	-	-

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-42 6.050201 ПЗ

Арк.

17

4. ПІДСИСТЕМА КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЄЮ

До засобів автоматизації слід віднести давачі й виконавчі механізми.

Давачем називається вимірювальний пристрій у вигляді конструктивної сукупності одного або декількох вимірювальних перетворювачів величини, що вимірюється, та котрий виробляє вихідний уніфікований сигнал, зручний для дистанційної передачі, зберігання, та використання в системах керування.

Виконавчий пристрій – пристрій системи автоматизованого керування чи регулювання, що здійснює вплив на процес у відповідності до керуючого впливу, як сигналу керування. Складається з двох функціональних блоків: власне з виконавчого пристрою й регулюючого органу.

Оскільки дана СЕС складається з двох незалежних контурів, то доцільно буде підбрати засоби автоматизації, розподіливши їх за цими підсистемами.

Давачі температури використовуються для безперервного вимірювання температури біля акумуляторного блоку. Для достовірної інформації використаємо по одному давачу для кожного акумулятора. Це дозволить нам слідкувати за їх станом та проінформує в разі перенагрівання.

4.1 Давач температури

Цифровий температурний давач DS18B20 - ідеальне рішення для інтеграції системи з мікроконтролерами. Давач дозволяє визначити температуру навколишнього середовища в діапазоні від -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$ і отримувати дані в вигляді цифрового сигналу з 12-бітовим дозволом по One-Wire протоколу. Цей протокол дозволить підключити величезна кількість таких датчиків, використовуючи всього 1 цифровий порт контролера, і всього 2 дроти для всіх датчиків: землі і сигналу. У цьому випадку застосовується так зване «паразитне живлення», при якому давач отримує енергію прямо з лінії сигналу. Кожен давач має унікальний прошитий на виробництві 64-бітний код, який може використовуватись мікроконтролером для «спілкування» з конкретним датчиком на загальній шині.

В постійній пам'яті DS18B20 можна зберегти граничні значення температури, при виході з яких давач буде переходити в режим тривоги.

Отже, давач дуже простий у використанні. По-перше, він цифровий, а по-друге - у нього всього лише один контакт, з якого ми отримуємо корисний сигнал. Тобто, ми можете

					<i>СУ-42 6.050201 ПЗ</i>	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підключити до одного Arduino одночасно величезну кількість цих сенсорів. Вбудований АЦП дозволяє уникнути проблем з точністю, якщо датчик знаходиться на далекій відстані.



Рисунок 4.1 - Датчик температури

Технічні характеристики представлені в таблиці 4.1

Таблиця 4.1 - Технічні характеристики датчика

Інтерфейс	one-wire
Робоча напруга	3-5 В
Робочий струм	1 мА
Діапазон температур	-55 °С до +125 °С
Робоча температура	Від 0°С до +60°С
Точність вимірювань	0.5 °С
Крок показань	0.0625 °С
Габаритні розміри (мм)	57x35x15

Інтерфейс One-Wire дозволить підключити декілька цифрових датчиків температури DS18B20 до мікроконтролера STM32F103 паралельно, використовуючи тільки три контакти. За допомогою бібліотеки OneWire library дані будуть зчитуватись зі всіх датчиків одночасно. У кожного з датчиків є індивідуальний серійний номер, який можна використовувати для розпізнавання того чи іншого сенсора.

4.2 Сонячні панелі

Купуючи сонячні батареї потрібно враховувати, що кількість ват, що виробляються сонячною панеллю, тобто її потужність, безпосередньо впливає на ціну сонячного модуля. Чим вище потужність батареї, тим вище буде її ціна. Так, наприклад, сонячна панель на 100 Вт. може генерувати до 100Вт електричної енергії в годину, а панель 200Вт - відповідно 200

ват на годину. Виходячи з цього, в порівнянні зі 100Вт панеллю купити сонячну панель 200Вт потрібно буде в два рази дорожче.

Монокристалічні кремнієві панелі найбільш ефективні і найменш габаритні, а значить займуть не так багато місця на даху вашого будинку, як сонячні панелі інших типів. Єдиним недоліком монокристалічних сонячних панелей є їх ціна. Тому якщо Ваша мета купити сонячні батареї великої потужності і відмінної якості, і за грошима справу не варто, то ці батареї краще рішення для Вас.

Монокристалічний фотомодуль JA Solar JAM являє собою фотоелектричний генератор, завдання якого перетворити сонячне випромінювання, а зокрема сонячну енергію, в електричну енергію. Сам пристрій, зване в народі сонячною батареєю, складається з, текстурованого спеціального розжареного скла під яким знаходиться ламінована прозора основа, в якій герметично вмонтовані осередки з монокристалічних кремнію і вся ця основа укладена в алюмінієвий каркас.



Рисунок 4.2 Сонячні панелі JA Solar JAM6PR-60-290W 4BB

Особливості фотомодулів JA Solar JAM:

- ударостійкі;
- мають легку вагу;
- універсальні в монтажі;
- стійкі до атмосферних явищ.

					<i>СУ-42 6.050201 ПЗ</i>	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.2 Технічні характеристики панелі JA Solar JAM6PR-60-290W

Тип панелі	Монокристалічна
Напруга, В	31,8
Потужність, Вт	290
Струм короткого замикання, А	9,57
Сила струму при максимальній потужності, А	9,12
Максимальна напруга в мережі, В	1000
Габаритні розміри, мм	1650x991x35
Рама	Анодований алюмінієвий сплав
Тип роз'єму	MC IV
Ефективність, %	17,74
Вага, кг	18

З розрахунків для нашої системи потрібно 12 таких сонячних панелей. Розмістимо їх в ряд, щоб отримати максимально комфортне керування усієї системою.

4.3 Інвертор

Інвертор представляє собою пристрій, що дозволяє перетворювати постійний струм, отриманий від сонячних батарей в змінний струм.

Постійний струм, вироблений фотоелектричної установкою, може використовуватися і без перетворення, однак на практиці більшість електроприладів і централізована електрична мережа використовують змінний струм. Саме тому інвертор для сонячних батарей практично незамінний.

Мережевий (on-grid) сонячний інвертор з резервної функцією (back-up) потужністю 5 кВт InfiniSolar 5k Plus одночасно поєднує в собі такі можливості:

- Працює як звичайний мережевий сонячний інвертор. При цьому в даній моделі інвертора є 2 незалежних, MPP трекара, що дозволяє підключати до інвертору дві групи сонячних батарей з різними умовами освітленості. Наприклад, сонячні батареї з південного схилу даху на один вхід, а з північного схилу даху на інший вхід. Таким чином можна максимізувати вироблення сонячної енергії;

					<i>СУ-42 6.050201 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

- Працює як джерело безперебійного живлення (ДБЖ);
- Працює як автономний інвертор;
- Працює як зарядний пристрій для акумуляторів. Зарядка може проводитися як від сонячних батарей так і від мережі;
- Дозволяє управляти джерелами електроенергії (мережа, сонячні батареї, акумулятори), які ви використовуєте в кожен момент часу;



Рисунок 4.3 Гібридний інвертор InfiniSolar 5k Plus

Інвертор може працювати без використання акумуляторних батарей для безперервної роботи при похмурій погоді. Також Infinisolar 5K Plus має режим мережевого інвертора при якому підключення акумуляторних батарей не обов'язково і режим в якому встановлений заборону продажу надлишків енергії в мережу. Що дозволяє побудувати гнучку систему відповідну для всіх можливих варіантів експлуатації.

Виробник трифазного мережевого (on-grid) сонячного інвертора з резервною функцією InfiniSolar 5K Plus – компанія Voltronic Power (Тайвань) - один з великих світових виробників електротехнічних товарів, в т.ч. і мережевих інверторів.

Таблиця 4.3 Технічні характеристики інвертора

Модель	InfiniSolar Plus 5KW
Фазність 1-фаза вхід / 1-фаза вихід	1-фаза вхід / 1-фаза вихід
Макс.потужність фото-модулів 10000 W	10000 W

Продовження таблиці 4.3

Ном.потужність мережевого інвертора	5000 W
Макс.потужність зарядного пристрою	4800 W
Мережеві параметри	
MPPT контролер	
Номінальний DC Вольтаж / Максимальний DC Вольтаж	720 VDC / 900 VDC
Старт / Мінімальна напруга ініціалізації	225 VDC / 250 VDC
MPP діапазон напруг	250 VDC ~ 850 VDC
Кількість входів / стрінгів	2/1 x 10 A
Вихід (AC)	
Номінальна напруга виходу	208/220/230/240 VAC
Діапазон напруги виходу	184 - 265 VAC *
Номінальний струм	21 A
Коефіцієнт потужності	> 0,99
Ефективність	
Максимальна ефективність перетворення (DC / AC)	96%
Ефективність по європейській класифікації	95%
Параметри в режимі інвертора	
Вхід (AC)	
Напр.ініціалізації / старту	120 - 140 VAC / 180 VAC
Діапазон напруги мережі	170 - 280 VAC
Максимальний вхідний струм	40 A
PV-вхід (DC)	
Максимальна напруга PV	900 VDC
Діапазон MPPT	250 VDC ~ 850 VDC
Структура трекерів MPP / струм трекера	2/1 x 10A

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-42 6.050201 ПЗ

Арк.

23

Продовження таблиці 4.3

Режим роботи від акумулятора	
Номінальна напруга виходу	202/208/220/230/240 VAC
Форма вихідного сигналу	синусоїда
ККД (DC to AC)	93%
Батарея і зарядний пристрій	
Номінальна напруга	48 VDC
Максимальний струм заряду	Default 60A, 5A - 100A (регулюється)
Комутаційний порт	RS-232 / USB
Температура	1 to 40 ° C
Габарити ВхШхД, мм	204.2 x 460 x 600
Вага, кг	29

4.4 Акумулятор

Важливою частиною будь-якого джерела безперебійного живлення є акумуляторні батареї, саме вони запасують енергію і забезпечують роботу системи в автономному режимі,

AGM акумуляторні батареї мають великий термін служби, не виділяють вибухонебезпечних газів і, як наслідок, добре підходять для систем безперебійного електропостачання. В даний час технологія AGM дозволяє виробляти акумулятори, що добре витримують глибокий розряд, що дуже важливо для автономних систем електропостачання.

