

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри КСУ
_____ Петро ЛЕОНТЬЄВ
_____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня бакалавр

зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
освітньо-професійної програми
«Комп'ютеризовані системи управління та робототехніка»
на тему: «Система керування автономним будинком у приватному секторі»

Здобувача групи СУ-91/4-0

Захарчук Андрій Олександрович

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

(підпис)

Андрій ЗАХАРЧУК

Керівник

доцент, к.ф.-м.н., В'ячеслав ЖУРБА
(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Ном.поз	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	№ екз.	Примітки
			<u>Документація загальна</u>			
			<u>Застосована</u>			
1			Завдання кафедри	1		
			<u>Новорозроблена</u>			
2		ТЗ	Технічне завдання	2		
3			Анотація	1		
4	A4	СУ-91/4-0.6.151.02 ПЗ	Пояснювальна записка	50		
			<u>Документація конструкторська</u>			
			<u>Новорозроблена</u>			
5	A1	СУ-91/4-0.6.151.02 Г1	Структурна гідравлічна схема	1		
6	A4	СУ-91/4-0.6.151.02 А2	Функціональна схема автоматизації	1		
7	A4	СУ-91/4-0.6.151.02 Е3	Схема принципово-електрична	13		

Розроб.					СУ-91/4-0.6.151.02.ДП			
Перевір.								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
		Андрій ЗАХАРЧУК			Система керування автономним будинком у приватному секторі. Відомість проекту	Літ.	Арк.	Аркушів
		В'ячеслав ЖУРБА				1	1	1
Реценз.					СумДУ, СУ-91/4-0			
Н. Контр.								
Затверд.		Петро ЛЕОНТЬЄВ						

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри КСУ

_____ Петро ЛЕОНТЬЄВ
_____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра здобувачу вищої освіти
Захарчук Андрій Олександрович
(Прізвище, Ім'я, По-батькові повністю)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Система керування автономним будинком у приватному секторі. Затверджена наказом ректора СумДУ № 0236-VI від " 14 " березня 2023 р.
2. Термін здачі студентом закінченої роботи "14" травня 2023 р.
3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: звіт з переддипломної практики, публікації, технічна документація, статті.
4. Зміст кваліфікаційної роботи (питання, що підлягають розробленню): аналіз та опис існуючих систем забезпечення електроенергією, теплом та водопостачанням будинку та систем управління ними; опис системи автоматизації; розробка структурної, функціональної, гідравлічної та електричної схем; розробка програмного забезпечення.
5. Перелік графічних матеріалів: 30 рисунків, 10 таблиць, 5 додатків.

6. Календарний план виконання роботи

Номер етапу	Зміст етапу виконання роботи	Термін виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Підбір та аналіз літератури і першоджерел.	23.04.23– 28.04.23
2	Аналіз предметної області та існуючих технічних рішень.	29.04.23 – 02.05.23
3	Визначення функціональних завдань автоматизації.	03.05.23 – 08.05.23
4	Підбір обладнання та датчиків для контурів.	09.05.23 – 12.05.23
5	Розробка основних схем автоматизації.	13.05.23 – 23.05.23
6	Розробка програмного забезпечення для мікроконтролерів.	24.05.23 – 26.05.23
7	Розробка SCADA системи	27.05.23 – 30.05.23
8	Оформлення дипломного проекту та супровідної документації	31.05.23 – 08.06.23

7. Дата видачі завдання "19" лютого 2023 р.

Керівник проекту:

к.ф.-м.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання, посада)

(підпис)

В'ячеслав ЖУРБА
(ім'я та прізвище)

Здобувач:
студент гр. СУ-91/4-0
(шифр групи)

(підпис)

Андрій Захарчук
(ім'я та прізвище)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

На розробку системи керування автономним будинком у приватному
секторі

Розробник:
студент групи СУ-91/4-0

Андрій ЗАХАРЧУК

Погоджено:
к.ф.-м.н., доцент

В'ячеслав ЖУРБА

1. *Назва і галузь застосування:* Система керування автономним будинком у приватному секторі; забезпечення електро-, водо- та теплопостачання для будинку у приватному секторі, з метою забезпечення автономії.

2. *Підстави для проектування:* Наказ ректора Сумського державного університету № 0236-VI від " 14 " березня 2023 р., інші договори або замовлення.

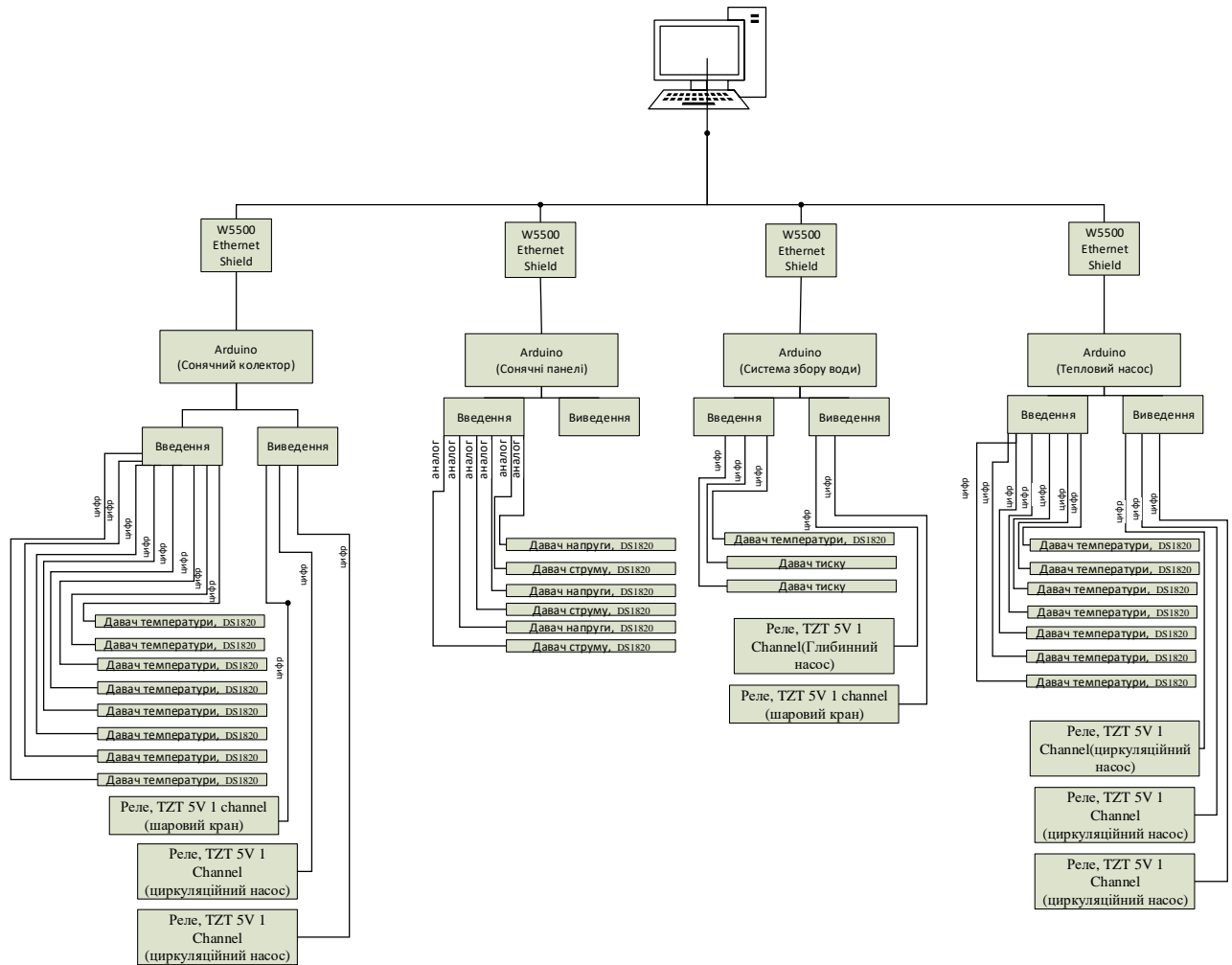
3. *Загальний опис об'єкта автоматизації:* Система керування, що побудована на основі мікроконтролерів Arduino Nano та об'єднана SCADA системою, забезпечує керування, візуалізацію, спільну роботу контурів електро-, водо- та теплопостачання будинку

4. *Основні частини системи та структурна схема:*

Основні частинами системи керування автономним будинком є:

- Сонячні колектори забезпечують гаряче водопостачання та обігрів будинку;
- Сонячна електростанція забезпечує генерацію, накопичення та розподіл електроенергії для будинку;
- Тепловий насос та система розподілу тепла забезпечує обігрів/охолодження теплоносія та розподіл тепла/холоду по будинку;
- Система водопостачання забезпечує питною водою мешканців будинку та потрібний тиск у системі опалення;
- SCADA система необхідна для моніторингу, керування та збереження даних роботи контурів.

Структурна схема



5. Опис блоків системи керування :

Блок керування сонячними панелями виконує завдання:

- Отримання електричної енергії від сонячних панелей;
- Збереження цієї енергії у акумуляторах;
- Перетворення постійного струму у змінний для споживання чи продажі;
- Контроль заряду акумуляторів;
- Відстеження параметрів напруги, струму та потужності підсистеми.

Блок керування сонячними колекторами виконує завдання:

- Перетворення сонячної енергії у теплову;
- Збереження тепла у баку-акумуляторі;
- Контроль температури теплоносія в системі колектор – бак-акумулятор;
- Контроль запірною апаратурою для усунення аварійних ситуацій.

Блок керування тепловим насосом та системою розподілу тепла виконує завдання:

- Забезпечення роботи теплового насосу у режимах опалення та охолодження будинку;
- Збереження тепла/холоду у баку-акумуляторі;
- Відстеження тепла контуру теплового насосу, баку-акумулятору та системи опалення.

Блок керування системою водопостачання виконує завдання:

- Збір води, використовуючи, як джерело ґрунтові води;
- Температури води у баку з резервною водою;
- Керування запірною апаратурою, щоб забезпечення потрібним тиском води основний гідроакумулятор та бак-акумулятор системи опалення.

6. *Опис алгоритмів та режимів роботи системи:*

Алгоритм блоку керування сонячними панелями:

Контур сонячних панелей виконує опитування датчиків підключених до пристроїв сонячної електростанції, для моніторингу стану, аналізу роботи та візуалізації статистичних даних через SCADA систему.

Контур сонячних колекторів працює при необхідних умовах: коли температура бойлеру гарячого водопостачання нижча за встановлену та коли температура баку-акумулятору нижча за встановлену. Коли виконується одна з названих умов, включається циркуляційний насос, який прокачує теплоносій з баку з пропіленгліколем до сонячних панелей забираючи тепло, після чого положення 3-х ходових шарових клапанів встановлюється в залежності від умови, а далі включається циркуляційний насос який прокачує теплоносій від баку з пропіленгліколем до необхідної ємності. Весь час при роботі та при очікуванні, мікроконтролер опитує датчик температури та передає до SCADA системи для моніторингу.

Контур теплового насосу та системи розподілу тепла має 2 режими – зима/літо. У режимі зима на тепловому насосі встановлюється необхідна температура нагріву, при умові недостатнього забезпечення теплом від контуру сонячних колекторів, далі вмикаються циркуляційні насоси для первинного та вторинного контурів теплового насосу, а за ними циркуляційний насос для розподілу тепла по будинку. У режимі літо на тепловому насосі необхідна температура охолодження будинку та алгоритм повторюється, як у режимі зима, далі вмикаються циркуляційні насоси для первинного та вторинного контурів теплового насосу, а за ними циркуляційний насос для розподілу холоду по будинку. Весь час при роботі та при очікуванні, мікроконтролер опитує датчик температури та передає до SCADA системи для моніторингу.

Контур системи водозабезпечення опитує датчик тиску та температури, та при зниженні встановлених значень тиску у гідроаккумуляторі та баку-аккумуляторі, включає глибинний насос та встановлює 3-х ходовий шаровий клапан у відповідне положення для збільшення тиску води.

7. Умови експлуатації системи керування:

Умови експлуатації технічних засобів, що встановлюються в приміщенні:

- а) температура навколишнього середовища – від плюс 5 до 50°C
- б) відносна вологість до 60% при температурі до 25°C;
- в) атмосферний тиск від 84 до 106,7 кПа (від 740 до 780 мм рт. ст.);

8. Технічні вимоги:

ДСТУ Б А.2.4-16:2008 Автоматизація технологічних процесів; ДСТУ 12.2.016 – 81 Система стандартів безпеки праці.

9. Стадії та етапи проектування:

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Підбір та аналіз літератури і першоджерел.	23.04.23– 28.04.23
2	Аналіз предметної області та існуючих технічних рішень.	29.04.23 – 02.05.23
3	Визначення функціональних завдань автоматизації.	03.05.23 – 08.05.23
4	Підбір обладнання та давачів для контурів.	09.05.23 – 12.05.23
5	Розробка основних схем автоматизації.	13.05.23 – 23.05.23
6	Розробка програмного забезпечення для мікроконтролерів.	24.05.23 – 26.05.23
7	Розробка SCADA системи	27.05.23 – 30.05.23
8	Оформлення дипломного проекту та супровідної документації	31.05.23 – 08.06.23

10. Додатки:

Додаток А. Лістинг програми контуру керування сонячним колектором.

Додаток Б. Лістинг програми контуру керування сонячними панелями.

Додаток В. Лістинг програми контуру керування системою опалення.

Додаток Г. Лістинг програми контуру керування водопостачання.

Додаток Д. Конструкторська документація:

- СУ-91/4-0 6.151.02 Г1 Структурна гідравлічна схема системи керування автономним будинком.
- СУ-91/4-0 6.151.02 А2 Функціональна схема автоматизації системи керування автономним будинком.
- СУ-91/4-0 6.151.02 Е3 Схема принципова електрична системи керування автономним будинком

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота містить 59 аркушів пояснювальної записки, 30 рисунки, 10 таблиць, 5 додатків. При виконанні дипломного проєкту було використано 17 літературних джерел.

Тема дипломного проєкту створення системи керування автономного будинку у приватному секторі. Впровадження даної теми можливе у будь який будинок у приватному секторі для забезпечення власних комунальних комунікацій у тих місцях де міські комунікації недоступні, або якість яких не відповідає стандартам. Сутність проєктування системи керування автономним будинком у приватному секторі полягає у об'єднанні існуючих технічних рішень для забезпечення автономності будинку використовуючи відновлювальні джерела енергії, а саме енергію сонця та температуру ґрунту, а також в розробці комплексної системи, яка забезпечує моніторинг, аналіз, контроль та керування окремими контурами системи з метою досягнення ефективності та екологічності будинку.

Мета даної роботи забезпечити незалежність від міських комунікацій, використовуючи відновлювальні джерела енергії, завдяки сучасним технічним рішенням, об'єднаних у єдину систему. У ході проєктування було проведено аналіз об'єкту керування, існуючих технологічних рішень та давачів на основі яких розроблено функціональні задачі автоматизації. Наступним етапом стало створення структурної гідравлічної схеми, функціональної схеми автоматизації та принципової електричної схеми. Під функціональні задачі автоматизації було розроблено програмне забезпечення для мікроконтролерів та SCADA системи.

Ключові слова: автономний будинок, алгоритм, тепловий насос, сонячний колектор, свердловина, сонячна електростанція, виконавчий механізм, давач, SCADA система.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри КСУ

_____ Петро ЛЕОНТЬЄВ

_____ 2023 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту

зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

на тему:

Система керування автономним будинком у приватному секторі

Керівник проекту:

к.ф.-м.н., доцент

В'ячеслав ЖУРБА

Здобувач:

Студент групи СУ-91/4-0

Андрій ЗАХАРЧУК

ЗМІСТ

ВСТУП.....	1
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СИСТЕМ ЕНЕРГО-, ТЕПЛО- ТА ВОДО- ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОНОМНОГО БУДИНКУ У ПРИВАТНОМУ СЕКТОРІ.....	3
1.1. Автономний будинок як об'єкт автоматизації	3
1.2. Актуальність автономних будинків	4
1.3. Сонячна електростанція для приватного будинку	5
1.4. Геліосистема для приватного будинку.....	6
1.5. Система постачання води для приватного будинку	7
1.6. Система опалення на основі теплового насосу	8
Розділ 2. ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗАДАЧ АВТОМАТИЗАЦІЇ ...	11
2.1. Опис системи керування автономного будинку	11
2.2. Функціональний опис підсистем автоматизації.....	12
2.3. Давачі та виконуючі пристрої.....	32
РОЗДІЛ 3. СИСТЕМА КЕРУВАННЯ АВТОНОМНИМ БУДИНКОМ.....	40
3.1. Контури керування.....	40
3.2. Принципова електрична схема автоматизації	55
ВИСНОВКИ.....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ДЖЕРЕЛ.....	57
Додаток А	Ошибка! Закладка не определена.
Додаток В	Ошибка! Закладка не определена.
Додаток Г	Ошибка! Закладка не определена.
Додаток Д	Ошибка! Закладка не определена.

