

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій

Кафедра телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ

Перший (Бакалаврський)

Освітній рівень

Галузь знань 17 "Електроніка та телекомунікації"

Шифр і назва спеціальності

Спеціальність 172 "Телекомунікації та радіотехніка"

Шифр і назва спеціальності

на тему автоматизована система керування опаленням

КПТР.020049.01.01 ПЗ

Виконав студент 4 курсу, група TP2-20-1

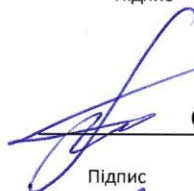


Підпис

М. В. Коротун

Ініціали, прізвище

Керівник: канд. техн. наук, доц.

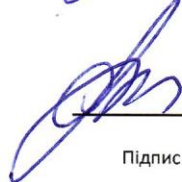


Підпис

О.С. Пивовар

Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:



Підпис

С.К.Підченко

Ініціали, прізвище

Зав. кафедри: д-р техн. наук, проф .

10.08

2024 р.

Хмельницький, 2024

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій

Кафедра телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій (ТМІТ)

Освітній рівень бакалавр

Галузь знань 17 "Електроніка та телекомунікації"

Шифр і назва

Спеціальність 172 "Телекомунікації та радіотехніка"

Шифр і назва

Освітня-професійна програма "Телекомунікації, медійні технології та інтелектуальні мережі"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТМІТ

 Підченко С.К.

Підпис, дата

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ

Коротуна Миколи Вікторовича

Прізвище, ім'я, по батькові здобувача

1 Тема проекту: "Автоматизована система керування опаленням".
керівник проекту Пивовар Олег Сергійович, к.т.н, доцент.

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

Затверджено наказом ректора університету від "15" лютого 2024 № 8.

2 Строк подання студентом проекту на кафедру: 1.06.2024

3 Вихідні дані до проекту (характеристика системи, умови дослідження)

Побудова електричної структурної, функціональної та принципової схем, умови застосування – опалювані приміщення, які потребують спеціалізованої системи керування. Забезпечити можливість віддалено проводити моніторинг та керування над всією системою опалення, використовуючи новітні сенсори та технології Vlink IoT. У системі має бути присутнє резервне джерело живлення. Напруга живлення 13,2 В, кількість резервних джерел живлення 1

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

1. Техніко-економічне обґрунтування побудови системи автоматизованого керування опаленням. 2. Аналіз ринку подібних систем автоматизованого керування опаленням. 3. Розробка електричної структурної, функціональної та принципової схеми. 4. Сформувані конструкторську документацію згідно діючим стандартам креслення, переліку елементів, специфікації та рисунків.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів (розділів) Кваліфікаційного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	<i>Вибір тематики проекту</i>	до 05.02.24	Вибрано
2	<i>Аналіз початкових даних проекту</i>	до 25.02.24	Проаналізовано
3	<i>Написання вступу та 1 розділу</i>	до 15.03.24	Виконано
4	<i>Написання 2 розділу</i>	до 15.04.24	Виконано
5	<i>Оформлення креслення структурної та функціональної схеми</i>	до 15.04.24	Виконано
6	<i>Написання 3 розділу</i>	до 1.05.24	Виконано
7	<i>Оформлення креслення принципової схеми та демонстраційних плакатів</i>	до 10.05.24	Виконано
8	<i>Компоновка та формування висновків</i>	до 15.05.24	Виконано
9	<i>Корекція зауважень керівника</i>	до 17.05.24	Виконано
10	<i>Підготовка доповіді, оформлення документів супровіду проекту</i>	до 18.05.24	Виконано
11	<i>Подання готового проекту на попередній захист</i>	до 20.05.24	Виконано
12	<i>Корекція зауважень під час попереднього захисту</i>	до 01.06.24	Виконано
13	<i>Рецензування, антиплагіат, підписи</i>	до 06.06.24	Виконано

Здобувач

Кеєз

Підпис

Коротун М.В

Ініціали, прізвище

Керівник проекту

[Handwritten signature]