Гелевий акумулятор ALVA AS12-200 добре працює в буферному режимі (до 10 і навіть 15 років). Гелеві акумуляторні батареї ALVA призначені для частого і глибокого циклу зарядки-розрядки без нанесення значної шкоди характеристикам батареї.

Хоча й гелеві акумулятори на сьогоднішній день є найдорожчими з усіх можливих, але вони забезпечують найвищу якість накопичування енергії та мають велику стійкість до нагрівання, цим самим роблять процес енергозберігання ефективнішим при таких умовах.

					СУ-42 6.050201 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24



Рисунок 4.4 Гелевий акумулятор ALVA AS12-200

Таблиця 4.4 Технічні характеристики акумулятора

Ємність, (А * год)	200
Напруга, (В)	12
Тип клем	болт М8
Габарити, (мм)	522x240x225
Вага. (Кг)	60

Переваги акумуляторних батарей ALVA GEL:

- тривалий термін служби - 10-15 років;
- розрахована на постійне навантаження протягом всього розряду;
- моноблочне виконання;
- герметична, не потрібен постійний долив електроліта;
- швидке відновлення після глибокого розряду;
- низький саморозряд;
- можна використовувати при мінусових температурах;

4.5 Контролер заряду акумуляторів

Функції контролера:

					<i>СУ-42 6.050201 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

- подача струму: більшого, ніж струм саморозряду, але меншого, ніж максимальний струм заряду (для запобігання руйнування акумулятора);
- реалізація алгоритму розряду / заряду, ефективного для даного типу акумулятора
- компенсація різниць потоків енергії при постачанні споживача енергією одночасно з зарядкою акумулятора;
- вимір температури (за допомогою термодатчика) для аварійного відключення зарядки на холоді або при перегріванні (для запобігання псуванню акумулятора);

Складність алгоритму розряду / заряду залежить від вартості зарядного пристрою.

Відповідно до алгоритму виконуються:

- вимір часу з початку зарядки;
- вимір напруги і струму на вході акумулятора;
- зміна величин струму і напруги заряду в залежності від вимірених значень;
- повторення циклів розряд / заряд (для відновлення ємності акумулятора);
- заряд до 90% ємності акумулятора (для збільшення терміну служби);

Обираємо контролер заряду EPSOLAR VS3048BN, 30A 12/24/36/48В



Рисунок 4.5 Контролер заряду EPSOLAR VS3048BN

Таблиця 4.5 Характеристики контролеру заряду

Бренд	EPsolar
Тип	ШИМ
Напруга АКБ	12/24/36 / 48В автовибір
Модель	VS3048BN

Продовження таблиці 4.5

Номінальний зарядний струм АКБ	30А
Максимальна напруга АКБ	64В
Власне споживання	15mA (12V); 10mA (24V); 9mA (36V); 8mA (48V)
Розміри	201x109x59
Вага	0,9 кг
Робочі температури	25С + 55С
Ступінь захисту	IP30
Перетин кабелю, що підключається	35 мм ²

					<i>СУ-42 6.050201 ПЗ</i>	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ПІДСИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПОЛОЖЕННЯМ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ

Для оптимального використання світла, що можна отримати с сонячної електростанції ми вирішили розробити такий механізм, який дозволить змінювати кут нахилу панелі до горизонту. Для цього ми встановили на панелі два фоторезисториз пластиною між ними (значення яких ми будемо порівнювати), аналоговий акселерометр (за допомогою якого ми будемо фіксувати положення батареї), мікроконтролер, реле та двигун постійного струму з редуктором (який безпосередньо виконує зміну положення батареї).

5.1 Акселерометр ADXL345

Акселерометр являє собою датчик, що вимірює проєкції прискорення на три просторові осі. З огляду на величину прискорення вільного падіння (g) та дані вимірювання по трьох осях, можна визначити орієнтацію акселерометра в просторі. Для цих цілей його і використовують, наприклад, в мобільних телефонах для повороту зображення на екрані, а також в іграх. Акселерометр ADXL345 здатний вимірювати прискорення величиною до ± 16 g, з максимальною роздільною здатністю 13 біт, частота вимірювання може досягати 3200 Гц. Володіє низьким енергоспоживанням, максимум 140 мкА, напруга живлення може знаходитися в межах 2 ... 3,6 В.

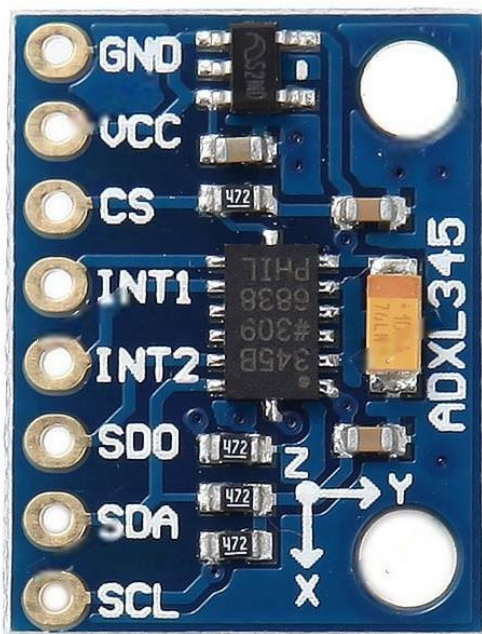


Рисунок 5.1 Акселерометр ADXL345

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-42 6.050201 ПЗ

Арк.

28

Таблиця 5.1 Технічні характеристики акселерометра

Напруга живлення	від 2 до 3,6 вольт
Струм, споживаний в робочому режимі	від 40 до 150 мкА, в залежності від частоти опитування
Роздільна здатність	від 10 до 13 біт
3 осі акселерометра	
Робочий діапазон температур	від -40 до +85 градусів Цельсія
Цифрові інтерфейси	SPI (трьох- або чотирьох) і I2C
Детектування подій	поштовх, подвійний поштовх, вільне падіння, наявність активності по осях, відсутність активності
Розміри	3 × 5 × 1 мм
Стійкий до ударів з прискореннями до 10000 g	

5.2 Датчик освітленості

Фоторезистор(датчик освітленості) - це датчик, електричний опір якого змінюється в залежності від інтенсивності падаючого на нього світла. Чим інтенсивніше світло, тим більше створюється вільних носіїв зарядів і тим менше стає опір елемента. Два зовнішніх металевих контакту фоторезистора йдуть через керамічний матеріал підстави до світлочутливої плівці, яка за своєю геометрії і властивості матеріалу визначає електричні властивості опору. Так як фоточутливий матеріал за своєю природою з великим опором, то між електродами з тонкої звивистій доріжкою, при середній інтенсивності світла, виходить низька загальний опір елемента.



Рисунок 5.2 Фоторезистор

					СУ-42 6.050201 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Ми використаємо два фоторезистори для порівняння їх значень. Один фоторезистор кріпимо знизу сонячної панелі, інший- зверху. Головною умовою отримання правильних результатів є розміщення цих датчиків - кожен з них повинен мати прямий доступ до сонячного світла та нічим не закриватись.

5.3 Електродвигун постійного струму

Для руху нашої СЕС необхідний шаговий двигун, який зможе змінювати положення панелей вгору або вниз. Вага всієї системи більше 200 кг, тому при виборі двигуна потрібно дивитися на його потужність.

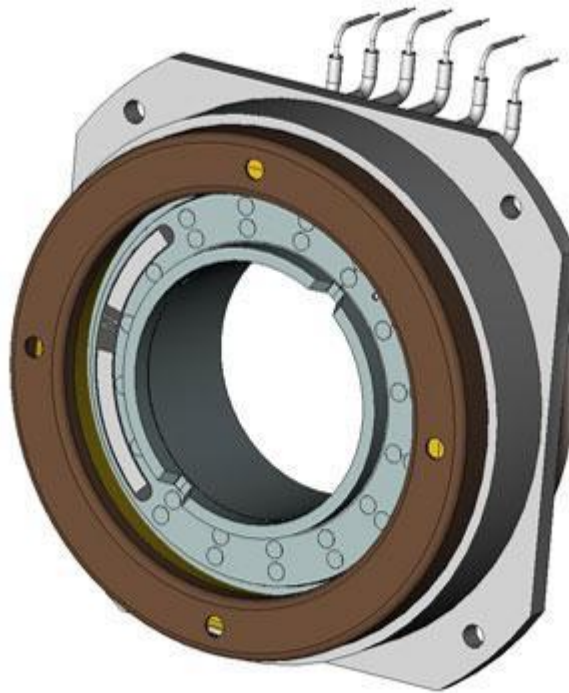


Рисунок 5.3 Двигун безконтактний моментний ДБМ-120-1- 0,4-2

Електродвигун ДБМ-120 являє собою безконтактну, моментну, вбудованого виконання електричну машину постійного струму, що виготовляється у вигляді 2х складальних одиниць – ротора і статора.

Монтаж складальних одиниць здійснюється споживачем. двигун призначений для роботи в режимах по ГОСТ 183-74 при будь-яких схемах включення, управління і комутації за умови, що напруга живлення не перевищує граничного значення.

Таблиця 5.3 Технічні характеристики двигуна

Пусковий момент	2,3 Нм
Максимальна напруга	60 В
Струм	2,5 А

Продовження таблиці 5.3

Максимальні обороти:	400 об/хв
Вага	13 кг
Опір обмоток статора	2,45 ... 2 Ом
Допустимий діапазон температур навколишнього середовища при експлуатації:	-60° С / +150° С

Для живлення цього електродвигуна нам потрібно взяти напругу з акумуляторних батарей.