					<i>СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Андрій Захарчук</i>			<i>Система керування автономним будинком у приватному секторі</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>В'ячеслав Журба</i>				1	59	
<i>Реценз.</i>						<i>СумДУ, СУ-91/4-0</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затвердив</i>		<i>Петро ЛЕОНТЬЄВ</i>						

ВСТУП

Останні роки наочно доводять, що забезпечення автономії будинку необхідність не тільки у сільській місцевості де є проблема з комунальними комунікаціями, якість якої або не відповідає нормам, або забезпечити її нема можливості, а й у містах незалежно від їх розміру. Особливо гостро це спостерігалось із забезпечення електроенергією, через її відсутність життя в будинку майже завмирало, бо завдяки неї унеможлиблювало роботу насосних станцій міських водорозподільних установ, теплоелектроцентралей або циркуляційних насосів будинків приватного сектору. Найчастіші рішення цих проблем було встановлення генераторів, сонячних панелей та опалення твердим паливом, наявності у будинку чи сусідів колодязя, але це все лише частково вирішувало проблему.

Метою дипломної роботи є об'єднання існуючих технічних рішень у комплекс для забезпечення автономії будинку у приватному секторі, тобто належна робота комунікацій для забезпечення будинку всім необхідним, а саме: водо-, тепло- та електрозабезпечення на певний час або безстроково. Забезпечення цієї мети можливо лише завдяки постійному розвитку та вдосконалення у галузі використання енергії з поновлювальних джерел енергії, а саме сонячної енергії та тепла ґрунту.

Завданням дипломної роботи є розроблення системи керування автономним будинком у приватному секторі.

Об'єктом дослідження є процес забезпечення автономності.

Предметом дослідження є будинок у приватному секторі.

Для досягнення мети було виконано:

1. Аналіз та опис існуючих технічних рішень для отримання водо-, тепло- та електро - енергії використовуючи поновлювальні джерела енергії.
2. Розробка структурної, функціональної, гідравлічної та принципової електричної схем.

					СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
						1
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Аналіз та вибір виконуючих пристроїв та давачів для кожного контуру керування в у системі.
4. Створення програмного забезпечення для мікроконтролерів контурів керування.
5. Створення SCADA системи та модулювання роботи контурів керування.

					<i>СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ</i>	<i>Арк</i>
						2
<i>Зм..</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СИСТЕМ ЕНЕРГО-, ТЕПЛО- ТА ВОДО-ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОНОМНОГО БУДИНКУ У ПРИВАТНОМУ СЕКТОРІ

Для забезпечення повної автономності будинку необхідно забезпечити наступне:

1. електроенергію для роботи всіх приладів у будинку;
2. теплом для забезпечення комфортних умов для життя взимку;
3. водою для покриття потреб у питній та технічній воді.

Оскільки світова тенденція направлена на розвиток використання поновлювальних джерел енергії, а саме сонця та ґрунту ми будемо орієнтуватись саме на них. Типовими рішеннями, яких є: сонячна електростанція, сонячні колектори, теплові насоси, свердловини, колодязі та інші, саме ці рішення здобули найбільшу популярність в цій галузі. Їх можна використовувати як поодинокі для забезпечення певної потреби, так і в комплексі в цілому.

Для вирішення цих проблем у цьому розділі ми проведемо загальний опис існуючих технічних рішень та принцип роботи.

1.1. Автономний будинок як об'єкт автоматизації

Розглядаючи сучасні будинки, спостерігається стрімке впровадження пристроїв та систем «Розумний будинок», воно орієнтовано на забезпечення комфортного життя перекладаючи свою щоденну рутину на автоматизовану систему, яка підлаштовується під власника. Це все стає невід'ємною частиною нашого побуту, але це все працює всередині системи, всередині будинку та ніяк не застраховано від впливу навколишнього середовища, від відключення електроенергії, водопостачання.

Головна відмінність «Автономного будинку» від «Розумного будинку» у тому, що «Розумний будинок» забезпечує потреби власника будинку, а

					СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
						3
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

«Автономний будинок» забезпечує потреби самого будинку, коли ці потреби не може забезпечити централізовані комунікації, або їх якість не відповідає стандарту. Враховуючи таку відмінність, ці дві системи безумовно можуть доповнювати одна одну.

Для забезпечення автономії будинку, потрібно розуміти основні складові будинку, які надаються централізованими комунікаціями. Будинок можна розділити на такі потреби: електропостачання, водопостачання, теплопостачання. Як правило все це повністю або частково забезпечується централізовано – містом. При виникненні надзвичайних ситуацій, планового ремонту або з інших причин, ці комунікації можуть перестати надаватись, або надаватись частково, як у об'ємі, так і у часі. Тому саме це є першочерговим у автономному будинку, також не менш важливим є керування всім цим у комплексі, для забезпечення злагодженої роботи системи.

1.2.Актуальність автономних будинків

При згадуванні «Автономний будинок», у всіх є уявлення про нього, що він забезпечує необхідні умови для життя без використання послуг міста, таких як: електроенергія, водопостачання та газопостачання. Так воно і є, завдяки постійному розвитку технологій отримання електроенергії та теплоенергії перетворюючи сонячне випромінювання, використання ґрунтових вод та забезпечення тепла тепловими насосами.

Загалом автономний будинок це система яка поєднує різні окремі підсистеми будинку, які використовують відновлювальні джерела енергії та дає можливість керувати ними. Основні підсистеми будинку це: система опалення, система електропостачання та система водопостачання.

Будинки такого типу можуть забезпечувати: повну автономію та автономію на певний період. Повна автономія забезпечується у тих випадках коли скористатись послуги централізованого водопостачання та електропостачання

					<i>СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ</i>	Арк
						4
<i>Зм..</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

немає можливості через їх віддаленість. Часткова автономія використовується для часткового заощадження на послугах комунальних служб, для продажу надлишків (виробленої електроенергії), або резерву, коли через певні причини водопостачання та електропостачання тимчасово недоступне.

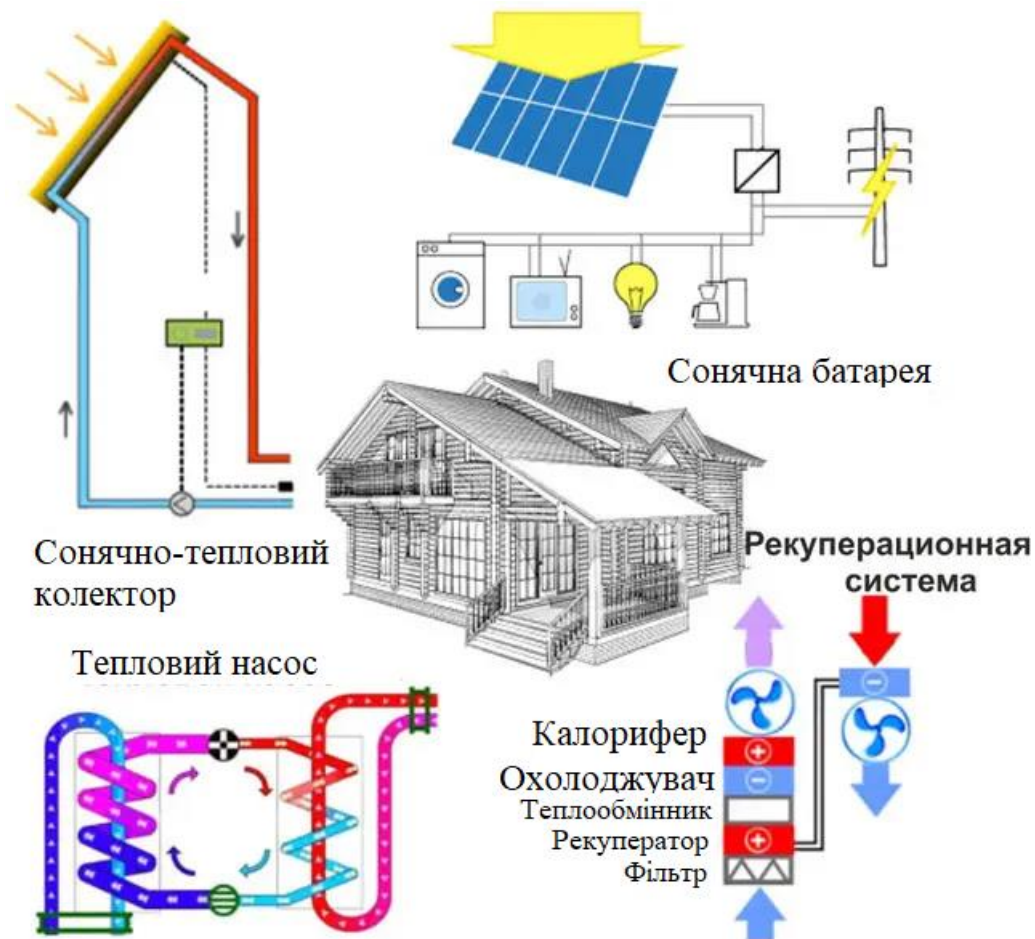


Рисунок 1.1 Загальна схема автономного будинку

1.3. Сонячна електростанція для приватного будинку

Сонячна електростанція – це інженерна споруда, яка в процесі своєї роботи перетворює сонячну радіацію в електроенергію.

Існує 2 види електростанцій: фотоелектричні та термодинамічні.

Фотоелектричні сонячні станції для отримання електроенергії з сонячного випромінювання використовують фотоелектричний модуль. Термодинамічні

					СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
						5
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сонячні станції для вироблення електроенергії проходять додатковий етап – перетворюють енергію сонця в теплову, а далі у електричну[1].

Зазвичай використовується система на основі фотоелектричних елементах наведено на Рисунок 1.2.

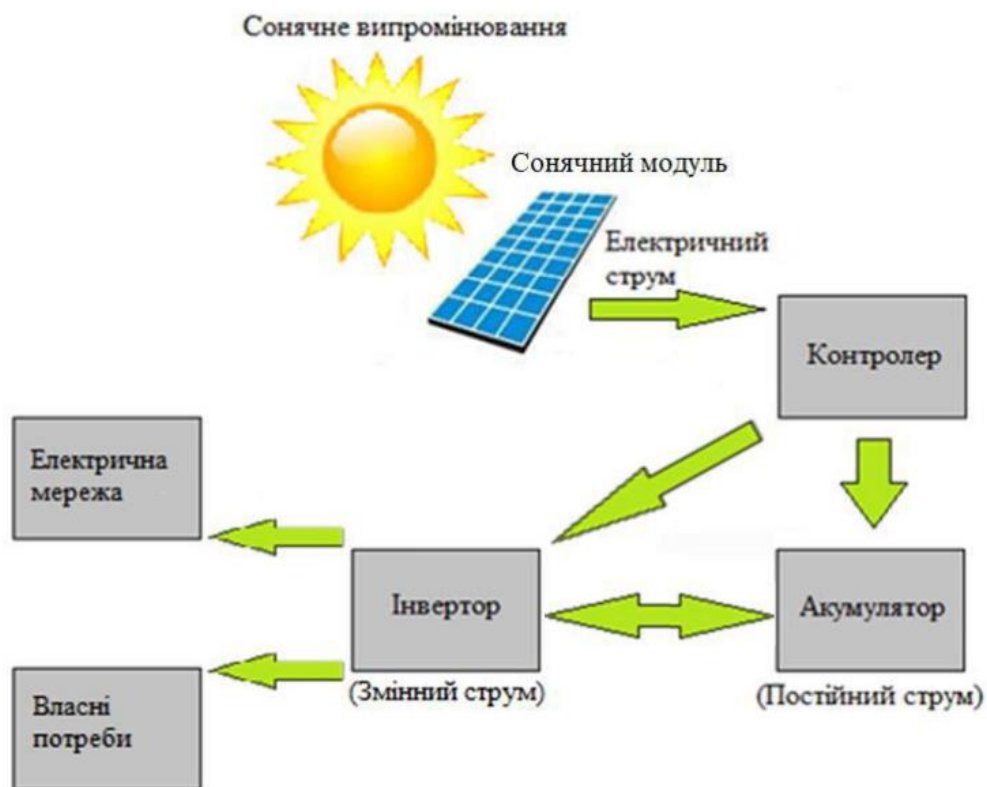


Рисунок 1.2 Загальна схема системи на основі фотоелектричних елементах[2].

1.4.Геліосистема для приватного будинку

Сонячний колектор - це інженерна споруда, що використовується для перетворення енергії сонячної радіації у тепло. Відмінність з сонячними панелями у тому що колектори нагрівають теплоносій, який використовуються у системі опалення або підігріву води для побутових потреб. Найпростішими колекторами вважаються –пасивні колектори, для роботи яких не потрібні циркуляційні насоси, бо нагріта рідина переміщується за допомогою конвекції.

					СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
						6
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Процес отримання тепла від сонячних колекторів з наступних етапів:

- рідина у колекторі під впливом сонячного випромінювання, нагрівається та підіймається угору по трубі до баку-акумулятору;
- Нагріта вода в баку акумуляторі віддає тепло системі, тим самим охолоджуючись;
- Охолоджена вода опускається вниз та по трубі заходить до колектору, де знову нагрівається та цикл повторюється.

З цього процесу роботи сонячного колектору можемо виділити 3 основні елементи:

- теплоносій;
- абсорбер;
- бак-акумулятор.

Найважливішим елементом колектору є абсорбер, так як в ньому проходить процес отримання теплової енергії за рахунок сонячної, з подальшою передачею тепла – теплоносію.

Абсорбер може виготовлятися з різних матеріалів, а саме: мідь, скло, алюміній. Також має різну форму. Незалежно від форми та матеріалу для підвищення поглинання, на абсорбер наносять селективне покриття[4].

1.5. Система постачання води для приватного будинку

Свердловина на воду – це інженерна споруда, яка забезпечує добуток води для різних цілей. Свердловини такого типу можна розділити на 2 типи: верховодні, глибоководні.

					СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
						7
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

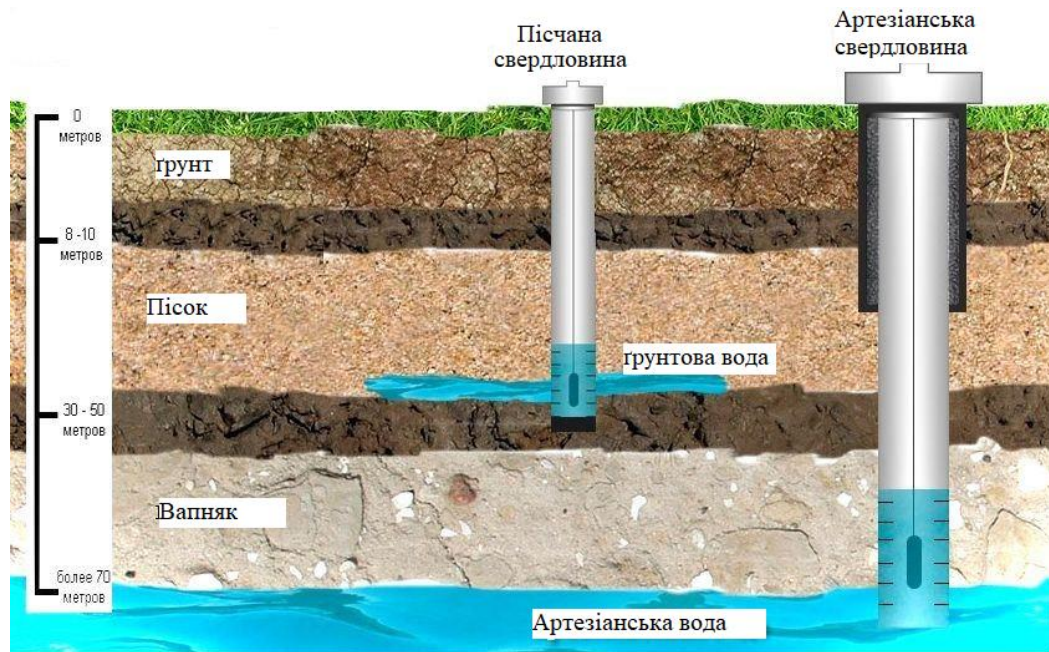


Рисунок 1.3 Типи буріння свердловини

Верховодні свердловини буряться на пісок, та забезпечує воду не високої якості через невелику глибину. Якість води з свердловини такого типу підходить для побутових потреб, але не для споживання людиною. Проблемою є слабка фільтрація ґрунтом від забруднення навколишнього середовища, великими підприємствами.

Глибоководні свердловини буряться на вапняк, завдяки дуже глибокому розміщенню якість води висока. Така чистота забезпечується якісною фільтрацією вапняком, завдяки своїм властивостям усуває хвороботворні бактерії та різну хімію.

При бурінні свердловин потрібно забезпечити якісне укріплення стінок, для протидії обвалу та забрудненню. Для укріплення використовують метал та пластик, зазвичай ПВХ труби, труби з нержавіючого та оцинкованого металу в залежності від потреб та глибини. Для питної води найкращим варіантом буде труби з ПВХ, через її довговічність та ціну, труби з нержавіючого металу будуть коштувати дорожче, а з оцинкованого металу не рекомендовано для споживання[5].

1.6. Система опалення на основі теплового насосу

					СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
						8
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тепловий насос являє собою систему яка перетворює низьпотенціальне тепло навколишнього середовища у високопотенціальне, щоб далі передати його теплоносію, який циркулює у системи опалення будинку, або для гарячого водопостачання. Джерелами тепла з навколишнього середовища можуть бути: повітря, ґрунт, вода, або вторинне тепло.