Підпис

Пивовар О.С

Ініціали, прізвище

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість	№ екземпл.	Примітка
1			<u>Документація загальна</u>			
2						
3	A4		Завдання на дипломний проект проект	1		
4	A4		Календарний план			
5	A4		Анотації (укр/англ)	2		
6	A4	КПТР.020029.01.01.ПЗ	Пояснювальна записка	112		
7		КПТР.020029.01.01.ПЕЗ	Перелік елементів	3		
8						
9	A4		Копії креслень	2		
10	A4		Копії довідок антиплагіату	1		
11	A4		Рішення каф.про допуск	1		
12	A4		Копії відгуку рецензента			
13	A4		Копії відгуку керівника	1		
14			Копія заяви про академічну			
15			добросесність	1		
16						
17			<u>Документація графічна</u>			
18						
19	A3	КПТР.020029.01.01.ООЕ1	Схема електрична структурна	1		
20						
21	A3	КПТР.020029.01.01.ООЕ2	Схема електрична функціональна	1		
22						
23	A3	КПТР.020029.01.01.ООЕ3	Схема електрична принципова	1		
24						
25	A3	КПТР.020029.01.01.ООЕ4	Блок-схема алгоритму роботи	1		
26						
			КПТР.020049.01.01.ПЗ			
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		
Розробив		Коротун.М.А			Літ.	Аркуш
Перевірив		Пивовар О.С			н	1
						1
Н.контр		Стецюк В.І			ФІТ, ХНУ	
Затверд.		Підченко С. К.				
					Відомість проекту	

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційний проект бакалавра на тему «Автоматизована система керування опаленням» студента 4-го курсу гр. ТР-2-20 Коротуна Миколи Вікторовича виконано на кафедрі «Телекомунікації, медійних та інтелектуальних технологій» Хмельницького національного університету у 2024р. Керівник кваліфікаційного проекту доц. Пивовар Олег Сергійович.

Проект складається із вступу, 3 розділів, висновків з виконання проекту, списку використаних джерел (30 бібліографічних посилань, 4 сторінки) та матеріалів у кінці звіту (4 сторінок). Загальний обсяг роботи в якому викладено основний зміст складає 95 сторінок і містить 47 рисунків на 47 сторінках по тексту та 22 таблиць, що займають 1,5 сторінки по тексту. Повний обсяг роботи - 112 сторінок.

Кваліфікаційний проект присвячений проектуванню автоматизованої системи керування опалення. Проведений огляд існуючих рішень серед існуючих систем, були детально розглянуті їхні переваги та недоліки у підсумку цього була розроблена нова система більш ефективна система.

На основі розгляду технічних рішень та принципів роботи аналогів сформовано технічне завдання на розробку системи автоматизованого керування опалення, структурна схема, принципова схема разом із використання середовища Blynk, було розроблено графічний інтерфейс та алгоритм роботи системи та були проведені розрахунки для вибору елементів схеми.

Ключові слова: автоматизована система керування опаленням, середовище Blynk, модуль керування обладнанням Arduino, аналоги існуючих систем.

ABSTRACT

Bachelor's qualification project on the topic “Automated heating control system” by the 4th year student of the group TR-2-20 Korotun Mykola Viktorovych was completed at the Department of Telecommunications, Media and Intellectual Technologies of Khmelnytsky National University in 2024. The head of the qualification project is Associate Professor Oleh S. Pyvovar.

The project consists of an introduction, 3 chapters, conclusions on the project, a list of references (30 bibliographic references, 4 pages) and materials at the end of the report (4 pages). The total volume of the work, which sets out the main content, is 95 pages and contains 47 figures on 47 pages of text and 20 tables that occupy 1.5 pages of text. The total volume of the work is 112 pages.

The qualification project is devoted to the design of an automated heating control system. A review of existing solutions among the existing systems was conducted, their advantages and disadvantages were considered in detail, and as a result, a new system was developed, a more efficient system.