5.4 Потенціометричний давач кутів переміщення

Потенціометричний давач МУ-615А призначений для перетворення кутів переміщення органів управління в електричні величини.



Рисунок 5.4 Потенціометричний давач МУ-615А

Таблиця 5.4 Технічні характеристики перетворювача струму

Кути переміщення движка потенціометра датчика складають:	а) робочий + 30° + 2° б) повний + 60° + 2°
Похибка вимірювання кутів в нормальних умовах	+ -2% від усього робочого діапазону вимірювання
Температурний діапазон роботи	від - 60° С до + 150° С тривало до + 200° С короткочасно (10 хвилин)
Напруга живлення	6 + - 0,5 В постійного струму

Продовження таблиці 5.4

Опір потенціометра	700 + -200 Ом
Маса датчика	0,145 + - 0,015кг
Габаритні розміри	39x54x41,5

5.5 Мікроконтролер

Основні функції керування та контролю реалізуються на основі вибору необхідних технічних засобів. Головною задачею вибору технічних засобів є перевірка сполучення каналів управління контролеру з вхідними та вихідними сигналами. Для реалізації задачі управління мікрокліматом у приміщенні підходить програмований логічний контролер Maple Mini (рис. 5.5).

Maple Mini є другим з двох вихідних плат STM32F103, виготовлених LeafLabs. Це надійний, дешевий і друкований макет. Це найпопулярніша і найбільш підтримувана плата STM32duino. На відміну від попередніх плат Arduino, Maple Mini працює на рівні 3,3 В логіки. Це, як правило, є перевагою, оскільки це означає, що він може взаємодіяти з більшим апаратним забезпеченням без перетворювача рівня логіки. Тим не менш, деякі шпильки не допускаються до 5 В, тому підключення пристроїв 5 В до цих штифтів може призвести до пошкодження.

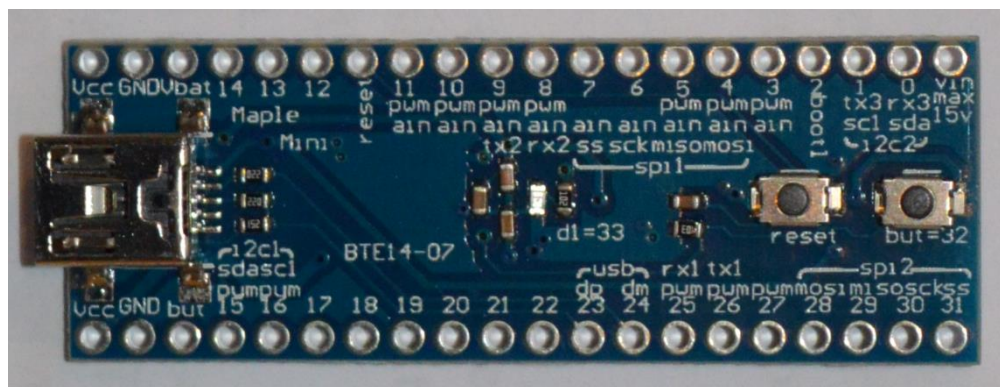


Рисунок 5.5 Maple Mini

Наш мікроконтролер розроблений на архітектурі ARM (Advanced RISC Machine - поліпшена RISC машина), яка базується на ядрі Cortex.

Для початку, можна порівняти основні параметри STM32 плати, і її аналога за ціною - Arduino Nano V3.0:

- Робоча частота 72 МГц, проти 16 у Ардуіно;
- Обсяг Flash пам'яті 128 Кбайта, проти 32;

- Оперативної пам'яті, вона ж RAM (де зберігаються змінні), у STM32 цілих 20 Кбайт, у ардуїнки всього лише 2;
- Швидкий 12-ти бітний АЦП, в той час як у Arduino плат, що на базі AVR мікроконтролерів (це як правило більшість) використовується 10-ти бітний. Це означає, що в першому випадку ця перевага веде до більш точних вимірів;
- 16-ти бітний апаратний ШІМ, проти 8-ми у Arduino плат. Це дозволить ще точніше управляти нашими двигунами, сервами та іншими девайсами, які керуються за допомогою ШІМ;
- Апаратна робота з USB, чим не може похвалитися жодна Arduino плата вартістю менше 2 доларів;
- Напруга живлення - від 2 до 3.6В проти 2.7 ... 5В у Ардуїно плат;

Все це в сумі робить дану плату вкрай привабливою в усьому, але щоб полегшити програмування плати та скоротити час, можна «подружити» STM32 с Arduino IDE.

Таблиця 5.5 Характеристики Maple Mini

Мікроконтроллер	STM32F103CBT6
Flash	128 KB
ОЗП	20 Кб
Швидкість годинника	72 МГц
USB	Міні
Користувальницькі світлодіоди	PB1
Кнопки користувача	PB8
Годинник у реальному часі	Немає кристала
Цифровий вхід / вихід	34
ШІМ	12 (16 біт)
Аналогові входи	9 (12 біт)
Аналогові виходи	0
Розміри	51,3 мм x 18,3 мм

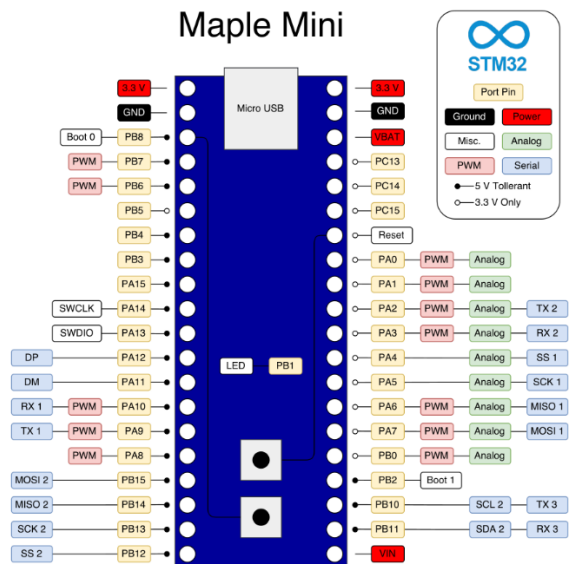


Рисунок 5.6 Розпінування Maple Mini

Приступимо до підготовки плати, для роботи з Arduino IDE. Перше що необхідно зробити - залити в мікроконтролер спеціальний завантажувач, який дозволить прошивати плату через апаратний USB, причому прямо з середовища розробки.

Далі ми зможемо забезпечити відображення та контроль параметрів системи керування електроенергією та системи керування положення сонячних панелей.

Для живлення нашого мікроконтролера підключимо блок живлення.

Блок живлення 220/12/12,5А негерметичний, застосовується для підключення світлодіодної стрічки, світильників та ін.



Рисунок 5.7 Блок живлення 220/12/12,5А

Таблиця 5.6 Технічні характеристики блока живлення

Напруга	12 В
Потужність	150 Вт
Тип БП	Негерметичний
Напруга	постійна (DC)
Струм, А	12.5

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-42 6.050201 ПЗ

Арк.

34

Ієрархічний принцип керування полягає в багатоступеневій організації процесу, де кожний ступінь керування має власні об'єкти та цілі. Ієрархічність системи зумовлюється складністю систем керування. Зазвичай автоматизовані системи керування технологічними процесами будуються по трирівневому принципу.

Нижній рівень – рівень обладнання. На цьому рівні знаходяться давачі, вимірювальні пристрої, що контролюють керовані параметри, а також виконавчі пристрої, що впливають на ці параметри процесу, для приведення їх у відповідність до завдання. Також здійснюється узгодження сигналів давачів з входами пристроїв керування, а керуючих сигналів з виконавчими пристроями.

Середній рівень – рівень керування обладнанням. Це рівень мікроконтролерів, ПЛК. ПЛК, наприклад, отримує інформацію з контрольно-вимірювального обладнання й давачів про стан технологічного процесу й видає команди керування, у відповідності до запрограмованих алгоритмів керування, на виконавчі механізми.

Верхній рівень – це рівень промислового серверу, мережевого обладнання, рівень операторських та диспетчерських станцій. На цьому рівні ведеться контроль ходу виробництва: забезпечується зв'язок з нижніми рівнями, звідки здійснюється збір даних, візуалізація й диспетчеризація ходу технологічного процесу. Це рівень НМІ (human-machine interface), SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition). На цьому рівні задіяна людина, тобто оператор, диспетчер. Він здійснює контроль та керування через людино-машинний інтерфейс. До нього відносяться: монітори, графічні панелі, які встановлюються локально на пультах керування й шафах автоматики. Для здійснення контролю за розподіленою системою машин, механізмів та агрегатів застосовується SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) система. Ця система являє собою програмне забезпечення, яке налаштовується й встановлюється на диспетчерських комп'ютерах. Вона забезпечує збір, архівацію, візуалізацію важливих від ПЛК (мікроконтролера) даних. При отриманні даних система самостійно порівнює їх з заданими значеннями керованих параметрів і при відхиленні від заданого повідомляє оператору за допомогою тривоги, дозволяючи йому приймати необхідні дії. При цьому система записує все те, що відбувається, включаючи дії оператора, забезпечуючи контроль дій оператора в випадку аварії чи іншої нештатної ситуації.

					<i>СУ-42 6.050201 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

6.1 Розроблення функціональної системи автоматизації

Функціональні схеми автоматизації являються основним технічним документом, які визначають функціонально-блочну структуру окремих вузлів автоматичного контролю, керування і регулювання технологічного процесу та оснащення об'єкта управління приладами та засобами автоматизації. Такі схеми в порівнянні зі структурними схемами більш чітко розкривають функції окремих елементів та пристроїв.