Система, що використовує енергію з ґрунту або води має назву – Геотермальні теплові насоси. До таких систем відносять схеми підключення: «ґрунт-вода», «вода-вода» «вода-повітря».

Система, що використовує енергію з енергію з атмосфери має назву – Повітряні теплові насоси. До таких систем відносять схеми підключення: «повітря-повітря», «повітря-вода».

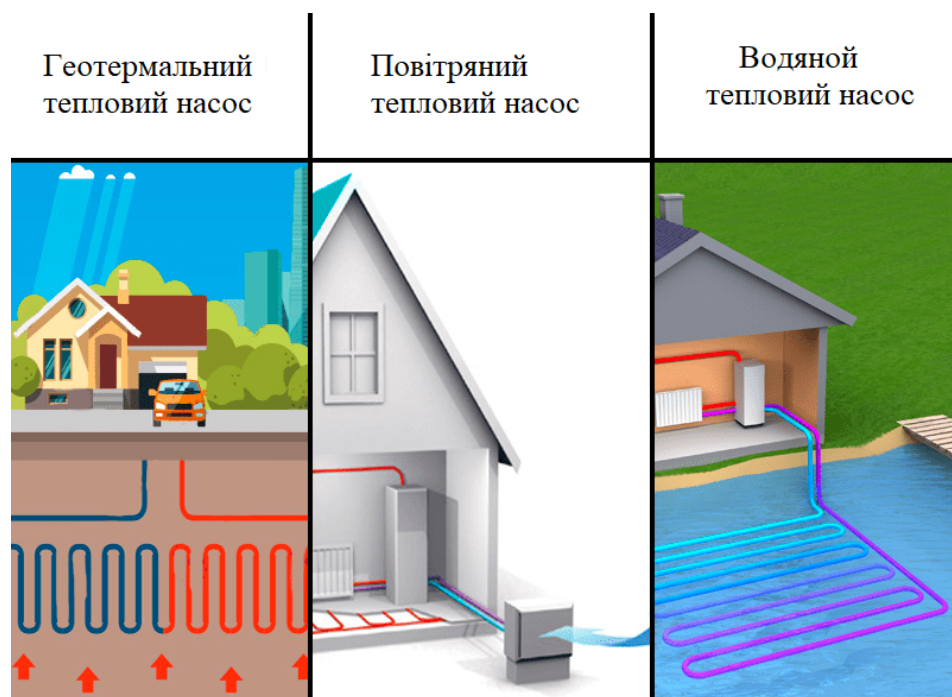


Рисунок 1.4 Види теплових насосів

Останнім часом актуальність та популярність теплових насосів стрімко зростає. Такий зріст зумовлений великою кількістю переваг, порівняно з іншими методами опалення будинку. Основні переваги теплових насосів такі:

- Простота експлуатації

- Економічність
- Багатофункціональність

Економічність теплового дозволяє виробляти 1 кВт*год теплової енергії, затрачаючи на це 0,2-0,35 кВт*год електричної енергії, але при наявних перевагах є у цій системі одне обмеження, а саме – нагріта вона на виході не перевищує 55-60 °С.

Висновки до розділу 1

В цьому розділі ми проаналізували системи забезпечення електро-, тепло- та водозабезпечення, такі, як сонячний колектор, сонячна електростанція, тепловий насос та свердловини. Так як ці системи створювались для виконання окремих задач, вони працюють окремо одна від одної та можуть втрачати потенційний ККД у вій системи «Автономного будинку». Наша задача у створенні контуру керування всім комплексом системи, який дозволить об'єднати проаналізовані нами технічні рішення для нашої проблеми та підвищити ефективність.

					<i>СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ</i>	<i>Арк</i>
						10
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Розділ 2. ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗАДАЧ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Визначення функціональних задач автоматизації, необхідний етап розробки будь-якого проєкту, функціональна схема на основі цих задач, являє собою основний проектний документ, який визначає рівень автоматизації та його структуру. Порівнюючи їх зі структурними схемами надають більш чітке значення функцій, як окремих елементів, так і пристроїв.

2.1.Опис системи керування автономного будинку

Система керування автономного будинку у приватному секторі призначена для керування чотирма підсистемами для забезпечення повної автономії на певний період часу, використовуючи відновлювальні джерела для забезпеченням будинку електроенергією, запасами питної і технічної води, а також обігріву або охолодження будинку.

Така система керування буде складатися з чотирьох підсистем:

- Підсистеми сонячних панелей;
- Підсистеми сонячних колекторів;
- Підсистеми водопостачання;
- Підсистеми теплового насосу.

					СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
						11
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

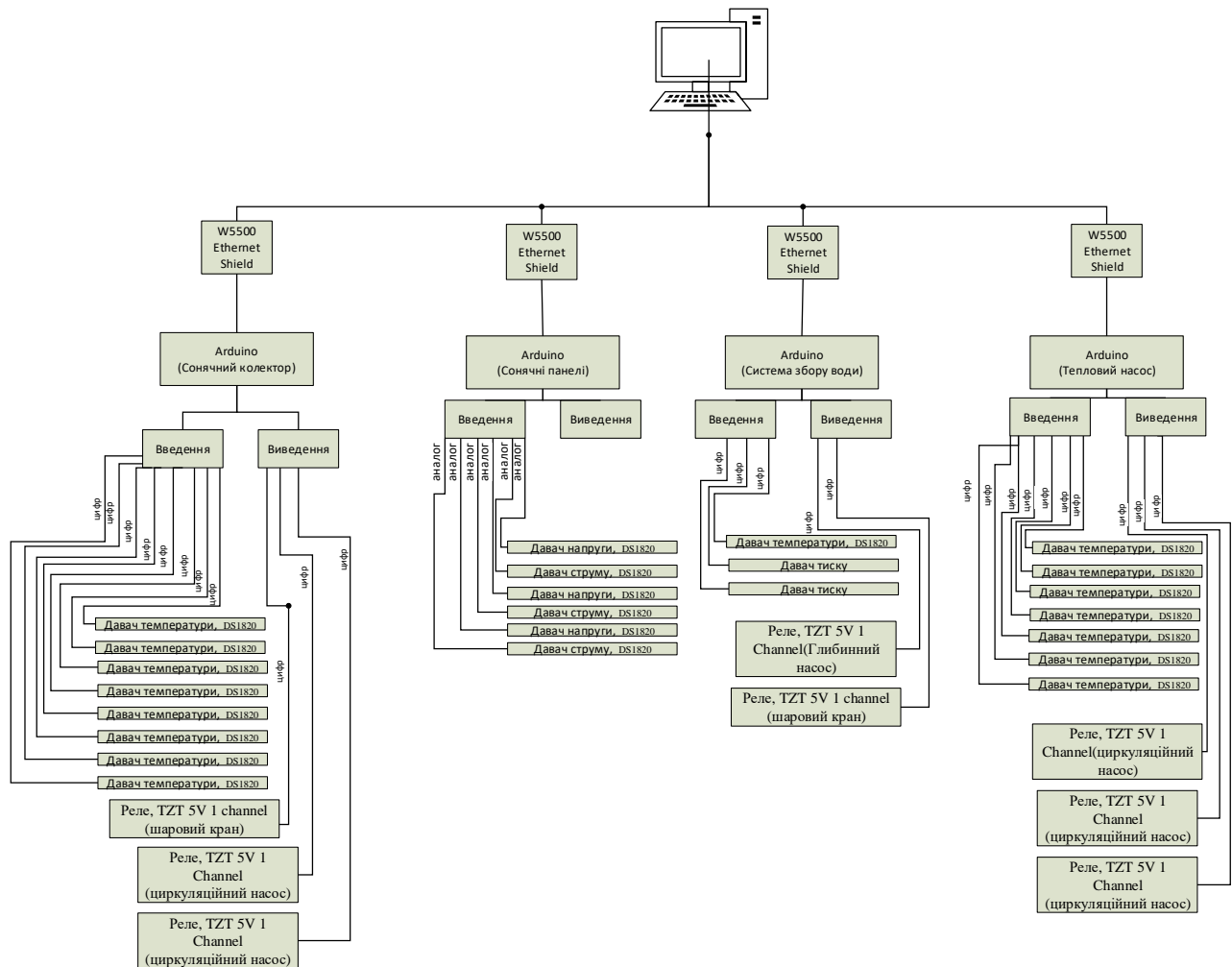


Рисунок 2.1 Структурна схема системи керування автономним будинком

2.2. Функціональний опис підсистем автоматизації

Підсистема сонячних панелей

Процес отримання струму постійної напруги полягає у наступному:

На сонячну панель потрапляє сонячне випромінювання, яка його перетворює на електроенергію.

Отримана електроенергія надходить у контролер, який регулює її та заряджає акумулятори, або направляє до інвертора.

Отримана з контролера, або акумуляторів постійний струм у інверторі перетворюється у змінну напругу 220 вольт, яка вже може використовуватись на потреби будинку або продаватись до електричної мережі[2].

Для підключення сонячної мережі ми можемо використати 3 основні схеми:

1. автономна система;
2. система, що підключена до мережі;
3. система з резервним живленням.

У першому варіанті ми використовуємо автономну систему, яка впроваджується коли у споживачів нема можливості використовувати централізоване електропостачання.

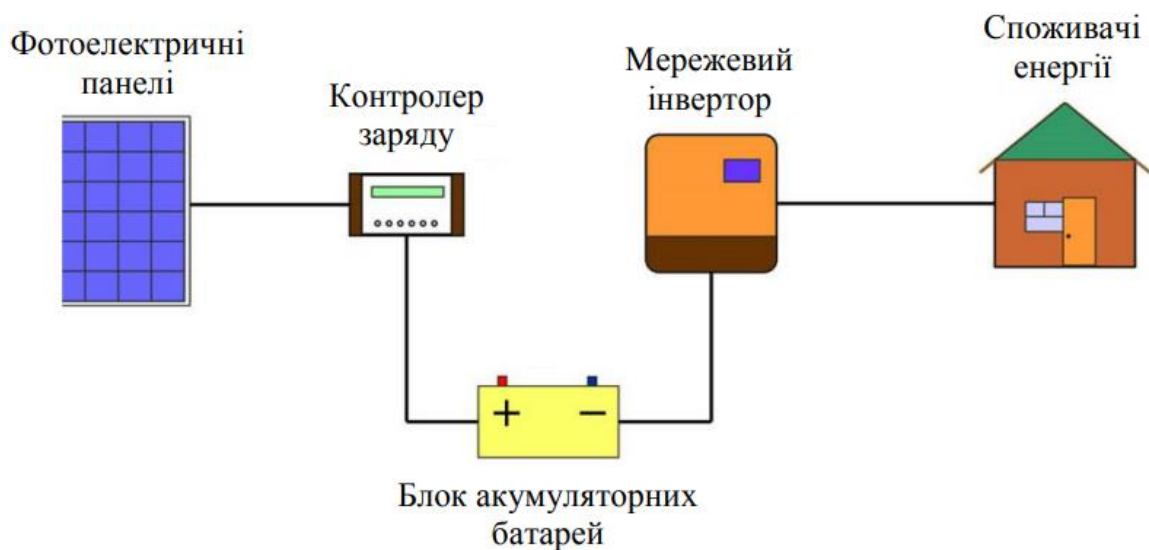


Рисунок 2.2 Підключення сонячної електростанції в автономній системі

У цій системі електрична електроенергія задіяна для накопичення в акумуляторі, щоб використовуватись у час відсутності сонячного випромінювання. Така система вимагає достатньої потужності сонячних панелей для живлення будинку та заряджання акумуляторів.

У другому варіанті ми використовуємо систему, що підключена до мережі, яка дозволяє використовувати сонячну електроенергію не тільки для власних потреб, а й для продажу за «зеленим» тарифом.

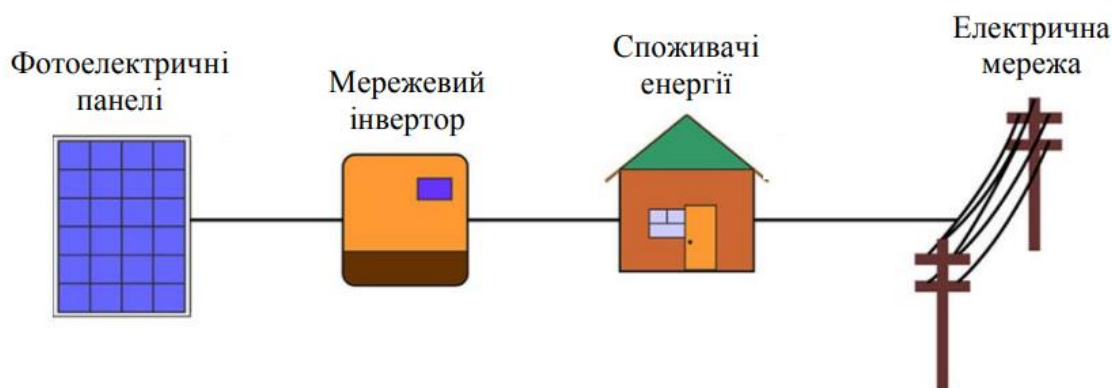


Рисунок 2.3 Підключення сонячної електростанції в системі, що підключена до мережі

Ця система може обійтись без акумуляторів, завдяки тому що, вдень можна надлишок виробленої електроенергії продавати, а для власних потреб використовувати центральну електромережу. Для продажу електроенергії необхідно використовувати окремий лічильник.

У третьому варіанті ми використовуємо систему з резервним живленням, яка дозволяє забезпечити будинок електроенергією, коли централізоване електропостачання відсутнє, або його якість не відповідає стандартному.

В такому варіанті на інвертор лягає вся відповідальність, бо до нього підключається як сонячні панелі, так і централізована мережа, та за необхідності можливе підключення дизель/бензо генератор.

При відключенні централізованого електропостачання будинок живиться від сонячних панелей або від акумуляторів. Ця система живить найважливіші елементи в будинку: освітлення, холодильники, систему опалення та зв'язку.

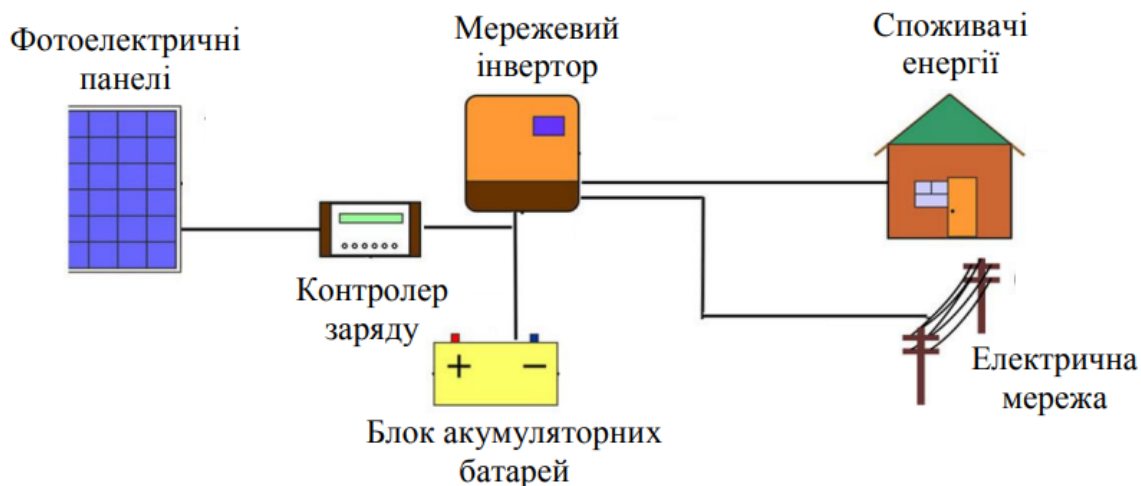


Рисунок 2.4 Підключення сонячної електростанції в системі з резервним живленням.

Також система забезпечує окрім резервного живлення, ще й можливість продавати вироблену електроенергію за «зеленим тарифом», у тому випадку, якщо акумулятори заряджені та є надлишок виробленої електроенергії.

Окрім безперебійного електроживлення така схема забезпечує і експорт надлишку виробленої електроенергії в мережу (продаж за «зеленим» тарифом), якщо сонячна електростанція виробляє більше електроенергії, ніж необхідно для живлення навантаження на даний час, а акумуляторні батареї повністю заряджені[1].

Основне завдання, що виконує підсистема сонячних панелей це – забезпечення електроенергією будинку, в той момент коли центральне електропостачання зникло, у іншому випадку продає електроенергію по «Зеленому тарифу» державі. З завдання цієї підсистеми виходить, що нам підходить використання варіанту сонячної електростанції з резервним живленням. Для цього нам необхідно мати:

- Сонячна панель;
- Автономний інвертор;
- Акумулятор.

При купівлі сонячних панелей треба орієнтуватись на якість, потужність та ціну. На ринку існує 3 види сонячних панелей, кожна з них має свої переваги та недоліки.