Based on the review of technical solutions and principles of operation of analogues, the terms of reference for the development of an automated heating control system, a structural diagram, a schematic diagram, together with the use of the Blynk environment, a graphical interface and an algorithm for the system were developed, and calculations were made to select the elements of the scheme.

Keywords: automated heating control system, Blynk environment, Arduino equipment control module, analogs of existing systems.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ.....	8
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ АНАЛОГІВ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ОПАЛЕННЯМ	10
1.1 Опис існуючих систем автоматизованого керування опаленням та визначення їх тактико-технічних характеристик.....	10
1.1.1 Огляд існуючих систем опалення та їх призначення.....	10
1.1.2 Визначення основних проблем та викликів управління опаленням.....	13
1.1.3 Аналіз існуючих рішень на ринку телекомунікаційного обладнання.....	15
1.1.4 Огляд технічних характеристик аналогів.....	16
1.2 Формування технічного завдання.....	23
1.2.1 Визначення вимог до автоматичної системи керування опаленням.....	23
1.2.2 Формування основних функціональних вимог та властивостей системи.....	24
1.2.3 Розробка електричної структурної схеми та взаємозв'язку її блоків між собою.....	25
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ТА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМ.....	28
2.1 Розробка та оформлення електричної функціональної схеми, опис її роботи та зв'язок між компонентами системи	28
2.1.1 Розробка електричної функціональної схеми системи автоматичного керування опаленням	28

					КПТР.020049.01.01 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Коротн.М.В			Система автоматизованого керування опаленням <small>Пояснювальна записка</small>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Пивовар О.С				6	112	
Н. Контр.		Стецюк.В.І				ФІТ, ХНУ		
Затверд.		Підченко С.К						

2.1.2	Опис роботи системи та зв'язку між компонентами системи....	30
2.2	Розробка електричної принципової схеми, оформлення.....	33
	креслення та перелік елементів.....	33
2.2.1	Розробка схеми електричної принципової та опис можливості автоматичної системи опалення на рівні принципової схем.....	33
2.2.2	Огляд технічних характеристик вибраного обладнання системи автоматичного керування опалення.....	38
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛУ АЛГОРИТМУ РОБОТИ ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....		64
3.1	Розробка програмного забезпечення, інтерфейсу та алгоритму роботи BLYNK в системі автоматичного керування опаленням.....	64
3.1.1	Особливості застосування сервісу Blynk IoT.....	64
3.1.2	Розробка алгоритму роботи та інтерфейсу для системи автоматизованого керування опаленням.....	67
3.1.3	Розробка програмного забезпечення на Blynk.....	73
3.1.4	Проведення технічних розрахунків надійності системи автоматизованого керування опаленням.....	90
3.1.5	Оцінка витрат на впровадження системи автоматизованого керування опаленням.....	102
ВИСНОВКИ.....		107
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....		109

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

ОСО – основні системи опаленням

САКО – система автоматизованого керування опаленням

ГВС – гаряче водопостачання

БРЗ – батарея резервного живлення

ГРЧ – годинник реального часу

АКБ – акумуляторна батарея

АВР – автоматичні перемикачі

СЕС – сирена екстреного сповіщення

ТКО – телекомунікаційне обладнання

МФ – мережевий фільтр

ДЖ – джерело живлення

ОЗС – обмежувач зарядного струму

ЦМБ – центральний мікропроцесорний блок

МВН – модуль вимірювання напруги

РЗВП – реле захисту від перенапруги

РКЖ – реле керування живленням

РКО – реле керування опаленням

МСН – модуль стабілізаторів напруги

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

ВСТУП

Останнім часом забезпечення оптимальних умов температурного режиму у житлових та комерційних приміщеннях стає однією з найбільш важливих задач у сучасному будівництві та експлуатації нерухомості. Споживачі все більше усвідомлюють необхідність використання енергоефективних та екологічно чистих систем опалення, які не лише забезпечують комфорт, але й сприяють збереженню ресурсів та скороченню експлуатаційних витрат. Подібні системи автоматизованого керування опаленням стають вирішальним елементом у багатьох сучасних галузях, зокрема в будівництві, комерційній нерухомості, промисловості та сфері обслуговування. Сучасні тенденції в розвитку технологій автоматизації та інтеграції «розумних» систем управління дозволяють створювати комплексні рішення, які враховують індивідуальні потреби користувачів та умови експлуатації приміщень. Віддалене керування, оптимізація режимів роботи, адаптація до зовнішніх умов – це лише деякі з переваг, які пропонують сучасні системи автоматизованого керування опаленням.