Обрана система управління повинна підтримувати максимальне отримання електроенергії залежно від положення Сонця. На основі цього завдання було побудовано функціональну схему автоматизації представлену на кресленні СУ-42 6.05.0201. А2 (див. Додаток А), зображено всі елементи і давачі.

На функціональній схемі автоматизації об'єктом управління є 12 сонячних панелей, розташованих одна біля одної («парканом»).

Роботу всієї системи управління визначають за даними, отриманими з фоторезисторів.

До допоміжних параметрів відносяться такі, які забезпечують вирішення внутрішньо системних задач і призначенні для забезпечення їхнього функціонування .

В залежності від відхилення основних параметрів сонячної системи від заданих здійснюється управління виконавчими механізмами. Інформація з давачів надходить до мікроконтролера, який видає управляючі сигнали на виконавчі механізми. До складу виконавчих механізмів входять: підсистема керування сонячними панелями.

Автоматизована система управління сонячної електростанції функціонує за рахунок програмного і інформаційного забезпечення. Запрограмований мікроконтролер повинен забезпечувати у відповідності з вимогам, автоматичне вирішення задач збору інформації, її первину обробку та виробітки управляючих впливів.

Поточний стан параметрів системи і виконавчих приладів відображається на панелі оператора, в нашому випадку на екрані монітора персонального комп'ютера.

6.2 Розроблення лістингу програми керування

Алгоритмом керування називається чітко визначений порядок вироблення керуючих сигналів, обміну інформацією в процесі керування.

На даному етапі слід розкрити алгоритм керування положенням сонячних панелей.

Алгоритм керування положенням сонячних панелей представлений у вигляді таблиці станів панелей(див. Табл. 6.1).

					<i>СУ-42 6.050201 ПЗ</i>	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Маючи алгоритми процесів керування параметрами мікроклімату, необхідно їх реалізувати програмно, прив'язуючись до обраного апаратного забезпечення (hardware).

Задля написання програм для мікроконтролерів Arduino Uno використаємо мову програмування FBD (functional block diagram). Дана мова є однією з п'яти мов, що входять до складу стандарту МЕК 6-1131/3. І разом з мовами SFC та LD являється візуальною, а не текстовою. Мова FBD призначена для інженерів-технологів, які вирішують завдання керування технологічними процесами. Являється зручним, наглядним засобом програмування контурів керування й регулювання. Програма на FBD являє собою схему, що складається з набору функціональних блоків, зв'язаних між собою через входи й виходи.

Для створення лістингу доцільно використати програмне забезпечення FLProg. У дане ПЗ включено більше 150 типових функціональних блоків, які реалізують широкий набір функцій – від найпростіших логічних операцій до готового адаптивного регулятора. Фільтрація, ПІД, ПІДД, модальне, нечітке, позиційне регулювання, ШІМ-перетворення, статистичні, тригонометричні, а також блоки керування клапанами, засувками, мотором – все це реалізовано у вигляді стандартних FBD-блоків.

Програма керування положенням сонячних панелей передбачає вироблення керуючих впливів на основі неузгодженості між заданим та поточним значеннями. Забезпечення необхідного положення здійснюється через такі виконавчі пристрої (механізми): двигун постійного струму з редуктором. Відображення поточної температури та заряду акумуляторних блоків здійснюється через такі виконавчі пристрої (механізми): датчики температури та датчики заряду.

Наша програма складається з декількох блоків, кожен з яких буде представлений у додатках(див. Додаток Б).

Датчик Півдня/Півночі передає нам реальні значення, блок порівняння порівнює наші значення з потрібним і вразі невідповідності передає сигнал для зміни положення сонячної панелі, за допомогою двигуна. Для оператора можна встановити дисплей безпосередньо біля самих сонячних панелей та відобразити усі необхідні дані про їхній стан.(див. Додаток Б, рис.Б1). В цьому блоці ми виводимо на дисплей усі дані, що отримуємо з фоторезисторів(верхнього та нижнього, різницю між ними) та акселерометра(положення панелі). Також можна регулювати підсвітку на дисплеї(наприклад, вночі підсвітка буде вимикатися, щоб не витратити заряд на власне живлення).

У наступному блоці передаємо координати з акселерометра (див. Додаток Б, рис.Б2).

В залежності від отриманих даних, повертаємо сонячні панелі на необхідний кут за допомогою двигуна. Для правильності обертання використовуємо лічильник, який дає

					<i>СУ-42 6.050201 ПЗ</i>	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

команду двигуна крутитись на відповідний градус, щоб не перебільшити з поворотом. У випадку коли відсутня різниця між датчиками положення, двигун не обертається та фіксує своє положення. Отримуємо інформацію з фоторезисторів та розраховуємо різницю між ними. Вводимо додаткову змінну, з якою будемо порівнювати нашу різницю показів фоторезисторів(якщо різниця більше 10, то будемо змінювати положення панелі). За допомогою генератора тактових імпульсів встановлюємо частоту імпульсів 1с (див. Додаток Б, рис.Б3).

Далі нам потрібно описати, коли саме двигун має змінювати кут нахилу панелі. Ми описуємо таблицю станів панелі та програмуємо в який бік вона повинна повертатися. У нічний час панель займає вертикальне положення, щоб зі світанку отримувати максимальну кількість світла від Сонця (див. Додаток Б, рис.Б4).

Описуємо зняття показів з датчиків температури та напруги. Заряд акумулятора визначається трьома станами: низький(червоний колір), середній(жовтий) та високий(зелений).

Таблиця 6.1 Таблиця станів панелі

I1	$x \geq x_{max}$	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	
I2	$x \leq x_{min}$	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
I3	$VA8 \geq L_{min}$ або $VA9 \geq L_{min}$	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	
I4	$dL_n > 0$	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	
I5	$dL_n < 0$	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	
I6	$dL_n = 0$	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
		Q ₁ = true (рух вниз)			Q ₂ = true (рух угору)			Q ₁ = true (вихід у вертикальне положення)				

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-42 6.050201 ПЗ

Арк.

38

Панель управління надає можливість спостерігати за роботою системи; змінювати режим роботи системи; задавати параметри роботи механізмів системи; переглядати журнал подій.

На панелі знаходиться відображення роботи сонячної станції в реальному часі.

Показується температура кожного акумулятора, його рівень заряду, режим роботи(День/Ніч) (див. Додаток В, рис.В1).

Коли ми заряджаємо акумулятори, то по досягненню максимуму, з'явиться попередження. Таке ж попередження з'явиться для кожного акумулятора при підвищенні температури (див. Додаток В, рис.В3).

Вночі, за замовчуванням, сонячні панелі знаходяться у вертикальному безруховому стані (див. Додаток В, рис.В2).

					<i>СУ-42 6.050201 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Беручи до уваги досвід з впровадження сонячних електростанцій в європейських країнах зі схожим рівнем сонячного випромінювання, а також з огляду на світові тенденції постійного зниження собівартості будівництва СЕС внаслідок розвитку технологій, в Україні за рахунок вдосконалення технології та введення в експлуатацію нових потужностей виробництво електроенергії СЕС може бути значно збільшено.

У ринкових умовах конкурентні переваги має той, хто пропонує нові ідеї, нестандартні підходи та визначає актуальність застосування того чи іншого обладнання підприємствами різних галузей промисловості. Враховуючи сучасні потреби в альтернативній енергетиці та автономному забезпеченню електроенергії було створено автоматизовану систему управління сонячною електростанцією

Собівартість системи – це виражені в грошовій формі поточні витрати підприємства на виробництво та збут. Затрати на виробництво системи формують виробничу собівартість, а затрати на виробництво і збут становлять повну собівартість. Розрахунок собівартості системи керування за статтями витрат називається калькуляцією.

Загальна вартість всього матеріалу для системи керування СЕС приведена в таблиці 8.1

Таблиця 8.1 – Розрахунок собівартості для СК сонячною електростанцією

№	Назва	Кількість, шт	Ціна, грн	Загальна вартість, грн
1	2	3	4	5
<i>Давачі</i>				
1	Давач DS18B20	4	22,00	88,00
2	Фоторезистор	2	2,50	5,00
3	Акселерометр ADXL345	1	55,00	55,00
4	Потенціометричний давач МУ-615А	1	2536,00	2536,00
<i>Виконавчі механізми</i>				
5	Електродвигун ДБМ-120	1	10865,00	10865,00

					СУ-42 6.050201 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

6	Контролер заряду EPSOLAR VS3048BN	1	3394,00	3394,00
7	Гелевий акумулятор ALVA AS12-200	4	11014,00	44056,00
8	Гібридний інвертор InfiniSolar 5k Plus	1	67496,00	67496,00
9	Сонячні панелі JA Solar JAM6PR-60-290W 4BB	12	6214,00	74568,00
<u>Мікроконтролери</u>				
10	Maple Mini	1	170,00	170,00
<u>ВСЬОГО</u>				203233,00*

*без урахування витрат на кріплення панелей та кабелі.

Отже загальна собівартість автоматизованої системи керування автономною системою живлення становить 203233,00 грн. Затрати на матеріали будуть збільшуватися в залежності від кількості встановлених сонячних панелей, відстані між сонячною фермою та акумуляторним блоком.

					СУ-42 6.050201 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

9.1 Загальна характеристика та стан безпеки праці

Згідно правилам пристроїв електроустановок(класифікація приміщень за небезпекою ураження електрикою) СЕС відносяться до особливо небезпечних, так як вони поєднують кілька ознак з підвищеною небезпекою. А саме:

- струмопровідні підлоги(земля);
- жаркі приміщення(температура до 35°);
- можливість одночасного дотику людини до металевих корпусів електрообладнання і до з'єднання з землею металоконструкцій;

Відповідно до цього дотримуються наступних правил розміщення електроустаткування:

- кнопки управління встановлюють на робочих місцях;
- проводка відкрита, кабелі, висота підвісу 2,5 м.