Таблиця 2.1 Порівняльна характеристика сонячних панелей

Характеристики	Монокристалічні	Полікристалічні	Тонкоплівкі
Ефективність	23%	18%	13%
Термін експлуатації	40-50 років	30-40 років	20 років
Вартість 100W	60 USD	150	175

Лідером за характеристиками, потужністю та ціною на даний час є – Монокристалічні сонячні батареї. Тому проведемо порівняння характеристик серед цього типу сонячних панелей, та виберемо ту, яка буде нам підходити для системи.

Таблиця 2.2 Порівняльна характеристика сонячних панелей

Модель	Jarret Solar 200W	Victron Energy 175W	Axioma AX-150M 150W
Тип панелі	Монокристалічна	Монокристалічна	Монокристалічна
Максимальна потужність	200 Watt	175 Вт	150 Вт
Максимальна напруга	18 В	19.38 В	19 В
Максимальна сила струму	11,2 А	9.03 А	7.9 А
Холоста напруга	21.2 ± 3%	23.74 В	23 В
Струм короткого замикання	13.3 А ± 4%	9.89 А	8.58 А

Отже провівши порівняння ми обираємо - Jarret Solar 200W, через її перевагу за характеристиками серед конкурентів на ринку.



Рисунок 2.5 Сонячна панель Jarret Solar 200 Watt

Jarret Solar 200W – це монокристалічна сонячна панель лідеру китайського ринку. Вона складається з 32 фотоелементів та має 5 струмопровідних шин. Технології 5BB дозволяє панелі витримувати перегрів та менше розтріскуватись. Ця панель має високі характеристики продуктивності, ККД становить 17%-22%. Сонячна панель призначена для фотоелектричних систем напругою 1000 В. На її базі можна будувати як домашні, так і промислові сонячні електростанції.

Наступний прилад, що нам потрібно це автономний інвертор, який поєднує функції контролера для заряду акумуляторів та звичайного інвертору, тобто забезпечує заряджання акумуляторів, від сонячних панелей або мережі та виконує перетворення постійної напруги від акумуляторів у необхідну для нас 230В. Тому зробимо порівняння представлених на ринку інверторів у Таблиця 2.3

					СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
						17
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3 Порівняльна характеристика інверторів

Модель	Ахіома ISMPPT-BF-5000	2E 2E-VP-5K48	2E 2E-XM-INFINI6K48T
Потужність, Вт	5000	5000	6000
Потужність пікова, Вт	10000	8000	9000
Форма вихідної напруги	Чиста синусоїда	Чиста синусоїда	Чиста синусоїда
Вихідна напруга, В	230	230	230
Вихідна частота, Гц	50/60 авто	50/60 авто	50/60 авто
Напруга АКБ, В	48	48	48
Захисту від перенапруги, В	60	50	65
Максимальна потужність від сонячного масиву, ВТ	4000	3200	4550
Макс. напруга холостого ходу сонячних панелей, В	500	400	480
Макс. зарядний струм сонячних панелей, А	80	60	90
Макс. зарядний струм від мережі, А	60	50	60
Розміри, мм	300x440x100	440x300x100	468x365x140
Вага, кг	10	8.5	14

Наш вибір припав на Ахіома ISMPPT-BF-5000, через його потужність, як номінальну, так і пікову, наявності MPPT – контролеру, достатню потужність перетворення напруги від сонячних панелей до мережі, а також потужність заряджання акумуляторів.



Рисунок 2.6 Гібридний сонячний інвертор Ахіома ISMPPT-BF-5000

Інвертор Ахіома ISMPPT-BF-5000 - це пристрій, що поєднує функціонал інвертора та контролеру заряду. Особливість цього інвертору у наявності в ньому MPPT контролеру заряду, що дозволяє підключити до нього до 6,3 кВт сонячних панелей. Гнучке використання режимів роботи дає можливість не використовувати акумулятор за умови високої генерації.

Особливості інвертора Ахіома ISMPPT-BF-5000:

- На виході видає чисто-синусоїдальна напругу;
- MPPT контролер заряду;
- Інформативний РК-дисплей;
- Захист від перевантаження і КЗ;
- Можливість налаштувати струм заряду, напруги для акумулятору.

Після обраних нами сонячних панелей та автономного інвертору, потрібно обрати акумулятори для зберігання електроенергії. Популярним рішенням та гарні відгуки мають гелеві акумулятори, які гарно себе показують у роботі та

					СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
						19
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

довговічності. Тому проведемо порівняння гелевих акумуляторів, а також порівняємо з свинцево-кислотним у Таблиця 2.4.

Таблиця 2.4 Порівняльна характеристика акумуляторів

Модель	Outdo 12V 100Ah	Ritar EV12-100 12 В 100 Ач	GEL RITAR DG12-100
Напруга	12V	12V	12V
Ємність	100ah	100ah	100ah
Розміри	325 x 172 x 215	307 x 169 x 210	313 x 170 x 210
Технологія	Гелевий	Свинцево-кислотний	Гелевий
Вага	35 кг	30,4	30 кг

Серед цих моделей кращим варіантом є - Outdo 12V 100Ah, через особливості виробництва та гарною репутацією серед конкурентів у цій галузі



Рисунок 2.7 Гелевий акумулятор Outdo 12V 100Ah

Гелевий акумулятор Outdo 12V 100Ah Outdo від китайського виробника Huawei відрізняються високими пусковими струмами, гарною вібростійкістю, низькою саморозрядкою батареї, має підвищений ресурс кількості пусків

						СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
							20
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

(запусків). Дані акумулятори, також, добре витримують амплітуду температур: -50 +60 градусів.

Дані акумулятори виробляються за технологією VRLA та Gel. Гелеві батареї мають набагато кращі характеристики, ніж батареї із захопленим електролітом, так звані AGM, особливо в циклічних додатках. Акумулятори повністю герметичні і тому можуть працювати в будь-якому положенні. Він призначений для важкої циклічної роботи. Акумулятори цього типу слід заряджати зарядними пристроями гелевих / AGM акумуляторів.

батареї розраховані терміном служби 12 років.

кількість циклів до 1500 при розряді до 50%

Задачі для неї у всій системі наступні:

- Отримання електричної енергії від сонячних панелей;
- Збереження цієї енергії у акумуляторах;
- Перетворення постійного струму у змінний для споживання чи продажу;
- Контроль заряду акумуляторів;
- Відстеження параметрів напруги, струму та потужності підсистеми.

Підсистема сонячних колекторів

Для виконання своєї задачі, а саме – нагрів води для будинку, використовують 2 типи сонячних колекторів:

- Плоскі;
- Вакуумні.

Плоскі сонячні колектори використовують парниковий ефект. Складаються вони з самого корпусу (повинен бути герметичний), скла, та абсорберу, який поглинає сонячне випромінювання та перетворює його на теплову (Рисунок 2.8). КПД такого колектору залежить від можливості поглинання абсорберу, тому для

					СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
						21
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

покращення його характеристик, використовується скло та теплоізоляція навкруги абсорбера. Завдяки цьому створюється парниковий ефект, який дозволяє зменшити втрати тепла колектору[3].

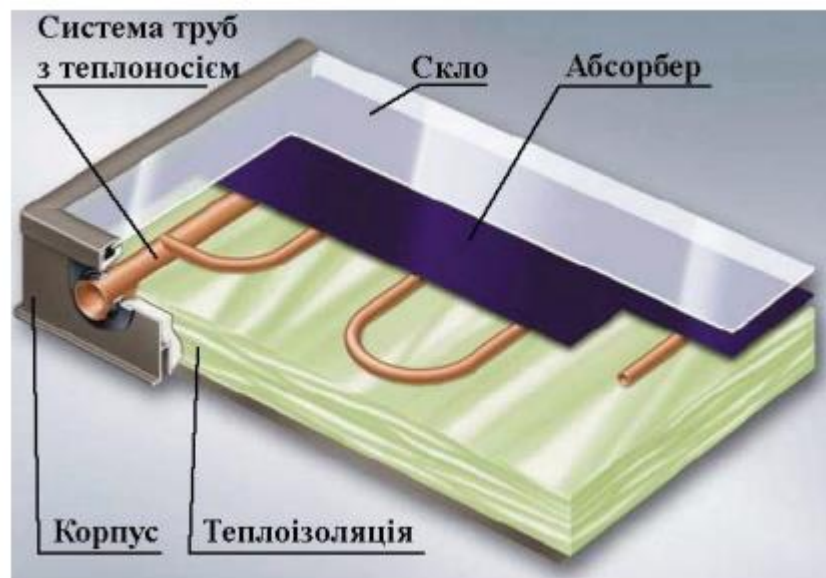


Рисунок 2.8 Плоский колектор

Вакуумні сонячні колектори дають більшу ефективність, аніж плоскі. В даному варіанті замість теплоізоляції використовують вакуумні трубки, які зводять до мінімуму втрати тепла. Ефективна робота колекторів такого типу може проходити, навіть, при температурі нижчу за 15 °С.

Вакуумні колектори в основному виготовляються у 2 варіантах:

1. Колектор з прямою теплопередачею теплоносія та в нього вбудований бак-акумулятор;
2. Колектор з термотрубками.



Рисунок. 2.3. - Різновиди вакуумних колекторів

Варіант з термотрубками забезпечує роботу не тільки в умовах прямого випромінювання, а й в умовах розсіяного випромінювання. Це забезпечується наявністю вакууму в трубках, який мінімізує втрати тепла. Саме ця особливість добре себе показує у зимовий період року[7].

Теплоносієм для сонячного колектору може слугувати наступне: вода, повітря або антифриз. Завдання теплоносія полягає у перенесенні тепла від колектору до баку-акумулятору[4].

Так як, сонячний колектор є необхідною складовою системи, нам необхідно обрати, який ми будемо використовувати серед інших моделей на ринку. Вибір також буде серед вакуумних та плоских колекторів, за ККД та можливі прогрівання достатньої кількості води для забезпечення гарячого водопостачання та системи опалення. Порівняння моделей приведено у Таблиця 2.5

					СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
						23
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.5 Порівняльна характеристика сонячних колекторів

Модель	Atmosfera SPK F4M	Paradigma Star 19/49	AXIOMA energy AX-20HP24
Тип	Плоский	вакуумний	Вакуумний
Загальна площа, м ²	2	4.94	3,377
Площа колекторів, м ²	1.87	2,4	1,86
Максимальний тиск, бар	8	10	10
Робочий тиск, бар	4	7	6
ККД системи, %	84.9	64.4	76,9
Об'єм теплоносія	-	-	1,4
Теплоносій	Вода	Вода	Пропіленгліколь
Кількість трубок, шт		21	20
Розміри, мм	1006x1988x85	2432x2033x122	2232x2333x122

Серед приведених моделей обираємо AXIOMA energy AX-20HP24. Його продуктивність становить 200л. гарячої води температурою 60 градусів щодня. Ці вакуумні сонячні колектори забезпечують продуктивність роботи цілий рік у зв'язку з тим, що теплоносієм у подібних системах виступає спеціальна незамерзаюча рідина - пропіленгліколь. Також AXIOMA energy AX-20HP24 має ККД – 76,9%.

До складу вакуумного сонячного колектора AXIOMA energy AX-20HP24 входять:

- Вакумні трубки з тришаровим високоселективним покриттям ALN-AIN-SS/Cu та мідною трубкою heat-pipe з діаметром конденсатора – 24мм.
- Теплообмінник (маніфолд)
- Рама з алюмінієвого сплаву для кріплення колектора паралельно даху

					СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
						24
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.9 Вакуумний сонячний колектор AXIOMA energy AX-20HP24

Задача сонячних колекторів, полягає у забезпеченні будинку теплом та гарячою водою. Задачі для неї у всій системі наступні:

- Перетворення сонячної енергії у теплову;
- Збереження тепла у баку-акумуляторі;
- Контроль температури теплоносія в системі колектор – бак-акумулятор;
- Контроль запірною апаратурою для усунення аварійних ситуацій.

Підсистема водопостачання

При використанні свердловини різної глибини використовуються насоси. Насоси для цієї потреби діляться на 2 види: поверхневий та глибинний.

Поверхневі насоси

Вони застосовуються при глибині свердловини до 8 метрів. Крім свердловини його можна використовувати для інших джерел води: колодязі, бочки,

					СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
						25
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

водойм. Основною перевагою є легкість в монтажі, так як основний виконуючий пристрій знаходиться на поверхні, а у джерело води опускається лише шланг. Такі насоси діляться за типом механізму: вихрові, відцентрові та багатоступінчаті. Популярністю користуються насоси відцентрового типу, так як забезпечують роботу навіть при невеликому вкрапленню піску у воді. В свою чергу для вихрових насосів критично наявність в воді вкраплень піску, але вони забезпечують роботу при наявності повітря чи газу у воді. Багатоступінчаті використовують відцентровий тип насосів, але забезпечують високий напір води, вкраплення піску або частинок може досягати 0,2-0,4 мм.

Глибинні насоси

Вони використовуються при глибині свердловини більше 8 метрів. Виконуючий пристрій повністю занурюється у воду, а шланг відводить воду з свердловини до споживача або резервуару. Перевагою таких насосів є компактність та потужність, це забезпечує забір води з свердловин від 8 см та глибиною – 100 метрів. Такі насоси діляться на 4 основні типи: відцентрові, шнекові, вихрові та вібраційні.

Відцентрові та вихрові глибинні насоси мають такі ж самі переваги, як поверхневі. Особливістю шнекових насосів є забезпечення роботи при наявності глини та мулу у воді, але не піску так як це призведе до швидкого зносу шнеку.

Вібраційні насоси у роботі використовують поршень, що забезпечує легкий монтаж та ремонт, а також зручне використання. Головним недоліком є наявність вібрацій, що призводить до утворення мулу у свердловині та високий ризик її обвалу. Вони краще підходять для перекачування забрудненої води, або осушенні водойм[6].

Після огляду існуючих видів та типів насосів для свердловини, нам потрібно обрати його. Серед критеріїв буде глибинний насос відцентрового типу, варіанти насосів представлені у Таблиця 2.6.

					<i>СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ</i>	Арк
						26
<i>Зм..</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Таблиця 2.6 Порівняльна характеристика глибинних насосів

Модель	Aquatica 1,1 кВт - H143м Q	Комплект GIDROTECH 4SKm100	Водолій БЦПЕ 0,5-80У
Тип насосу	відцентровий	відцентровий	відцентровий
Напір, м	60	60	80
Подача, м ³ /год	2,7	2,7	3,6
Напруга живлення	230	230	230
Потужність	1100	750	1630
Вага, кг	13	15,5	19
Розмір баку	окремо	80	120

Серед моделей, що ми порівняли ми обрали Водолій БЦПЕ 0,5-80У, хоча була модель з комплектом, для наших потреб потрібен сам глибинний насос та гідроакумулятор на 120 літрів для забезпечення власної автоматики. Глибинний насос Водолій БЦПЕ 0,5-80У застосовується у галузі водопостачання та дозволяє піднімати воду, як з колодязів, так і свердловин. Для забезпечення тривалого терміну роботи, рекомендується забезпечити робочу температуру у 35 °С при діаметрі свердловини 120 від мм та відсутність вмісту піску та домішок. Обраний нами насос використовує однофазний електродвигун та багатоступінчасту гідравлічну частину та приєднувальним патрубком з внутрішньою різьбою G1".

					СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
						27
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.10 Водолій БЦПЕ 0,5-80У

Підсистема водопостачання забезпечує постійне водопостачання резервної питної води для будинку. Задачі для неї у всій системі наступні:

- Збір води, використовуючи, як джерело ґрунтові води;
- Температури води у баку з резервною водою;
- Керування запірною апаратурою, щоб забезпечення потрібним тиском води основний гідроакумулятор та бак-акумулятор системи опалення.

Підсистема теплового насосу

Тепловий насос не є системою, яка працює автономно, він є основною частиною системи «теплонасосна установка», до якої входять, як комунікаційні системи для підведення низьпотенціального теплоносія, та відводу високопотенціального, так і інших приладів, які забезпечують роботу всієї системи[8]. Схема теплонасосної установки подана на Рисунок 2.11.

					СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
						28
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

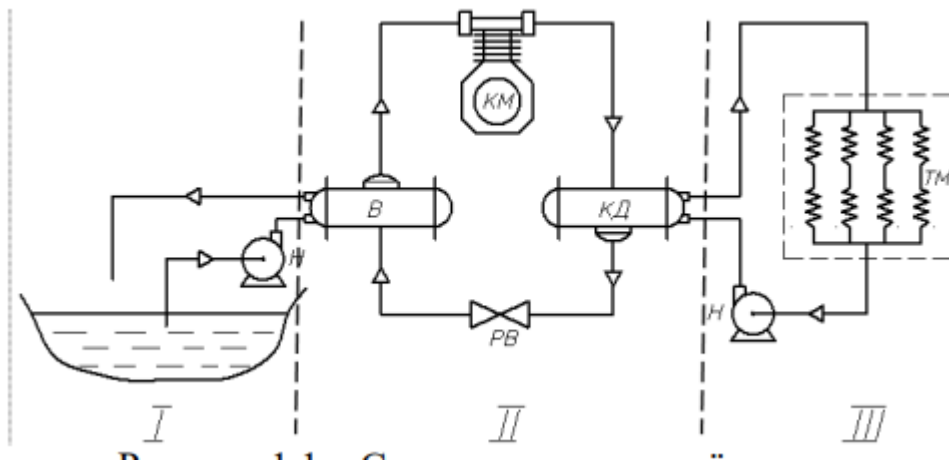


Рисунок 2.11 Схема теплонасосної установки: I – система підведення теплоти на термотрансформацію; II – система; III – система споживача теплового навантаження; Н – насос; В – випарник; КМ – компресор; КД – конденсатор; РВ – регулювальний вентиль; ТМ – теплова мережа.