Апаратура управління розміщується в шафах, в спеціальному приміщенні – електрощитовій. Доступ до неї має тільки спеціальний персонал (електрики). Пускозахисна апаратура розташовується в технологічному коридорі в шафах управління ШУМ. Корпус ШУМ заземлюється. Також заземленню підлягають корпуси електродвигунів.

Основним показником виробничого травматизму є коефіцієнти частоти травматизму (Кч)і коефіцієнт тяжкості травматизму (Кт).

Коефіцієнт частоти відображає кількість нещасних випадків на тисячу працюючих. Він визначається формулою:

$$Kч = 1000 \times N/P,$$

Де N – число нещасний випадок, од.;

P – середньорічна чисельність працівників.

Коефіцієнт тяжкості травматизму показує кількість днів непрацездатності, що припадають на один нещасний випадок. Він визначається за формулою:

$$Kт = T/M,$$

де T – втрачено днів, дн.;

M – кількість потерпілих.

Показник втрат – середнє число людино - днів непрацездатності на 1000 працюючих.

					<i>СУ-42 6.050201 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

9.2 Виробнича санітарія

Виробнича санітарія – це система організаційних, інженерних та санітарно-технічних заходів та засобів, які запобігають впливу на людину шкідливих виробничих факторів.

На людський організм великий вплив мають метеорологічні умови: висока або низька температура повітря, вітер, дощ, сніг, сонячна радіація, вологість і т. д. Найбільш сприятливі умови, що забезпечують найбільшу працездатність людини, такі: температура навколишнього середовища 12 - 22 ° С, відносна вологість повітря 40 - 60%, швидкість руху повітря на робочому місці 0,1 - 0,2 м / с.

9.3 Захисні заходи в електроустановках

Комплекс захисних заходів у електроустановках передбачає наступні заходи:

- занулення електроустановок з повторним заземленням нульового проводу на вводі споживача;
- силова і освітлювальна навантаження захищається від струмів короткого замикання автоматами АЕ 2046. Освітлювальна частина виконана кабелем ВВГ – 4,10 мм². Прокладка кабелю відкрита і кріпиться до троса. Світильники ВІД - 400 теж закріплюються на тросі. Вся силова частина знаходиться в щиті, який приєднаний до заземлювального контуру.

Особливе місце в системі захисних заходів має контроль за станом ізоляції. Для запобігання витоку електричного струму через місця пошкоджень ізоляції, при якій виникає небезпека ураження електричним струмом, а також вихід з ладу електрообладнання, проводяться періодичні заміри ізоляції електроустановок, проводів і кабелів під час капітального ремонту. Визначають опір ізоляції кожної фази щодо землі і між кожною парою фазних проводів на кожній ділянці.

Основним заходом забезпечення електробезпеки людей в електроустановках, є занулення корпусів.

9.4 Пожежонебезпека

Для запобігання пожежі, потрібно забезпечити електробезпеку. Електробезпека ліній забезпечується:

					<i>СУ-42 6.050201 ПЗ</i>	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- розміщенням в зручному місці вступного апарату ручного або станційного дії, який дозволяє підключати до мережі живлення все електрообладнання лінії і відключити його під час перерви в роботі або в аварійних випадках;
- наявністю аварійної кнопки «Стоп» з виступаючим грибоподібним штовхачем червоного кольору, яка забезпечує відключення електрообладнання незалежно від режиму роботи лінії;
- захистом електроприводів від самовключення (незалежно від положення органів управління) при раптовому відновленні зниклого напруги;
- блокуванням дверей шаф (ніш) для електроапаратури;
- захисним заземленням, зануленням, організацією захисного відключення механічних пристроїв і установок, які можуть випадково виявитися під напругою;

9.5 Небезпека рухомих елементів

Для забезпечення безпеки автоматичних, автоматизованих і механізованих ліній слід дотримуватись таких вимог:

- вимоги до основних елементів конструкції;
- вимоги до захисних огорож;
- вимоги до органів управління;
- вимоги до рівня шуму і вібрації;
- вимоги до устрою майданчиків і сходів;
- вимоги до електроустаткування.

Органи управління. Розміщення елементів керування автоматичних ліній повинно виключати можливість їх випадкового включення і виключення. Органи управління повинні мати чітко виконані написи або символи, що пояснюють призначення кожного з них. Управління обладнанням на однотипних лініях уніфіковано. Розташування пульта управління лінією повинно забезпечувати можливість візуального контролю виконання робочих і транспортних операцій.

					<i>СУ-42 6.050201 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

ВИСНОВКИ

Під час виконання дипломного проекту були проаналізовані вимоги та особливості систем керування сонячною електростанцією. Запроектовано автоматизовану систему керування сонячною електростанцією.

В проекті було проаналізовано технічний процес та на його основі побудована схема інформаційно-матеріальних потоків та були сформовані функціональні задачі.

Система являє собою комплекс апаратних та програмних засобів, що дозволяють достовірно визначити положення Сонця та освітленість панелей й на основі цього здійснювати керування параметрами через виконавчі механізми.

Підібрано конкретні технічні засоби автоматизації.

На основі функціональних задач та схеми інформаційно-матеріальних потоків створені контури керування: контур збору, накопичення та видачі енергії у мережу та контур регулювання положенням сонячних панелей. Контури виконують свої задачі завдяки допомагаючим їм засобам автоматизації. На підставі контурів керування була складена функціональна схема автоматизації. Дані схеми відображають логічне і фізичне об'єднання елементів автоматизації. Всі елементи систем управління показуються у вигляді умовних зображень і об'єднуються в єдину систему лініями функціонального зв'язку.

Було розроблено комплекс конструкторської документації у вигляді структурної схеми та функціональної схеми автоматизації. Також розроблено лістинг програми керування підсистемами в середовищі FLProg на мові стандарту MEK 6-1131/3 – FBD.

Таким чином була спроектована автоматизована система управління автономною системою живлення на основі сонячних панелей середньої потужності.

					<i>СУ-42 6.050201 ПЗ</i>	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування: Підручник. – К.: Либідь, 1997. – 544 с.
2. Інструктивні вказівки до виконання курсових і дипломних проектів / укладачі: В. Д. Черв'яков, О. Ю. Журавльов, І. В. Щокотова – Суми : Сумський державний університет, 2013. — 69 с.
3. Единая система конструкторской документации: правила выполнения чертежей различных изделий: ГОСТ 2.412-81 (СТ СЭВ 139-86), ГОСТ 2.413-72 (СТ СЭВ 4074-83). ГОСТ 2.418-77 (СТ СЭВ 1183-85), ГОСТ 2.420-69 (СТ СЭВ 1797-79). – Изд. офиц. – М: Изд-во стандартов, 1993. – 79 с.
4. Оформлення конструкторської документації: навч. посіб. / В. В. Ванін, А. В. Блюк, Г. О. Гнітецька.– К. : Каравелла, 2003.– 160 с.
5. Автоматика і автоматизація технологічних процесів: підручник / Т. Б. Головка, К. Г. Рего, Ю. О. Скрипник.– К. : Либідь, 1997.– 232 с.
6. Потенціометричний давач МУ-615А призначений для перетворення кутів переміщення [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ua.all.biz/datchik-uglovyh-peremeshchenij-mu-615a-g14446405>
7. ООО РЕНЕВИТА - АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ, ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ – [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://renevita.com.ua/>
8. ГОСТ 12.1.003 – 88 «Система стандартів безпеки роботи»
9. ГОСТ 12.1.030 - 81 «ССБТ. Електробезпека. Захисне заземлення, занулення»

					<i>СУ-42 6.050201 ПЗ</i>	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А
(довідниковий)

Конструкторська документація

СУ-42 6.050201 А2 – Автономна система живлення на основі сонячної електростанції середньої потужності. Схема функціональна.

СУ-42 6.050201 Е3 – Автономна система живлення на основі сонячної електростанції середньої потужності. Схема електрична-принципова.

					<i>СУ-42 6.050201 ПЗ</i>	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК Б
(ДОВІДНИКОВИЙ)