Як показано установка складається з 3 частин. Перша частина забезпечує поглинання тепла води, холодоагентом у випарнику. Вода після взаємодії охолоджується та скидається у водоймище чи ґрунтові води, а холодоагент перетворюється з рідини на пару. Друга частина підвищує температуру холодоагенту завдяки стисненню у компресорі перетворюючи пару, яка утворилась після взаємодії з водою, на гарячу пару. Гаряча пара надходить до конденсатора. У третій частині проходить охолодження гарячого пару за рахунок передавання тепла до системи опалення приміщення, після чого пара конденсується та переходить у рідкий стан.

Такий принцип дії дозволяє тепловому насосу працювати у реверсному режимі, коли забезпечується не обігрів приміщення, а його охолодження у літній час. Таке перемикання забезпечується пристроєм, що перемикає комунікації задля взаємозаміни функцій випарнику та конденсатору [9].

Перейдемо до вибору теплового насосу, для нашої системи необхідний насос типу ґрунт-вода, бо саме такий тип забезпечує більшу ефективність перетворення та вищу температуру.

Таблиця 2.7 Порівняльна характеристика теплових насосів ґрунт-вода

Модель	Viessmann vitocal 300-g6	Flexo THERM exclusive VWF 57/4,	Viessmann vitocal 300-g8
Теплова потужність, кВт	5,69	5,3	7,64
Холодильна потужність, кВт	4,54	6,6	6,13
Електрична потужність, кВт	1,24	1,3	1,62
Максимальна температура, кВт	65	70	65
Вага, кг	113	145	118
Габарити, мм	844*600*1155	1183*595*600	844*600*1155
Живлення	230	230	230

Для наших потреб у системі опалення гарним вибором буде - Viessmann vitocal 300-g8, цей тепловий насос ґрунт-вода, спеціально сконструйований забезпечення поглинання тепла від ґрунту та перенесення його до води. Він дуже гарно підходить для створення нових, або монтування у існуючі системи опалення, і має найвищий клас збереження енергії А++. Також не менш важливо, що цей насос має потужний компресор, який сприяє підвищенню температури в лінії подачі до 60°С. а подвійна звукоізоляція його корпусу забезпечує роботу з мінімальним Рівнем шуму. є у цих корисних виробів і інші описані нижче плюси.

Також необхідним у системі опалення та для роботи теплового насосу є циркуляційний насос, він забезпечує постійну циркуляцію теплоносія, як у контурах теплового насосу, так і у системі опалення для розподіленню тепла. Порівняння насосів наведено у Таблиця 2.8.

					СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
						30
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.8 Порівняльна характеристика циркуляційних насосів

модель	Wilo Star-RS 25/4 4 м 180 мм	Grundfos UPS 25- 60-180 6.5 м 180 мм	Optima OP15- 40/130 3.7 м 130 мм
Продуктивність, л/год	3300	4300	3000
Максимальний напір, м	4	6.5	3.7
Максимальний робочий тиск, бар	10	10	10
Найменша температура рідини, °С	-10	2	10
Електрична потужність, Вт	48	60	71
Тип двигуна	асинхронний	асинхронний	асинхронний
Матеріал валу	нержавіюча сталь	нержавіюча сталь	металокераміка
Монтажна довжина, мм	180	180 мм	130 мм
Розмір, мм	100x140x180	134x125x180	126x130x130

Для виконання завдання циркуляції теплоносія в нашій системі ми обрали Wilo Star-RS 25/4 4 м 180 мм, через його максимальний напір низьку температуру теплоносія, електричку економічність. Це циркуляційний насос з мокрим ротором для монтування в гідравлічній системі, який забезпечує ручне встановлення частоти. Корпус Wilo Star-RS 25 виготовляється з сірого чавуну, також для зміцнення механізму застосовано зміцнення робочого колеса скловолоком з синтетичного матеріалу, а вал вироблений з з нержавіючої сталі з вугільними

підшипниками ковзання. Дозволяється використовувати у системах де теплоносій досягає $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Рисунок 2.12 Циркуляційний насос Wilo Star-RS 25/4 4 м 180 мм

Підсистема теплового насосу забезпечує опалення будинку зимою та охолодження – літом. Задачі для неї у всій системі наступні:

- Забезпечення роботи теплового насосу у режимах опалення та охолодження будинку;
- Збереження тепла/холоду у баку-акумуляторі;
- Відстеження тепла контуру теплового насосу, баку-акумулятору та системи опалення.

2.3.Давачі та виконуючі пристрої

В нашій системі автоматизації ми використовуємо давачі та виконавчі механізми, які відносяться до засобів автоматизації.

Давач – це вимірювальний пристрій, який в своїй конструкції має один чи декілька вимірювальні перетворювачі величини, яка вимірюється, а також

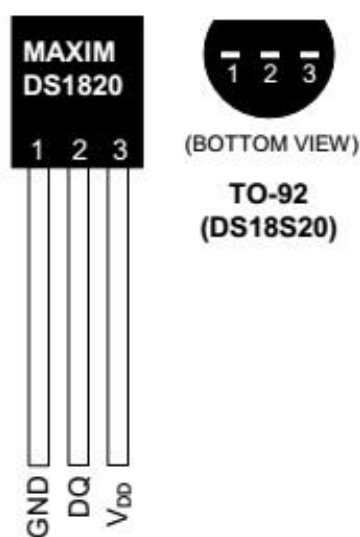
					СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
						32
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

Давач температури

Цифровий термометр DS18S20 забезпечує 9-розрядні показання температури, які вказують температуру пристрою. Інформація надсилається до/з DS18S20 через інтерфейс 1-Wire, тому лише один дріт (і заземлення) потрібно підключити від центрального мікропроцесора до DS18S20. Живлення для читання, запису та виконання перетворень температури може бути отримано від самої лінії даних без необхідності зовнішнього джерела живлення. Оскільки кожен DS18S20 містить унікальний серійний номер кремнію, кілька DS18S20 можуть існувати на одній шині 1-Wire. Це дозволяє розміщувати датчики температури в різних місцях. Програми, у яких ця функція корисна, включають контроль навколишнього середовища HVAC, вимірювання температури всередині будівель, обладнання чи машин, а також моніторинг і керування процесами[10].



					СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
						33
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Реле

Це плата 1-канального релейного інтерфейсу НИЗЬКОГО рівня 5 В, потребує струму драйвера 15-20 мА. Це може використовуватися для управління різними приладами та обладнанням з великим струмом. Він обладнаний з реле сильного струму, які працюють під AC250V 10A або DC30V 10A. Має стандарт інтерфейс, яким можна керувати безпосередньо мікроконтролером. Цей модуль оптично ізольований з боку високої напруги для вимог безпеки, а також для запобігання контуру заземлення під час з'єднання мікроконтролер[11].



Давач струму

Сімейство мікросхем датчиків струму Allegro™ ACS758 забезпечує економічні та точні рішення для вимірювання змінного або постійного струму.

Пристрій складається з прецизійної лінійної схеми Холла з низьким зміщенням із мідним контуром провідності, розташованим поблизу кубик. Прикладений струм, що протікає через цей мідний шлях провідності, створює магнітне поле, яке ІС Холла перетворює на пропорційну напругу. Точність пристрою оптимізована завдяки тісній близькості магнітного сигналу до датчика Холла. Внутрішній опір цього провідного шляху становить 100 мкОм, що

					СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
						34
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечує низькі втрати потужності. Товщина мідного провідника дозволяє вижити пристрою в умовах високої перевантаження по струму[12].



Давач напруги

Давач напруги змінного струму ZMPT101B є найкращим для цілей проекту, де нам необхідно виміряти точну напругу змінного струму за допомогою трансформатора напруги. Переваги ZMPT101B:

- Висока гальванічна розв'язка;
- Широкий діапазон вимірювання;
- Висока точність.

ZMPT101B - це високоточний трансформатор напруги. Цей модуль полегшує моніторинг напруги в мережі змінного струму до 1000 вольт. Він витримує до 4кВ на одну пробивну напругу, співвідношення витків 1:1[13].

					СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
						35
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

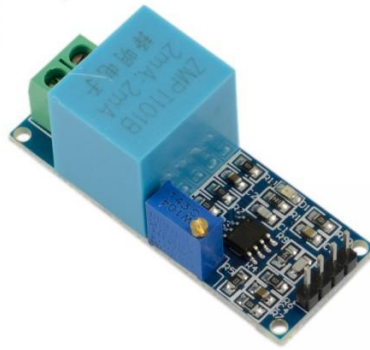


Рисунок 2.13 Давач напруги змінного струму ZMPT101B

Давач тиску

П'єзорезистивний давач тиску GENE BRE 8081E 250 1/4 G/M 4-20mA заснований на тому, що тиск, що діє на тонку мембрану, викликає появу механічної напруги, яка, в свою чергу, викликає зміну значення п'єзорезисторів, імплантованих у мембрану. Сигнал тиску аналізується вбудованою електронікою та перетворюється на стандартний електричний сигнал 4-20 мА.



Рисунок 2.14 П'єзорезистивні давач тиску GENE BRE 8081E 250 1/4 G/M 4-20mA

Компактний дизайн і міцна конструкція роблять його ідеальним для будь-яких застосувань у будівництві харчових або фармацевтичних машин і загалом у всіх системах управління процесами, де проблема місця для розміщення

					СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
						36
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

передавача є незручною. Усі деталі, що контактують із середовищем, виготовлені з нержавіючої сталі[14].

Таблиця 2.9 Технічні характеристики

Діапазон вимірювання, бар	0 - 500
Матеріал	Нержавіюча сталь
Робоча температура, °C	-40 / +100
Точність, % F.S.	0,5
Вихід, mA	4-20
Напруга живлення, Vdc	12....30
Технологічне підключення	1/4”G
Час реакції, мс	10
Електр. Роз'єм	DIN 43650C
Клас захисту	IP65

Керована запірна арматура

3-ходовий кульовий клапан н/в з електроприводом Tervix Pro Line ORC 3-way – монтується в системи опалення, вентиляції та кондиціонування, системи автоматичного керування водопостачанням, системи нагрівання води та інше, як перемикаючих елементів. Ці клапани з приводом управляються сигналом SPST і можуть працювати від будь-якого термостата чи перемикача.



Рисунок 2.15 3-ходовий кульовий клапан з електроприводом Tervix Pro Line ORC 3-way

					СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Принцип дії клапану полягає у тому, що сам клапан з приводом має вихідне положення "прохідний" - коли фаза (L) подається тільки на коричневий провід. При подачі напруги на чорний провід, що управляє, привід повертає шток клапана на 90° і перемикає потік рідини в іншу гілку. При знятті напруги з керуючого чорного дроту клапан повертається у вихідне положення. Поточне становище клапана визначається положенням ручки на приводі. Якщо ручка розташована перпендикулярно клапану – прохідний. Якщо ручка вирівняна вздовж клапана – 90°. Тобто стрілка вказує, яка протока зараз закрыта[15].

Arduino nano

Arduino Nano V3.0 - це 8-бітна плата виробництва Gravitech, невелика плата з 32-бітним мікроконтролером AVR ATmega328 8-біт розроблений Atmel. Це звичайний компонент у робототехніці Arduino, і його часто хвалять за високу продуктивність при низькому енергоспоживанні. Розроблений для дуже високих швидкостей обробки, ATmega328P містить багато спеціальних функцій для оптимізації енергоспоживання та ефективності обробки.

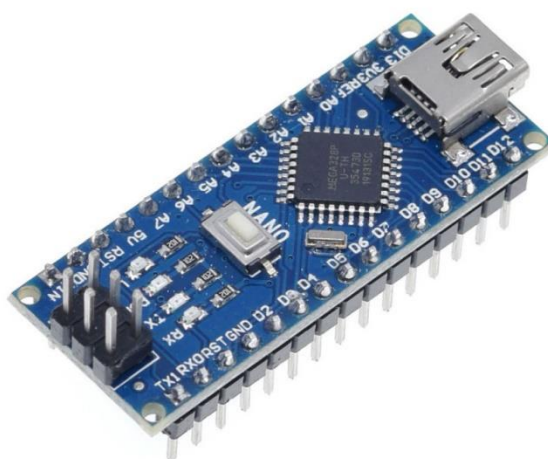


Рисунок 2.16 Arduino Nano на базі мікроконтролера AVR ATmega328 8-біт

					СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
						38
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мікросхема оптимізована для максимальної ефективності та мінімального енергоспоживання. У регістрах чіпа можлива 131 унікальна інструкція, і комбінації цих інструкцій забезпечують високу варіативність і швидке виконання. ATmega328P з'єднує всі свої регістри загального призначення з арифметико-логічним пристроєм (ALU), що дозволяє виконувати інструкції в двох різних регістрах одночасно. Використовуючи комп'ютерну архітектуру зі скороченим набором інструкцій (RISC)[16].

Arduino Nano може живитись від Mini-B USB роз'єму або зовнішнього джерела живлення 6-12В (пін "Vin") або 5В стабільного зовнішнього живлення (пін "5V"). Живлення автоматично перемикається на джерело з більш високою напругою.

Таблиця 2.10 Технічні характеристики Arduino Nano

Мікроконтролер	ATmega328P
Тип корпусу	TQFP-32
Робоча напруга	5В
Вхідна напруга	7-12В
Цифрових входів / виходів	14 (з яких 6 можуть бути використані як ШІМ)
Аналогових входів	8
Сила струму на входах / виходах, мА	40
Сила струму для 3.3В виходу, мА	50
Пам'ять, кБ	32
SRAM, кБ	2
EEPROM, кБ	1
Частота, МГц	16

Функціональна схема автоматизації розроблена на основі вибраних пристроїв, давачів та наведена у Додатку Г.

					СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
						39
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3. СИСТЕМА КЕРУВАННЯ АВТОНОМНИМ БУДИНКОМ

Розробка системи керування основний етап проектування системи. Після того як ми обрали датчики та виконуючі пристрої, нам необхідно їх об'єднати в систему та описати алгоритм роботи для кожного контуру керування, також розробити гідравлічну та принципову електричну схему всієї системи.

3.1. Контури керування

Контур керування сонячним колектором

Підсистема виконує основну функцію у забезпеченні будинку ГВП та опаленням, тому працюючи, як окремий контур тісно взаємодіє з підсистемою опалення будинку. Її можна умовно розділити на 2 блоки: блок нагріву води та блок розподілення. Блок нагріву води складається з сонячного колектору, баку з теплоносієм та циркуляційного насосу. Блок розподілення складається з баку з теплоносієм сонячного колектору, циркуляційного насосу, двох приводних трьох-ходових шарових кранів, бойлеру та теплового акумулятору.

Блок нагріву води виконує процес нагрівання теплоносія. Для забезпечення ефективного нагрівання та протидії кипінню/замерзанню теплоносія постійне спостереження за показниками температури у контурі. Тому необхідно забезпечити необхідну кількість датчиків, а саме: вхід/вихід сонячного колектору, бак з теплоносієм, вхід/вихід баку з теплоносієм та бойлер непрямого нагріву.

Блок розподілення виконує завдання перемикання потоку нагрітого пропиленгліколю до бойлеру непрямого нагріву, який призначений для ГВП та баку-акумулятору, який призначений для опалення будинку. Перемикання потоку забезпечують два приводні трьох-ходові шарові крани, вони керуються мікроконтролером Arduino nano.

					СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
						40
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обмін теплом у наших блоках забезпечується циркуляційними насосами, які ми обрали. Завдяки якісному спостереженню за показниками температури ми можемо ефективно керувати нашими насосами. Виходячи з опису ми розробили такий контур гідравлічної схеми підсистеми сонячних колекторів, який показаний на Рисунок. 3.1.

Запобігання аварійної ситуації забезпечується побудові системи по технології Drainback принцип роботи, якої полягає у окремій ємності з теплоносієм, що дозволяє знаходитись теплоносію в сонячному колекторі тільки в той момент часу коли це потрібно. Коли блоку нагріву води надходить команда на нагрів води, він включає циркуляційний насос, що прокачує теплоносій до сонячного колектору, тим самим починає перетворення сонячної енергії у теплову, до того моменту, як температура теплоносія не досягне потрібного значення, потім циркуляційний насос виключається та він стікає у ємність для зберігання. Це запобігає найчастіші проблеми такі як кипіння та замерзання теплоносія.