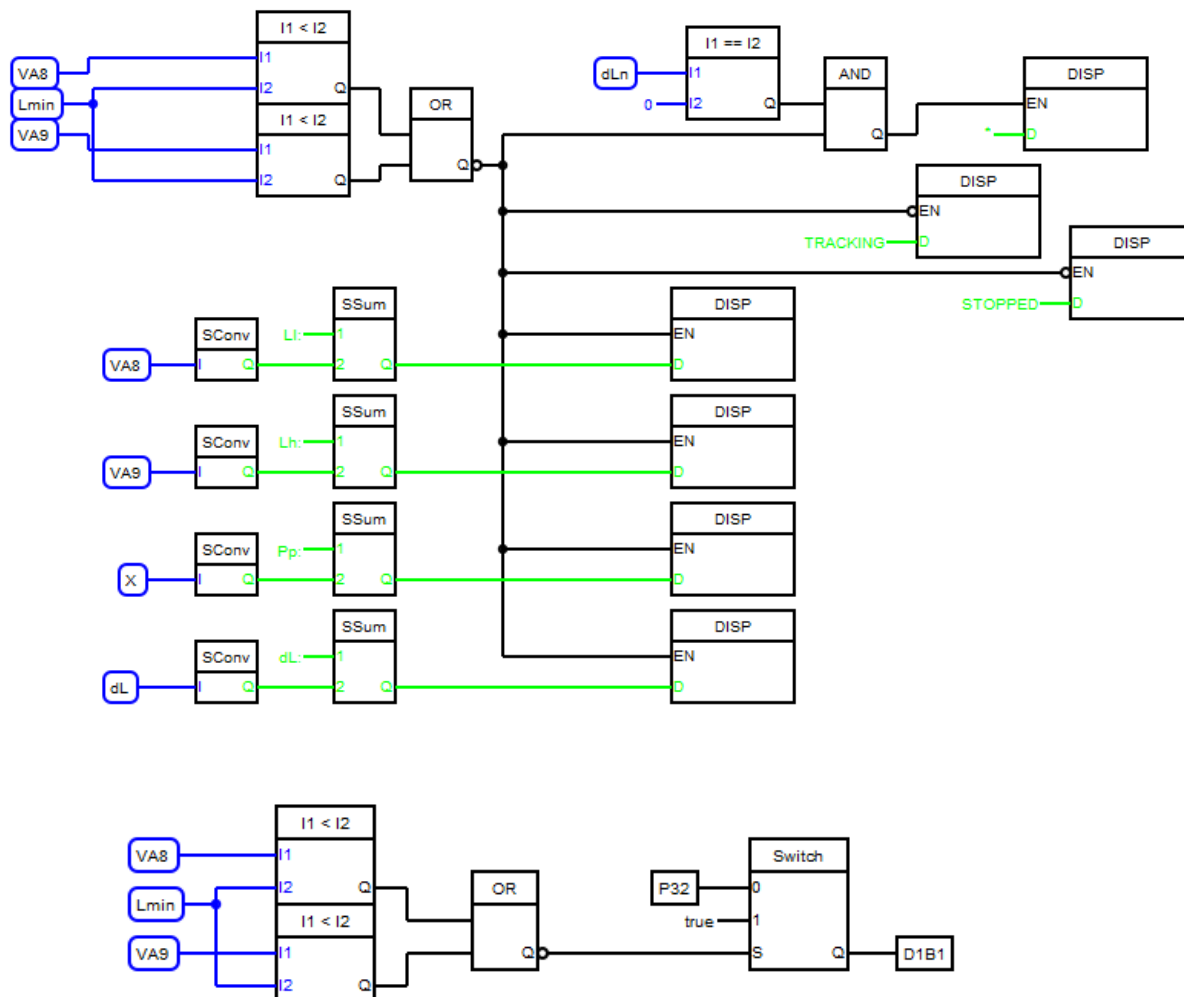


Рисунок Б1 – Лістинг програми керування контуром регулювання просторової орієнтації сонячної ферми. Блок №1

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-42 6.050201 ПЗ

Арк.

48

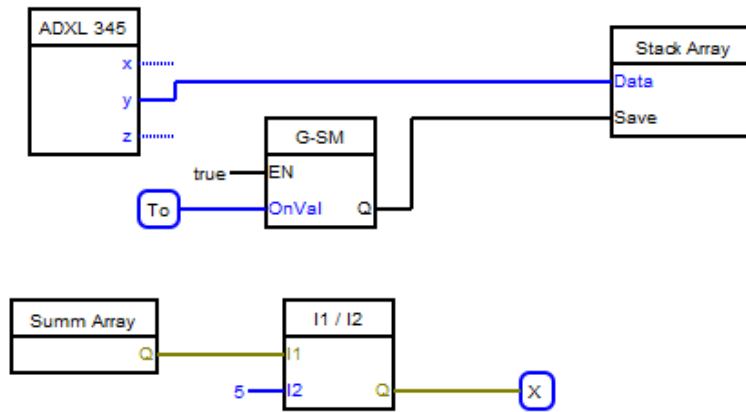


Рисунок Б2 – Лістинг програми керування контуром регулювання просторової орієнтації сонячної ферми. Блок №2

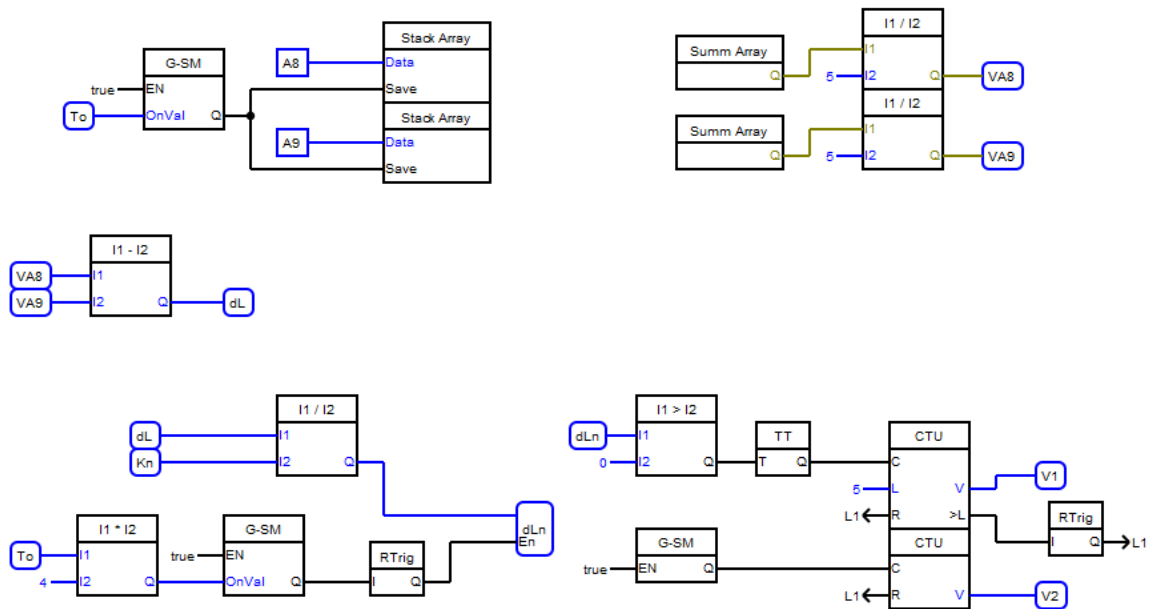


Рисунок Б3 – Лістинг програми керування контуром регулювання просторової орієнтації сонячної ферми. Блок №3

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-42 6.050201 ПЗ

Арк.

49

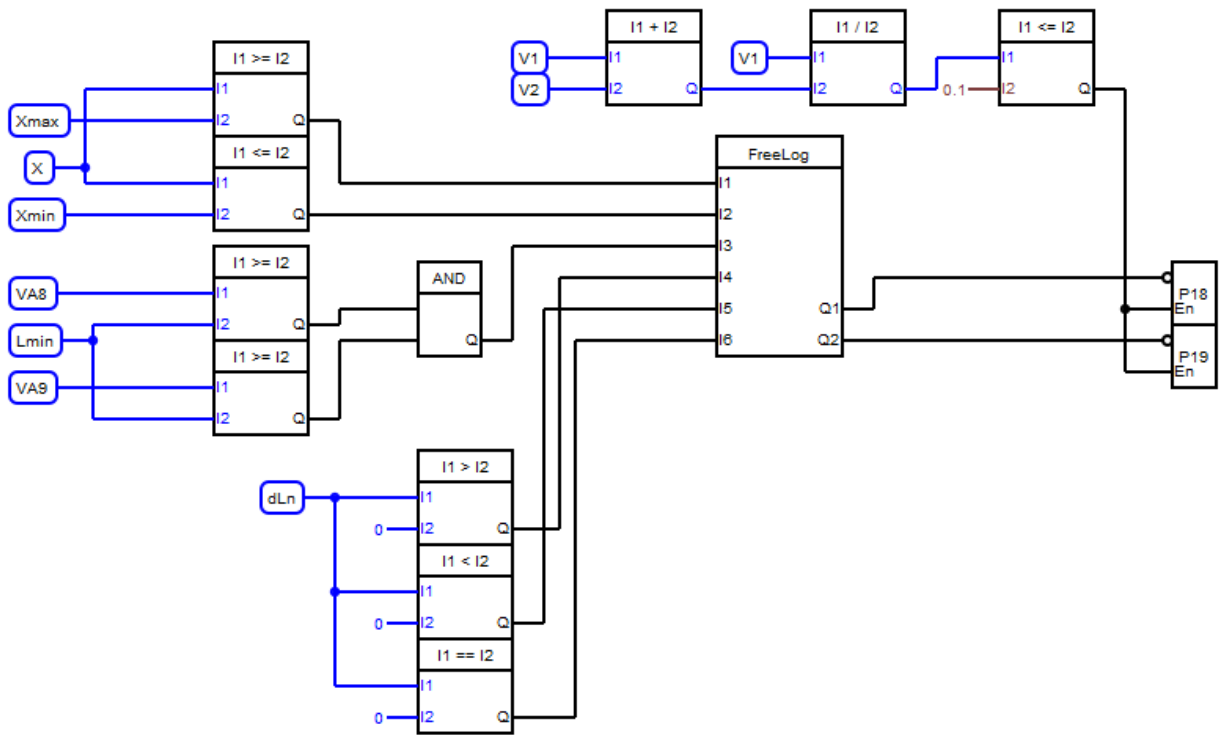


Рисунок Б4 – Лістинг програми керування контуром регулювання просторової орієнтації сонячної ферми. Блок №4

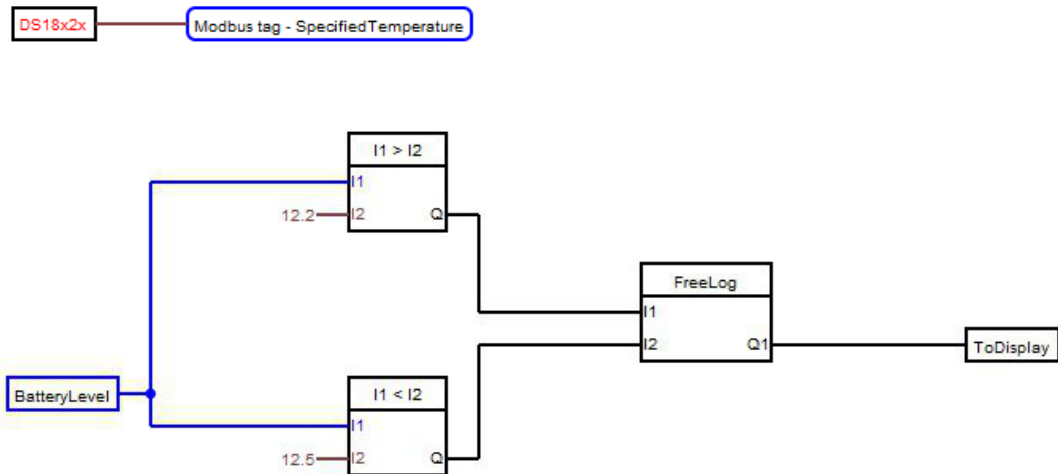


Рисунок Б5 – Лістинг програми відображення параметрів с акумуляційних батарей. Блок №5