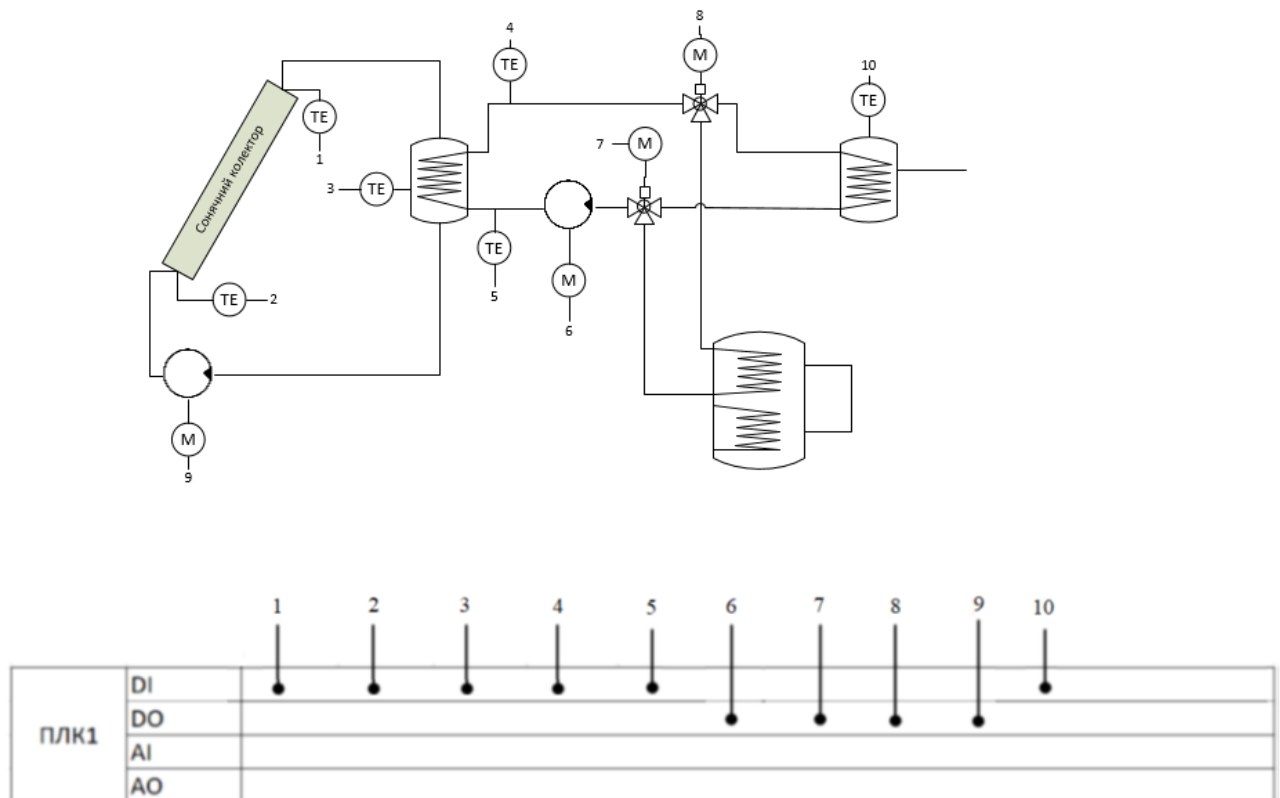


Рисунок. 3.1 Контур нагрівання, розподілення та зберігання теплоносія

Блок керування повинен

- обмінюватись зі SCADA системою даними з давачів, станом виконавчих механізмів та отримувати команди на керування циркуляційними насосами;
- опитувати давачі вхідної, вихідної температури води з колекторів;
- опитувати стан реле, які керують запірною арматурою системи;
- опитувати стан реле, яке керує циркуляційним насосом;
- керувати запірною арматурою системи;
- керувати циркуляційним насосом;

Лістинг програми для контуру сонячного колектору представлений у Додатку А

Контур керування сонячними панелями

Наша система складається з 3 виконавчих пристроїв, мікроконтролеру та давачів. Для оптимальної роботи автономного інвертору нам потрібно підібрати необхідну кількість сонячних панелей та акумуляторів.

Для підбору сонячних панелей, нам треба урахувати можливості інвертора. У другому розділі ми провели огляд характеристик інвертора, сонячної панелі та акумулятору. Необхідні параметри, що нас цікавлять для інвертору такі: максимальна потужність від сонячного масиву, напруга акумулятору, максимальний зарядний струм від сонячних панелей. Його характеристики зазначені у Таблиця 2.3.

Розрахуємо необхідну кількість сонячних панелей та їх з'єднання виходячи з можливостей інвертора. Максимальна потужність 4000 Вт, потужність сонячних панелей – 200 Вт, напруга сонячної панелі – 18 В, струм панелі – 11А, максимальний струм заряду акумулятору 80 А.

Максимальна кількість панелей N_{\max} в масиві для інвертору:

					СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
						42
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{max} = \frac{P_{\text{Інвертору}}}{P_{\text{панелі}}} = \frac{4000}{200} = 20 \text{ шт}$$

Максимальна кількість сонячних панелей при паралельній збірці $N_{\text{парал}}$ та обмеженому струмі заряджанні I_{max} :

$$N_{\text{парал}} = \frac{I_{\text{max}}}{I_{\text{панелі}}} = \frac{80}{11} = 7,27 \approx 7 \text{ шт}$$

Максимальна кількість рядів сонячних панелей у послідовній збірці $N_{\text{послід}}$ та при обмеженій максимальній кількості панелей:

$$N_{\text{послід}} = \frac{N_{max}}{N_{\text{парал}}} = \frac{20}{7} = 2,85 \approx 2 \text{ рядів}$$

$$N = N_{\text{парал}} * N_{\text{послід}} = 7 * 2 = 14 \text{ шт}$$

Після розрахунків ми маємо, що необхідна кількість сонячних панелей у масиві складає 14 штук, при максимальній можливій – 20 шт. При такій кількості ми втрачаємо чималу потенційну потужність для запобігання цьому ми можемо зменшити кількість сонячних панелей у послідовному з'єднанні, таким чином ми трохи зменшимо струм заряджання, але суттєво збільшимо потужність за рахунок напруги.

$$N_{\text{парал}} = \frac{N_{max}}{N_{\text{парал}}} = \frac{20}{6} = 3,33 \approx 3 \text{ рядів}$$

$$N = N_{\text{парал}} * N_{\text{послід}} = 6 * 3 = 18 \text{ шт}$$

Таким чином розрахували, оптимальну кількість панелей, враховуючи можливості нашого інвертору, та отримали потужність сонячного масиву – 3600 Вт.

Тепер розрахуємо необхідну кількість акумуляторів та їх з'єднання, виходячи з наступних характеристик інвертору: максимальний зарядний струм від нашого масиву сонячних панелей та напруга акумулятору. Напруга акумулятору для інвертора – 48В. Так як ми використовуємо акумулятор на 12В нам необхідно з'єднати акумулятори паралельно для підвищення напруги.

Розрахуємо кількість акумуляторів у паралельній збірці $N_{\text{парал}}$:

					<i>СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ</i>	Арк
						43
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{\text{парал}} = \frac{V_{\text{max}}}{V_{\text{акб}}} = \frac{48}{12} = 4 \text{ шт}$$

Наступним кроком нам потрібно розрахувати кількість акумуляторів у послідовній збірці. Для цього нам потрібно знати струм заряду інвертору від сонячних панелей та максимальний струм заряду акумуляторів, в нашому варіанті гелевого.

Розрахуємо максимальний струм заряду інвертору від сонячних панелей, $I_{\text{інвертору}}$:

$$I_{\text{інвертору}} = I_{\text{панелі}} * N_{\text{парал}} = 11 * 6 = 66 \text{ А}$$

Стандартним струмом для заряду гелевих акумуляторів вважається 10% відсотків від його ємності, тобто в нашому випадку при 100 Аг ємності, ми можемо заряджати його струмом – 10 А. З цього розрахуємо кількість акумуляторів для послідовного з'єднання:

$$N_{\text{послід}} = \frac{I_{\text{інвертору}}}{I_{\text{заряду}}} = \frac{66}{10} = 6,6 \approx 7 \text{ шт}$$

Виходячи з розрахунків, щоб зібрати збірку акумуляторів, що підходить під мінімальні вимоги роботи інвертору нам необхідно:

$$N = N_{\text{парал}} * N_{\text{послід}} = 7 * 4 = 28 \text{ шт}$$

Ця кількість акумуляторів дасть на таку потужність:

$$P_{\text{акум}} = N * V_{\text{акум}} * Q_{\text{акум}} = 28 * 12 * 100 = 33\,600 = 33,6 \text{ кВт/год}$$

Виходячи з обраного нами обладнання, нам необхідно, враховуючи характеристики інвертора: 18 сонячних панелей (3S6P), 1 автономний інвертор та 28 акумуляторів. Тепер нам потрібно інтегрувати це у загальну систему. Для цього ми будемо використовувати датчі напруги, струму та мікроконтролер Arduino. Роботу системи ми будемо відслідковувати під'єднавши датчі струму та напруги до: виходу з сонячних панелей, входу до блоку акумуляторів та виходу з інвертору.

					СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
						44
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

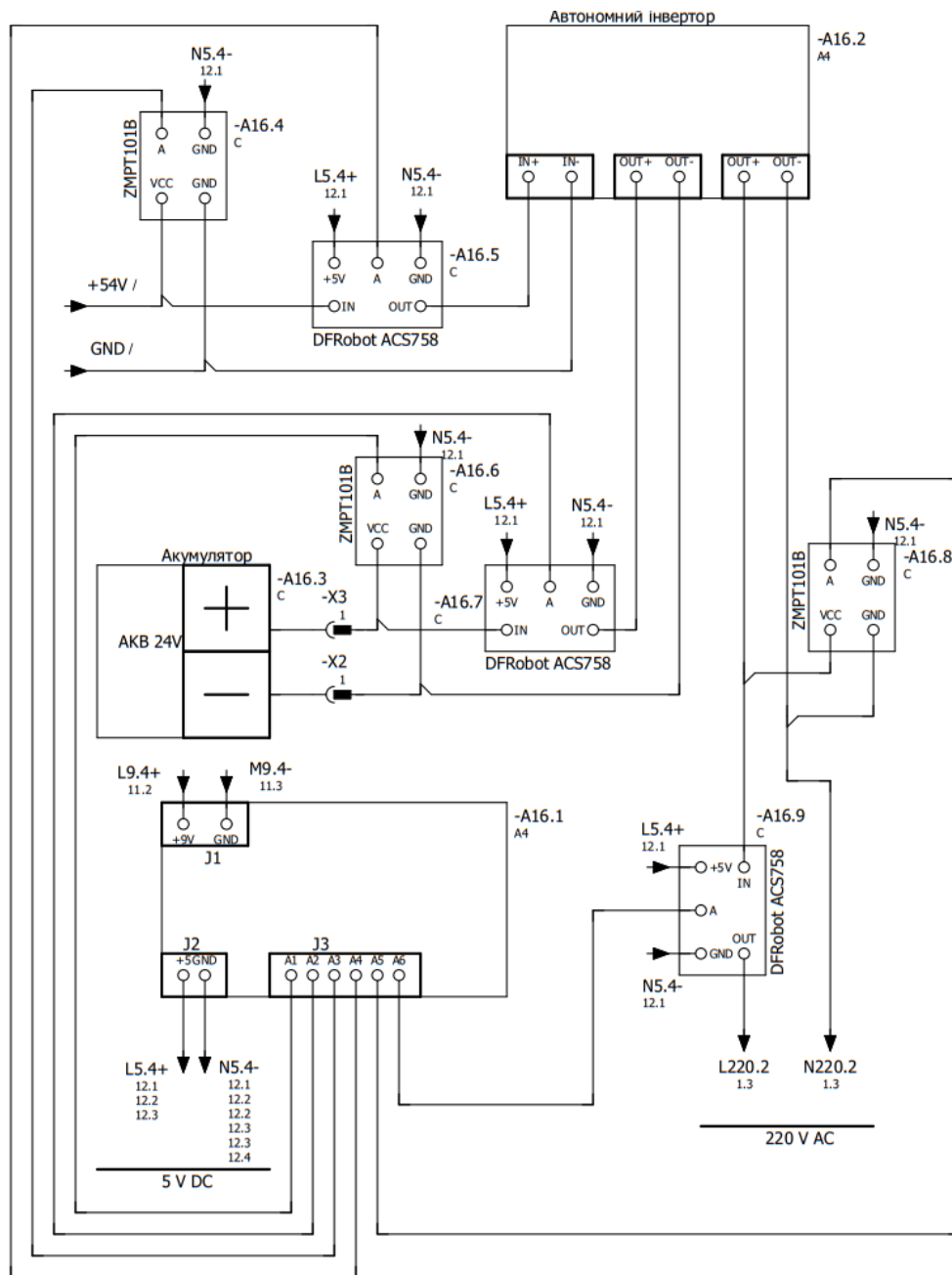


Рисунок. 3.2 Контур генерації, накопичення та перетворення електроенергії

Блок керування сонячними панелями повинен виконувати наступні задачі:

- обмінюватись зі SCADA системою даними з датчиків;
- визначати напругу та струм сонячної панелі;
- визначати напругу блоку акумуляторів;
- визначати ємність блоку акумуляторів;
- розраховувати струм заряду;

- розраховувати потужність віддачі з інвертора.

Лістинг програми для контуру сонячних панелей представлений у Додатку В.

Контур керування системи опалення

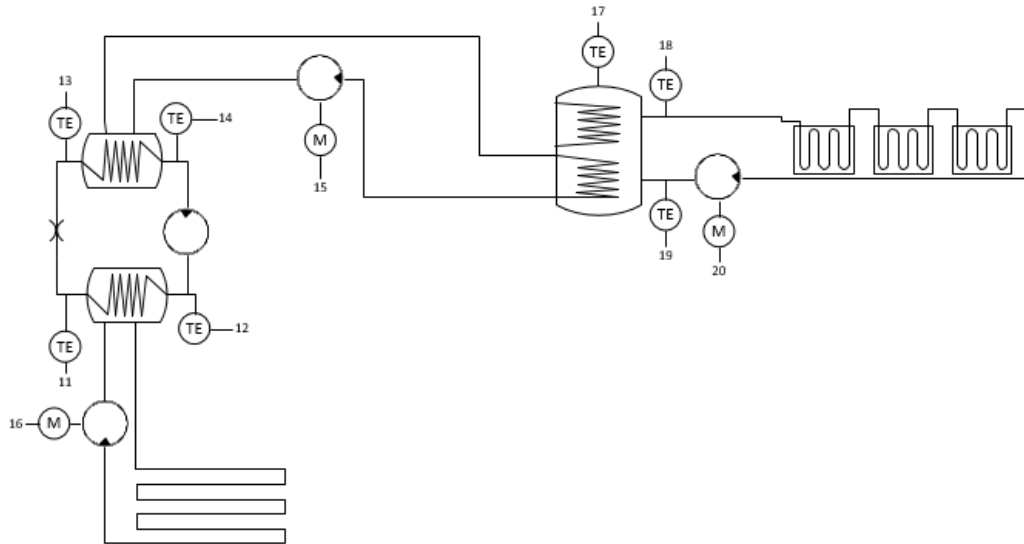
Система опалення складається з 4 складових: сонячних колекторів, теплового насосу, баку-акумулятору та безпосередньо системою опалення. Так як в нашій системі роботу регулює підсистема сонячних колекторів та виконує основну функцію опалення та забезпечення ГВП у літній та зимовий, то теплому насосу у зимовий час віддається функція резервного джерела тепла, а влітку основну в якості системи охолодження, потрібно, щоб підсистема якісно виконувала спостереження за показниками температур та чіткий контроль за виконуючими пристроями – циркуляційними насосами.

Нами був обраний геотермальний тепловий насос - Viessmann vitocal 300-g8, який в нашій системі використовує підключення «грунт-вода». Виходячи з технічних вибог до експлуатації теплового насосу необхідно забезпечити мінімальне циклювання теплоносія у первинному контурі – 0,8 м³/год, вторинному контурі - 0,5 м³/год для ефективного відбору тепла з ґрунту та для віддачі тепла у бак-акумулятор. Обраний нами циркуляційний насос для першого та другого контуру, а також системи розподілу тепла - Wilo Star-RS 25/4 4 м 180 мм, повністю забезпечує потреби системи.

Наступним кроком буде забезпечити всі контури гідросистеми давачами температури для спостереження та належним керуванням насосами. Давачів потребує первинний та вторинний контур теплового насосу, бак-акумулятор та система розподілу тепла. Для кожного контуру, крім самого баку-акумулятору необхідно відстежувати вхід/вихід, тому загальна кількість давачів буде – 7.

Виходячи з опису маємо такий контур гідравлічної схеми системи опалення(Рисунок. 3.3).

					СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
						46
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ПЛК2	DI	•	•	•	•			•	•		
	DO					•	•				•
	AI										
	AO										

Рисунок. 3.3 контур гідравлічної схеми системи опалення

Блок керування системою опалення повинен;

- обмінюватись зі SCADA системою даними з давачів, станом виконавчих механізмів та отримувати команди на керування циркуляційними насосами;
- опитувати давачі температури входу та виходу з теплового насосу;
- опитувати давачі температури виходу з баку-акумулятору;
- керувати станом циркуляційних насосів для прокачки води;

Лістинг програми для контуру керування системою опалення представлений у Додатку В

Контур керування системою водопостачання

Система водопостачання постачання складається з 4 складових: глибинному насосу, гідроакумулятору, баку-акумулятору системи опалення та бойлеру. Завдання цієї системи не менш важливе за інші: забезпечення питної води для

споживачів, забезпечення високого рівня води у баку-акумуляторі системи опалення та бойлеру непрямого нагріву.

Воду для потреб необхідно брати з глибоководної свердловини, через її високу якість, для підняття ми обрали відцентровий насос - Водолій БЦПЕ 0,5-80У. Акумуляування води та захист від гідроудару забезпечує гідроакумулятор. Від нього вода поступає до споживача, баку-акумуляторі системи опалення та бойлеру для ГВП. Для забезпечення функціонування підсистеми треба дотримуватись контролю насосу, певного тиску у гідроакумуляторі та баку-акумуляторі та температури води у гідроакумуляторі. Для цього на потрібні давач тиску, реле та давач температури.

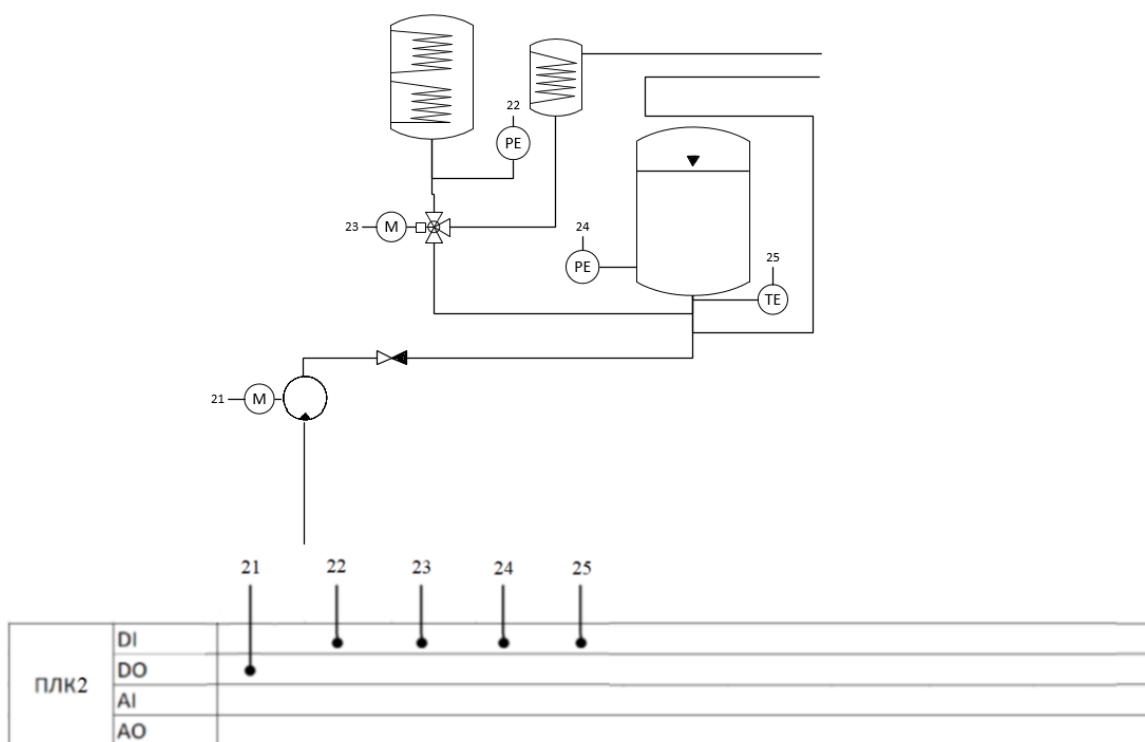


Рисунок. 3.4 Контур підйому, накопичення та розподілення води

Блок керування системою водопостачання повинен:

- Обмінюватись зі SCADA системою даними з давачів, станом виконавчих механізмів та отримувати команди на керування глибинним насосом;
- Опитувати давачі тиску гідроакумулятору та баку-акумулятору водою;

- опитувати давачі температури гідроакумулятору;
- включати/відключати електродвигун насосу;
- керувати запірною арматурою системи;

Лістинг програм для контуру керування представлений у Додатку Г

Scada-система для керування та візуалізації параметрів системи.

Для візуалізації, керування, архівування про наш об'єкт ми вибрали Scada-систему - Ignition Scada system. Це потужна система, яка забезпечує гнучке налаштування завдяки великій кількості функцій та інструментів[17]. Серед особливостей та переваг можна виділити наступне:

1. Потужні графічні можливості;
2. Можливість інтегруватись з різними пристроями, завдяки великій кількості інтерфейсів та протоколів;
3. Широка аналітика системи, серед яких: аналіз ефективності, прогнозування критичних та аварійних ситуацій та інше;
4. Гнучкість налаштування: легка розробка візуалізації, налаштування, адаптації системи під зазначені критерії;
5. Можливість встановлення Scada-системи, як на локальному комп'ютері так і на сервері в інтернеті для доступу з будь-якого місця у будь-який час.

Цей програмний продукт дуже гарно себе зарекомендував у різних галузях виробництва. В системі керування автономним будинком Scada-система повинна виконувати наступні завдання: збір, обробку, візуалізацію, архівування та керування роботою всіх контурів керування.

Сонячний колектор

На сторінці «Сонячний колектор» відображаються:

- Температури входів/виходів контурів сонячного колектору та бойлеру;

					СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
						49
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Температура баку з теплоносієм;
- Температура бойлеру з водою;
- Стан насосів для сонячного колектору, системи розподілу тепла між бойлером та баком-акумулятором;
- Режим роботи – бойлер/бак-акумулятор.

Scada-система виконує збір та обробку даних з датчиків та стану виконавчих механізмів, на основі яких проводить керування системою будинку. Керування полягає у наданні нагрітого теплоносія для ГВП та системи опалення за потреби та запобіганню аварійних ситуацій. В залежності від пори року, тобто режиму зама/літо, яким керує контур системи опалення обирається пріоритет між розподіленням теплоносія. Завдяки алгоритмам Scada-система у режимі зима можливий перехід на забезпечення ГВП, а потреби системи розподілу тепла по будинку забезпечує тепловий насос контуру системи опалення. При досягненні критичних температур сонячного колектору або необхідні температури споживачів досягненні сонячний колектор завершує свою роботу та зливає свій теплоносій у бак для протидії кипінню чи замерзанню.

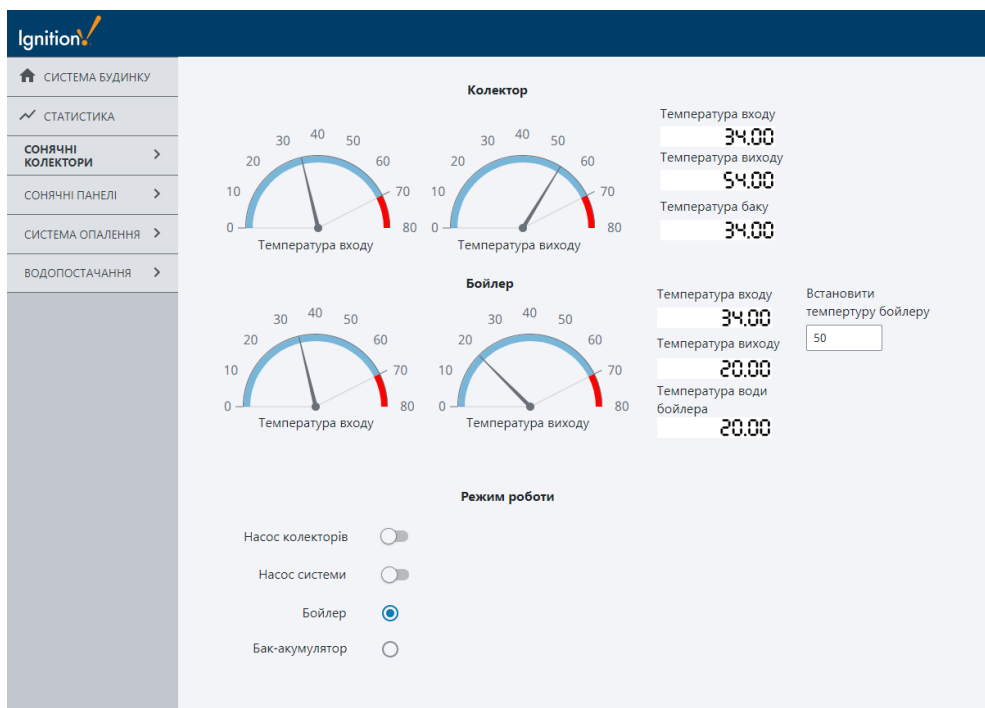


Рисунок. 3.5 Сторінка системи сонячних колекторів

						СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
							50
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Сонячні панелі

На сторінці «Сонячні панелі» відображаються:

- напруга, струм, потужність генерації сонячних панелей та кількість виробленої енергії за добу;
- напруга, струм заряду та ємність акумуляторів;
- напруга, струм, потужність споживання від інвертору та кількість спожитої енергії за добу.

Scada-система виконує збір та обробку даних з давачів на основі яких буде статистику отриманої та спожитої електроенергії. Аналізуючи отримання та споживання проводить розрахунки та приводить час заряджання та максимальний час роботи включених електроспоживачів.

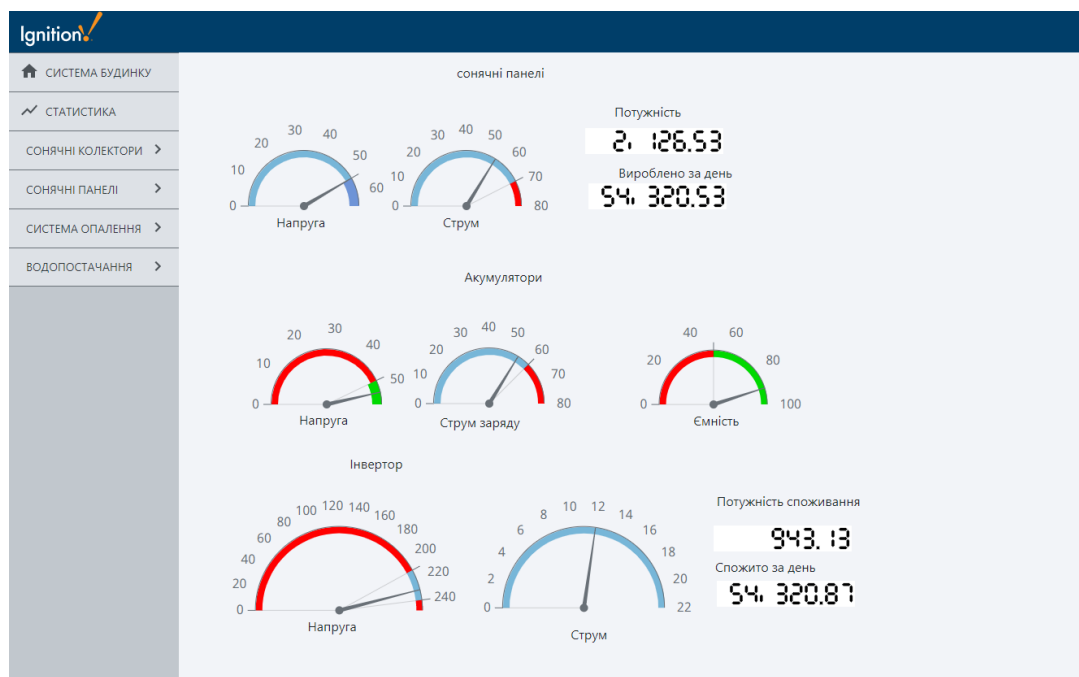


Рисунок. 3.6 Сторінка системи сонячних панелей

Система опалення

На сторінці «Система опалення» відображаються:

					СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
						51
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Температури входів/виходів первинного та вторинного контуру теплового насосу;
- Температура баку-акумулятору;
- Температури входів/виходів системи розподілення тепла;
- Стан насосів для теплового насосу, системи розподілу тепла;
- Режим роботи - зима/літо.

Scada-система виконує збір та обробку даних з датчиків та стану виконавчих механізмів, як контуру системи опалення, так і контуру сонячного колектору, на основі яких проводить керування системою будинку. Керування полягає у забезпеченні системи розподілу тепла для будинку у необхідній кількості тепла або холоду для забезпечення комфортної температури та запобіганню аварійних ситуацій у контурі. В залежності від пори року, тобто режиму зама/літо, забезпечується нагрів або охолодження будинку, так як тепловий насос забезпечує обидві функції. Влітку основною функцією є охолодження, а зимою – резервне джерело тепла, коли потужності сонячного колектору недостатньо

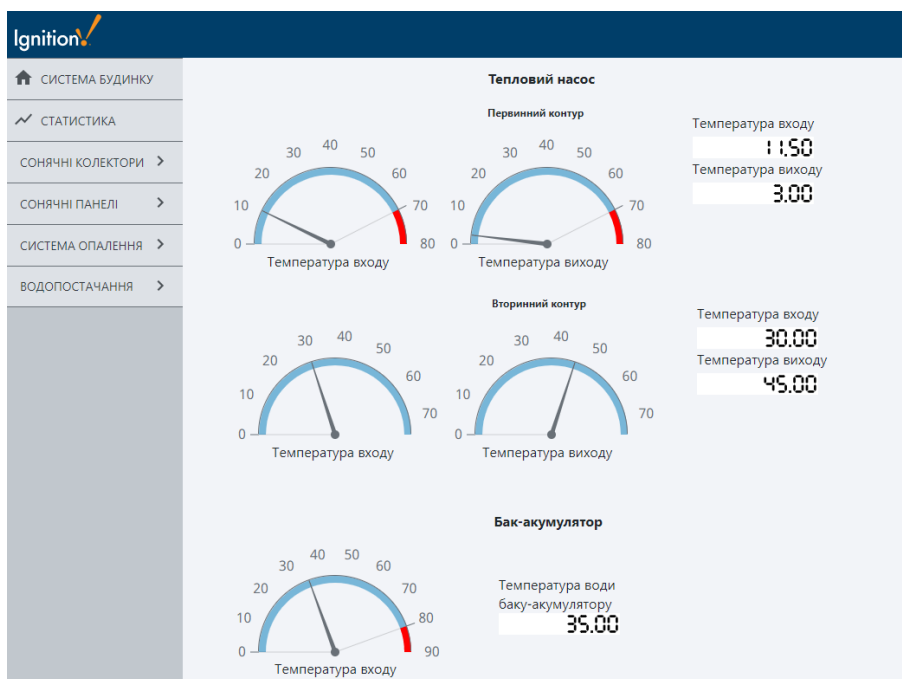


Рисунок. 3.7 Сторінка системи опалення. Частина 1

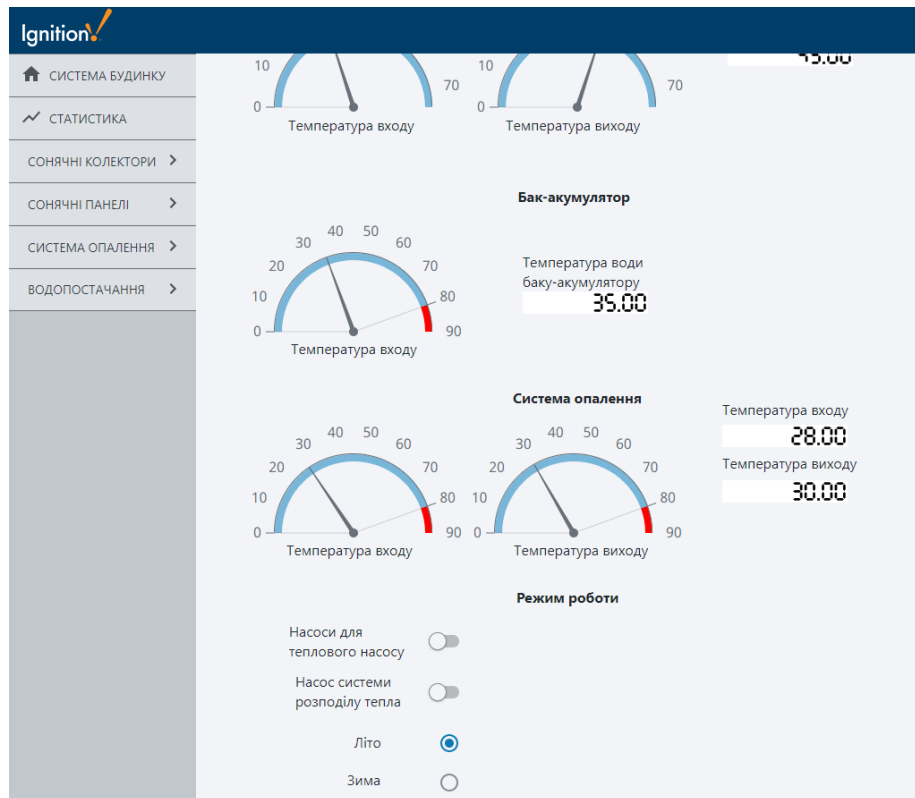


Рисунок. 3.8 Сторінка системи опалення. Частина 2

Система водопостачання

На сторінці «Система водопостачання» відображаються:

- Температура гідроакумулятору;
- Тиск гідроакумулятору;
- Тиск баку-акумулятору;
- Стан глибинного насосу;
- Режим роботи - бойлер/бак-акумулятор.