ДОДАТОК В

(довідковий)

Монітор оператора

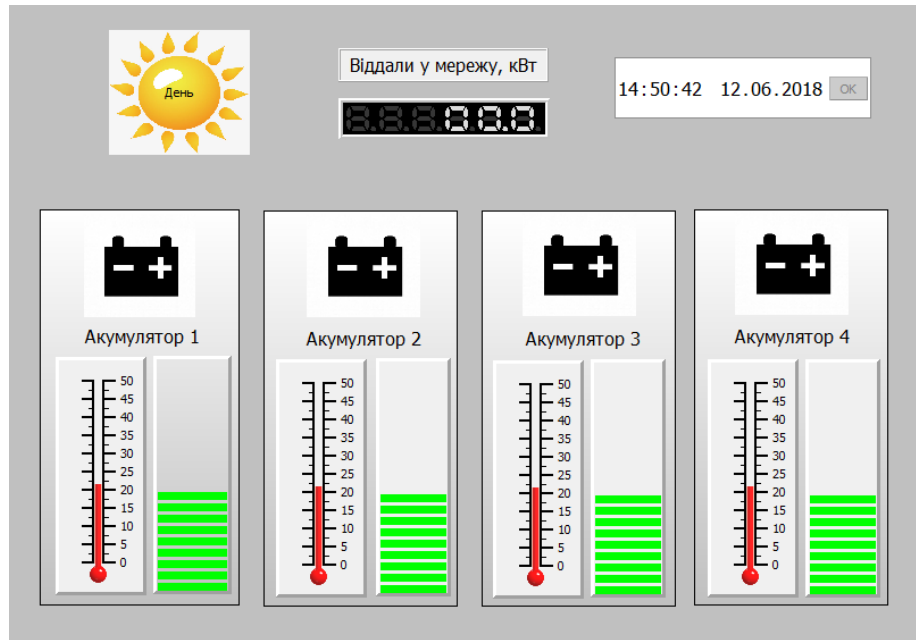


Рисунок В.1 – Монітор оператора. Нормальна робота системи

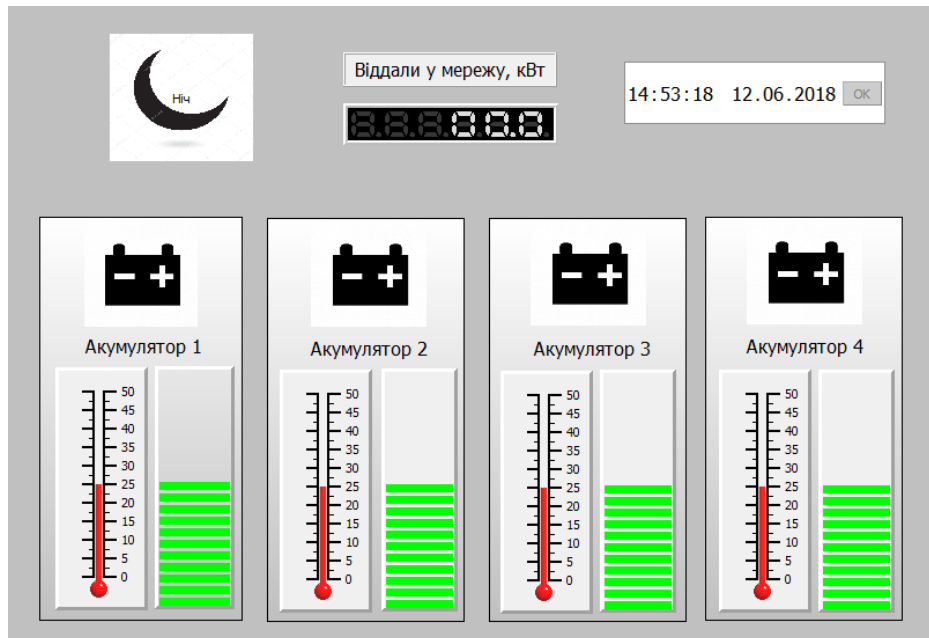


Рисунок В.2 – Монітор оператора. Нормальна робота системи (нічний режим)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-42 6.050201 ПЗ

Арк.

51

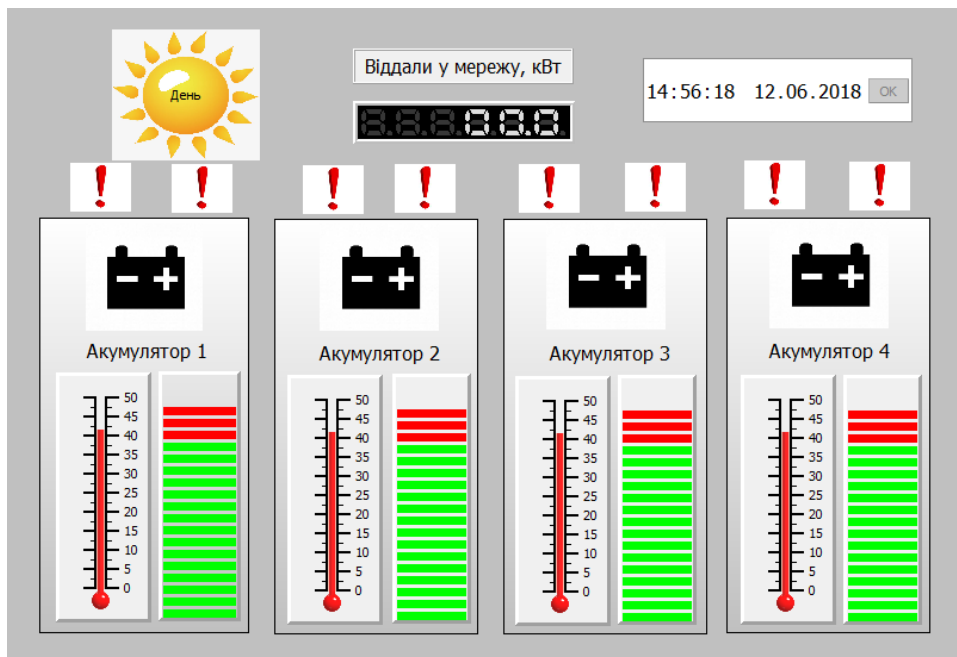
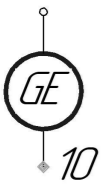
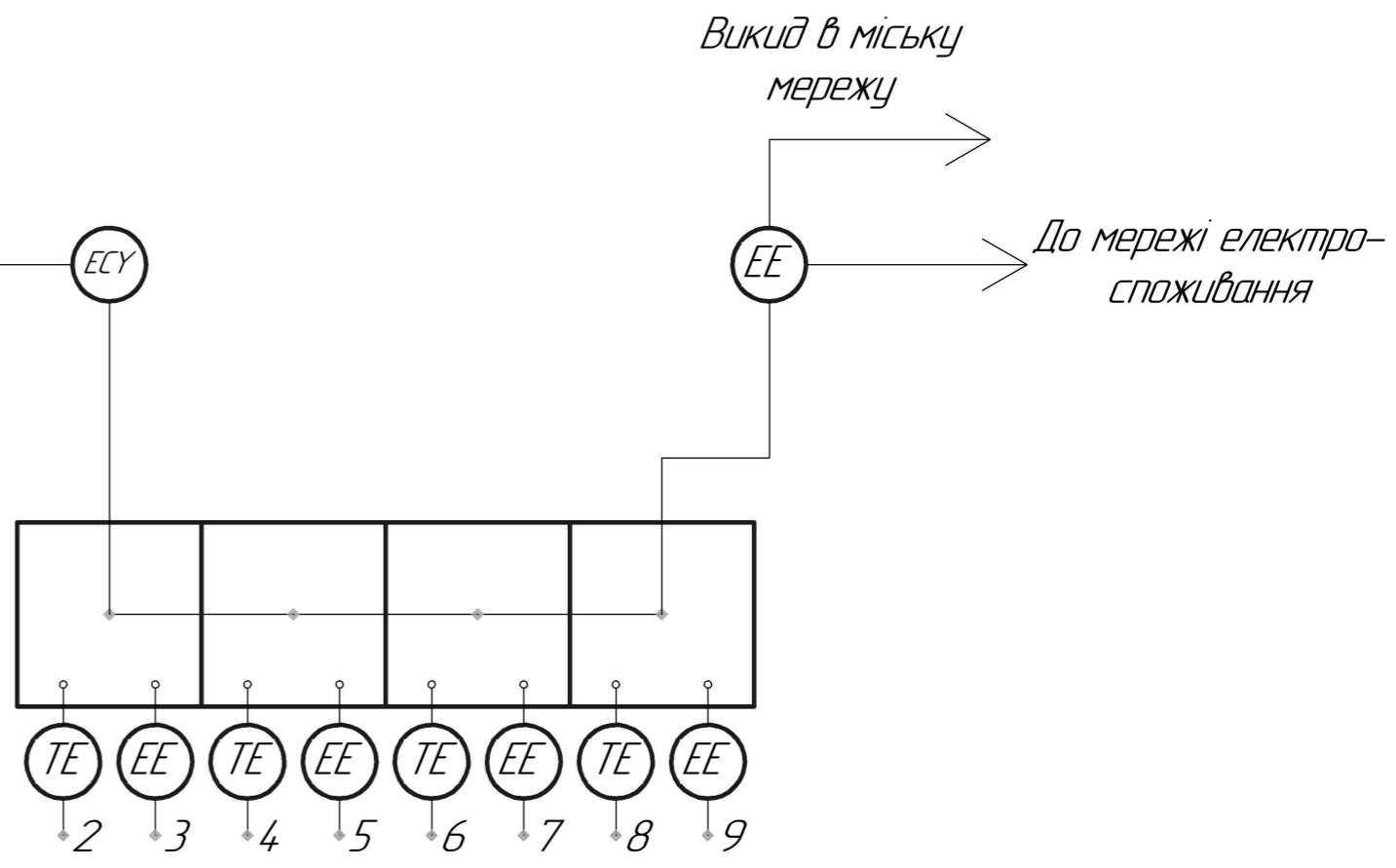
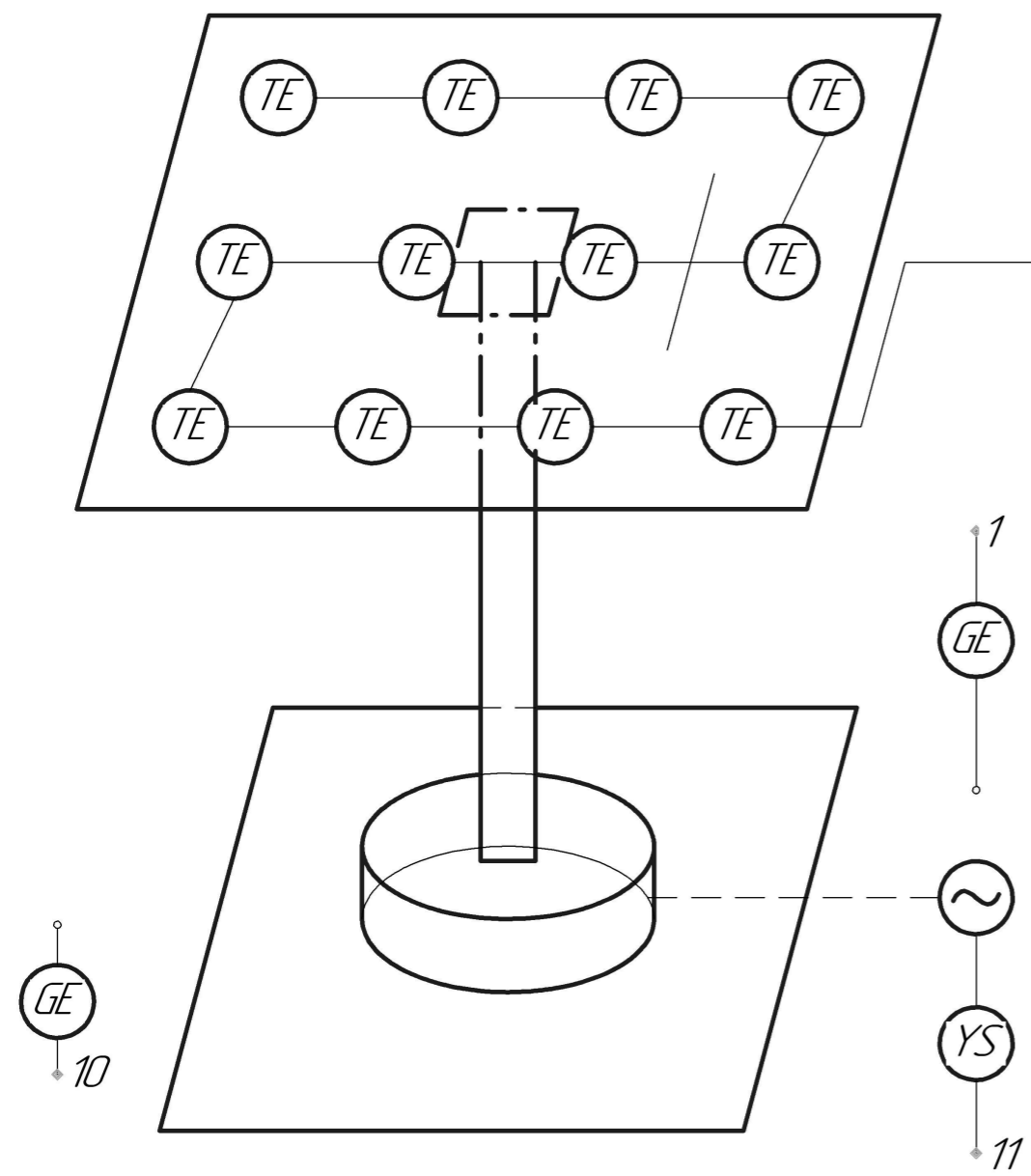


Рисунок В.3 – Монитор оператора. Відображення параметрів поза нормою

СЧ-42 6.050201562 А2

Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Изм. № докл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Изм. № подл.



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

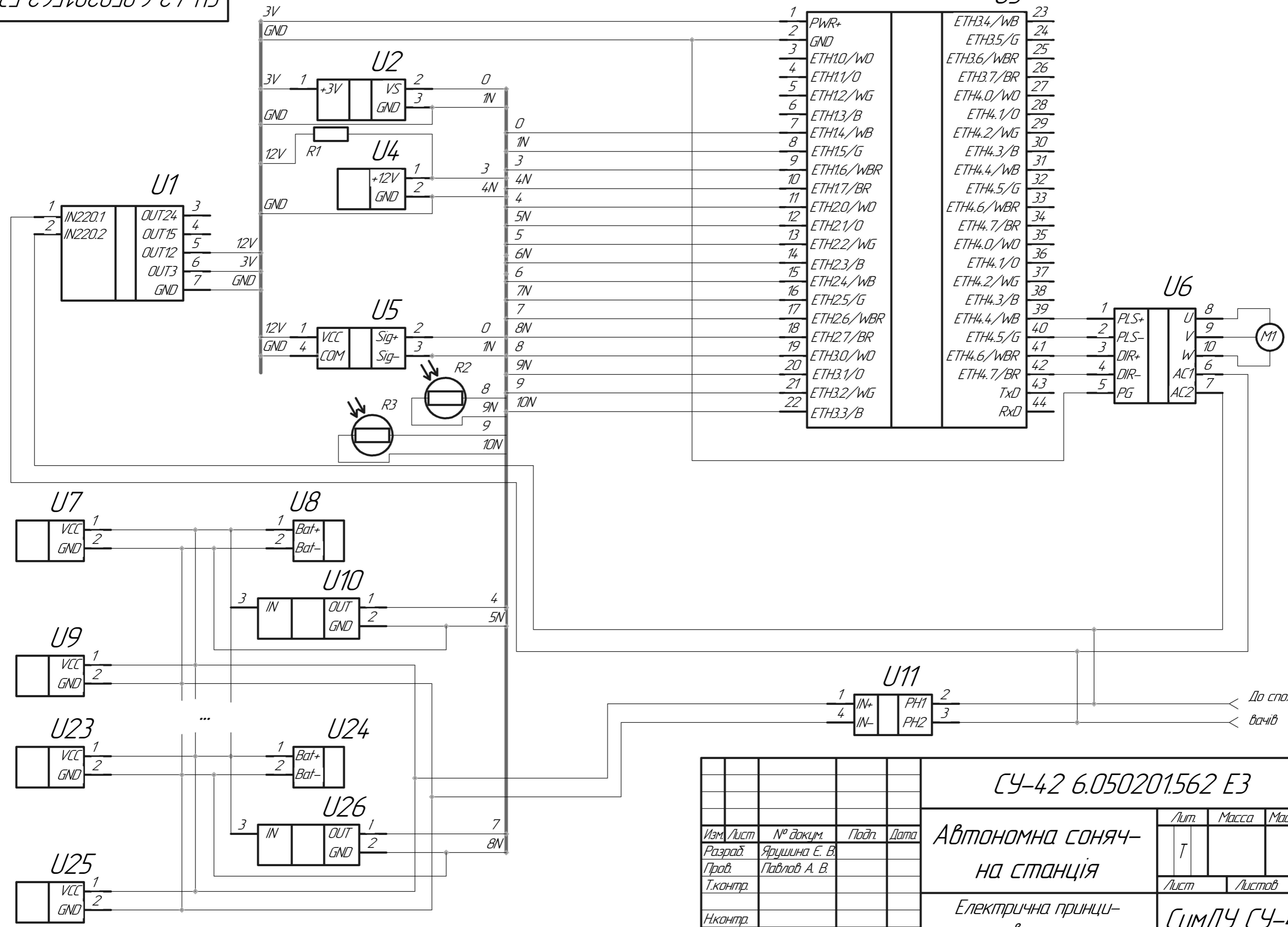
УЗО											
STM32F103	AI										
	AO										
	DI										
	DO										
Панель оператора										RS-485	

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Сборочные единицы		
		1	YS	Драйвер крокового двигателя	1	

				СЧ-42 6.050201562 А2				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Автономна сонячна станція	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Ярушина Е. В.					T		
Пров.	Павлов А. В.					Лист	Листов	1
Т.контр.								
И.контр.					Функциональна схема автоматизації			
Утв.					СЧ-42			

СЧ-42 6.050201562 ЕЗ

Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Изм. № дораб.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Изм. № подл.



СЧ-42 6.050201562 ЕЗ				Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Автоматическая станция	
Разраб.	Ярушина Е. В.				Т	
Пров.	Павлов А. В.				Лист	
Т.контр.					Листов 1	
Н.контр.					СумДУ СЧ-42	
Утв.					Формат А3	