Scada-система виконує візуалізацію даних контуру системи водопостачання, а саме тиск баку-акумулятору та гідроакумулятору, а також температуру останнього. Основне завдання це підтримка зазначених значень тиску гідроакумулятору, за необхідності потік води перенаправляється у бак-акумулятор.

						СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
							53
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

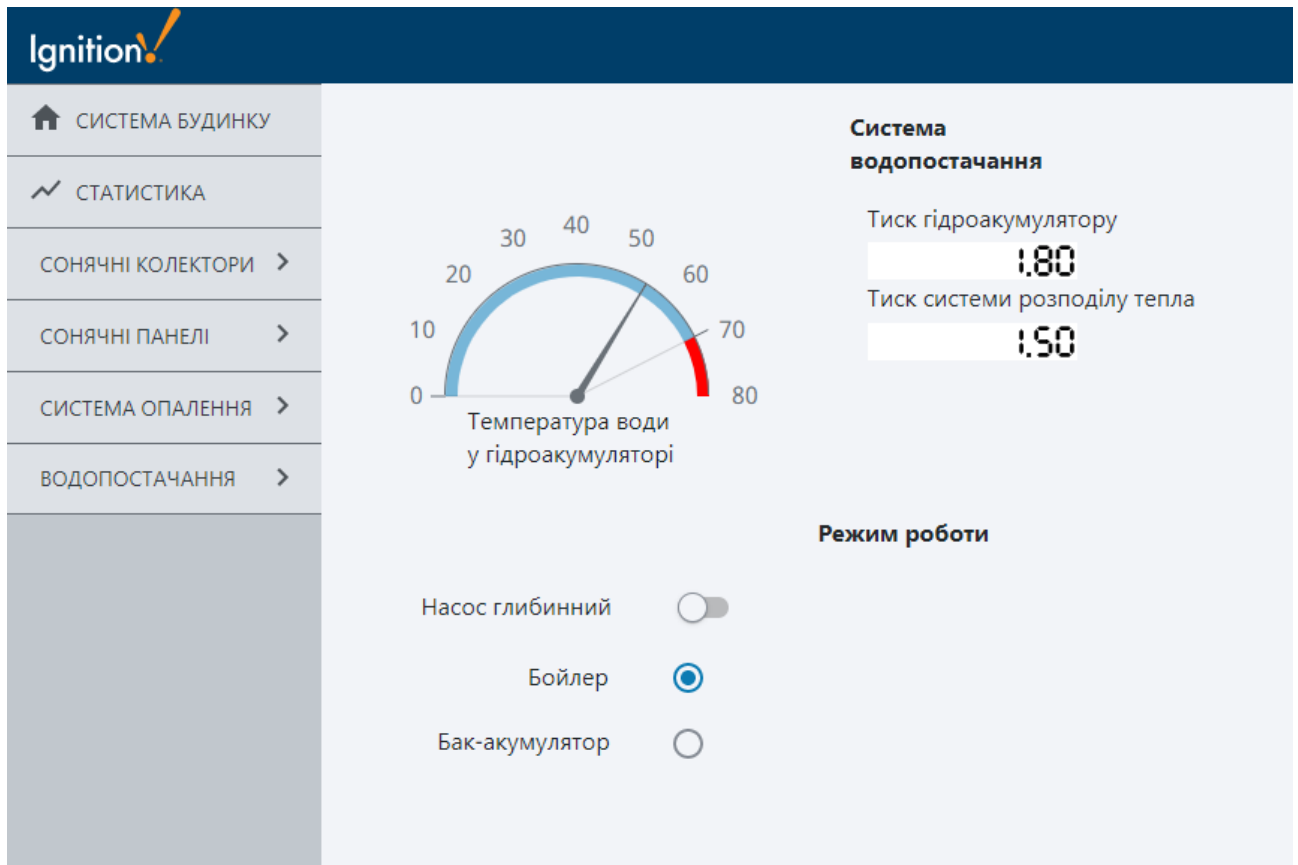


Рисунок. 3.9 Сторінка системи водопостачання

Статистика

На сторінці «Статистика» відображаються наступні графіки з даними за часом:

- температура бойлеру та баку з теплоносієм;
- температура баку-акумулятору;
- потужність сонячних панелей, ємність акумуляторів та потужність споживання;
- Тиск гідроакумулятору.

Відстежуючи дані з контурів SCADA система зберігає статистику, яку можна подивитись на цій сторінці. На цій можливо вибрати статистику якого контуру переглянути та проміжок часу.

					СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
						54
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

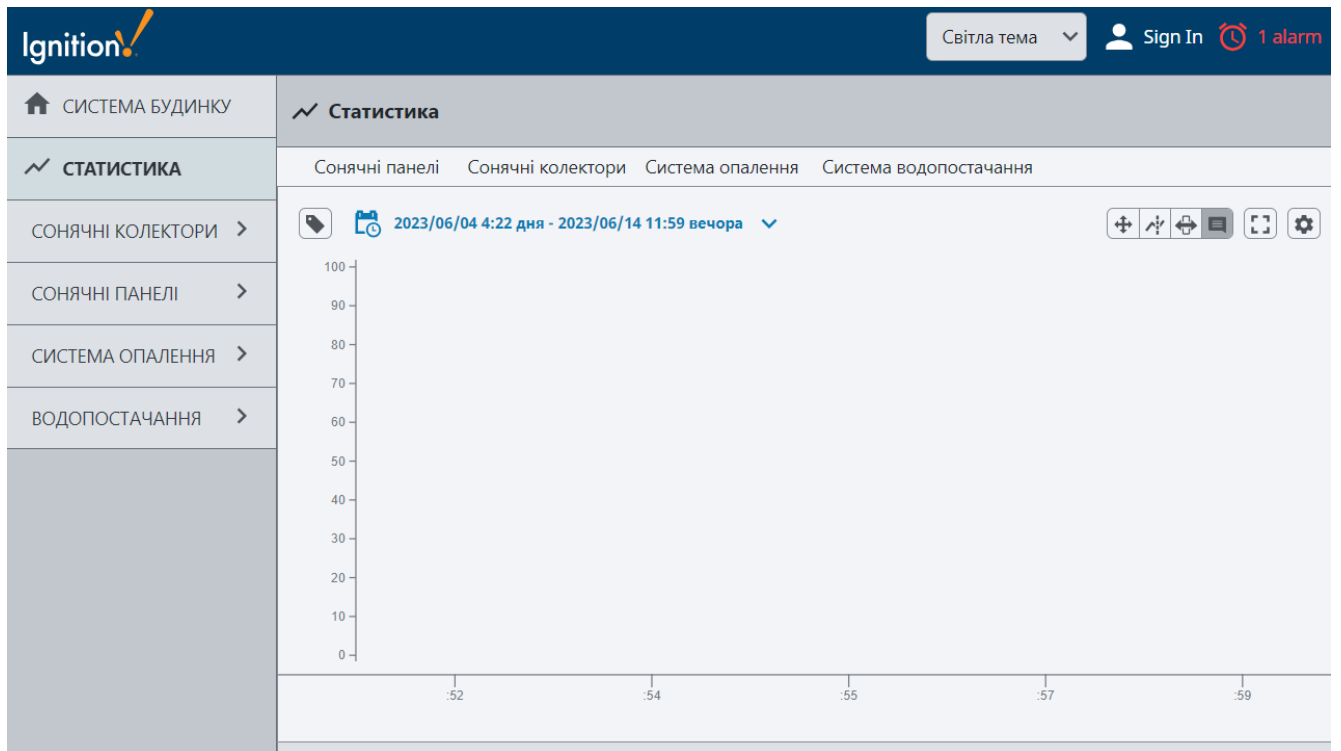


Рисунок. 3.10 Сторінка статистики

3.2. Принципова електрична схема автоматизації

Всі розроблені схеми представлені в додатку Д. На принциповій електричній схемі зображено 4 контури, кожен з яких складається з живлення пристроїв контуру 9В та 12В, підключення датчиків контуру та підключення виконавчих пристроїв. На першому аркуші міститься автомат введення резерву, до якого підключені міська електростанція та автономний інвертор від сонячних панелей. Від автомату введення резерву після силових контактів йде розгалуження напруги, які включають себе значення 220В для потужних виконавчих механізмів, 9В для Arduino nano та 12В для датчиків та реле. Останньою схемою є схема Ethernet Shield до Arduino nano. Через нього наш мікроконтролер обмінюється з SCADA-системою поточними даними про контури в системі.

					СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
						55
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У дипломному проєкті було розроблено систему керування автономним будинком в приватному секторі.

У першому розділі було проведено аналіз системи проблеми та актуальність. На основі цього аналізу було описано існуючі технічні рішення та варіанти використання для отримання електроенергії, тепла з відновлювальних джерел енергії та можливості забезпечення будинку питною водою.

У другому було проведено розбиття системи на контури та вибір для них функціональних задач автоматизації та розроблено функціональну схему автоматизації. Проведено вибір пристроїв для забезпечення поставлених функціональних задач, описано принцип їх роботи та характеристики. Для кожного контуру було підібрано необхідні датчики та виконавчі пристрої.

Наступним етапом розробки стало створення системи для взаємозв'язку між контурами керування для забезпечення стійкої роботи та підвищення ефективності роботи. Розрахована кількість елементів, таких як сонячні панелі та акумулятори для забезпечення безперебійної роботи впродовж довгого проміжку часу. Проведена розробка алгоритмів для мікроконтролерів та SCADA системи. Було реалізовано зв'язок мікроконтролерів зі SCADA системою, та забезпечено аналіз, візуалізацію та керування всією системою через SCADA. Розроблено гідравлічну схему та принципово електричну схему.

Проєкт був розроблений з урахуванням сучасних технологій у різних галузях. Саме завдяки постійному розвитку технологічних рішень з'являється можливість забезпечення якісної та тривалої автономії будинку не використовуючи копалини, кількість яких обмежена.

					СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
						56
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

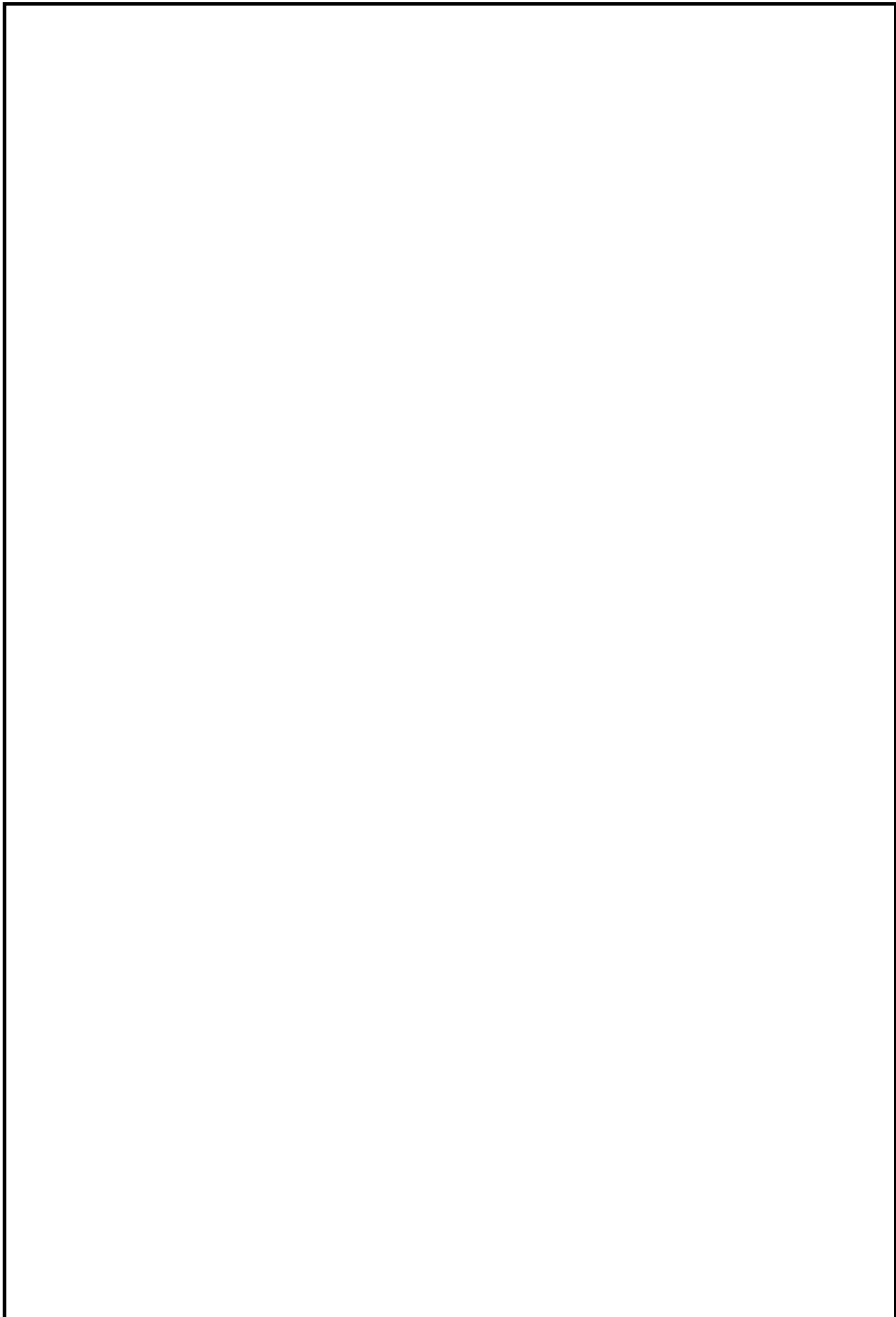
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ДЖЕРЕЛ

1. Колонтаєвський Ю. П. Фотоенергетика : навч. посібник / Ю. П. Колонтаєвський, Д. В. Тугай, С. В. Котелевець ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 160 с
2. Жанабаєв З.Ж. Солнечные батареи: учебное пособие / З.Ж. Жанабаєв, А.К. Саймбетов, Н.М. Джапашов. – Стер. изд. – Алматы: Қазақ университеті, 2020. – 114 с. ISBN 978-601-04-1482-2
3. Степанов Д.В. Акумуляування теплоти в схемі ефективної системи теплохолодопостачання житлової будівлі / Д. В. Степанов, Н. Д. Степанова, О. А. Гайдейчук // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – 2015. – №2.
4. Форкун Я. Б. Сонячна теплоенергетика : конспект лекцій (для студентів усіх форм навчання спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, освітньої програми – «Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії») / Я. Б. Форкун, О. О. Шкурпела ; Харків нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 88 с.
5. Що потрібно знати про буріння свердловини на воду. [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до: <https://vikna.if.ua/cikavo/129770/view>
6. Як вибрати насос для свердловини? [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до <https://sigma.ua/blog/stati/kak-v-brat-nasos-dlya-skvazhyn/>
7. Немикіна О.В. Поновлювальні та альтернативні джерела енергії. Для студентів спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка: навч. посібник / О.В. Немикіна – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 188 с. ISBN 978-617-529-289-1
8. Теплові насоси: основи теорії і розрахунку :навчальний посібник / В. М. Арсен'єв, С. С. Мелейчук. –Суми : Сумський державний університет, 2018. – 364 с. ISBN 978-966-657-740-8

					СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ	Арк
						57
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Арсенъев В. М. Теплові насоси: основи теорії і розрахунку : навчальний посібник / В. М. Арсенъев, С. С. Мелейчук. – Суми : Сумський державний університет, 2018. – 364 с. ISBN 978-966-657-740
10. Datasheet DS18S20 [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/58558/DALLAS/DS18S20.html>
11. Datasheet JQC-3FF-S-Z [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до <https://datasheetpdf.com/pdf/1480970/TONGLING/JQC-3FF-S-Z/1>
12. Datasheet ACS758 [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/533468/ALLEGRO/ACS758.html>
13. Datasheet Давач напруги ZMPT101B [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до <https://datasheetpdf.com/pdf/1031464/ETC/ZMPT101B/1>
14. Datasheet Давач тиску GENEBRE 8081E 250 [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до https://armatura.net.ua/copy_datchyk-tysku-z-nerzhavi%D1%96uchoi-stali-genebre-8081e-025-1-4-g-m-4-20ma/
15. Керована запірна арматура Tervix Pro Line ORC 3-way [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до <https://modernsys.com.ua/uk/3-hodovoy-sharovoy-klapan-n-u-1-dn25-s-elektroprivodom-tervix-pro-line-orc-3-way.html>
16. Datasheet Arduino nano [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до https://www.ultralibrarian.com/2020/10/01/atmega328p-8-bit-avr-microcontrollers-ulc?amp=1&gad=1&gclid=CjwKCAjw4ZWkBhA4EiwAVJXwqQjcqPb3RvehY9S49yLZfGxrAIreYtSw2Sd_HA8chc_UY9Lw3QtexoCzg4QAvD_BwE
17. Ignition Scada system nano [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу <https://inductiveautomation.com/scada-software/>

					<i>СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ</i>	Арк
						58
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



					<i>СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ</i>	<i>Арк</i>
						59
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

СУ-91/4-0.6.151.01.ПЗ

Формат А4

Формат А4