У даній дипломній роботі ми пропонуємо провести глибокий аналіз і розробку системи автоматизованого керування опаленням, що відповідає б сучасним вимогам енергоефективності, комфорту та економічної доцільності.

Робота спрямована на вирішення актуальних завдань в області інженерії та екології, забезпечення комфорту та безпеки користувачів. Крім цього при розробці системи автоматизованого керування опаленням використовуватимуться передові технології українського виробництва, такі як: blynk,

Мета дипломної роботи: дослідження, аналіз та розробка ефективної системи автоматизованого керування опаленням, спрямованої на забезпечення оптимальних умов температурного режиму у холодну пору року, з врахуванням сучасних вимог енергоефективності для забезпечення найбільшого комфорту користувачів.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ АНАЛОГІВ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ОПАЛЕННЯМ

1.1 Опис існуючих систем автоматизованого керування опаленням та визначення їх тактико-технічних характеристик

1.1.1 Огляд існуючих систем опалення та їх призначення

Головною метою застосування систем автоматичного керування опаленням є покращення комфорту користувачів, та забезпеченні ефективного використання енергоресурсів та зменшенні витрат на опалення. До таких можливостей відносять:

- 1) Автоматичне регулювання температури в приміщенні відповідно до заданих параметрів, цим самим забезпечуючи оптимальний рівень тепла;
- 2) Здатність систем до оптимізації використання енергії, включаючи автоматичне вимикання опаленням при відсутності людей у приміщенні;
- 3) Можливість віддаленого керування через мобільний додаток або веб-інтерфейс;
- 4) Реагування на зміну зовнішніх погодних умов такі як температура, або вологість повітря, для оптимального керування опаленням;
- 5) Можливість виявляти проблеми з опаленням або системами живлення та повідомляти про них оператора або технічну підтримку;
- 6) Підключена функція аварійного сповіщення, яке повідомляє про виникнення неполадок або аварійних ситуацій, що дозволяє швидко реагувати та уникати серйозні проблеми.

Отже, можна сказати що САКО забезпечують ефективно та зручне керування опалювальним обладнанням, завдяки чому забезпечується зручне керування опалювальним обладнанням та зменшуються енерговитрати користувачів.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналіз проблеми керування опалення є важливим етапом дослідження, оскільки він суттєво розкриває недоліки у сучасних системах опалення. Зазвичай, при розробці та проектування системи автоматизованого керування опаленням, використовуються традиційні методи управління, які часто характеризуються низькою ефективністю та обмеженою гнучкістю. Більшість з них мають статичний характер, тому вони не враховують змінні фактори, такі як: зовнішня температура повітря, кількість людей у приміщенні, час доби і багато інших. Не врахування цих факторів може призводити до перегріву або недостатнього обігріву приміщення, надмірного споживання енергії та збільшення витрат на опалення, що стає серйозною проблемою для користувачів з економічної точки зору [1].

У сучасному суспільстві використовуються різноманітні типи систем опалення, до них відносяться: газові котли, електричні системи опалення, системи опалення з використанням альтернативних джерел енергії (сонячні панелі, теплові насоси), конденсаційні газові котли, твердопаливні котли, сучасні радіатори (батареї) опалення та багато інших. Всі раніше названі пристрої мають свої переваги та недоліки і для подальшого проектування найбільш ефективної системи автоматичного опалення слід ознайомитись з перевагами та недоліками подібних систем.

До переваг газові котлів можна віднести їхню здатність ефективно перетворювати газ в теплову енергію, що дозволяє ефективно опалювати приміщення з мінімальними втратами тепла. Крім цього газ, як паливо є більш економічно вигідним у порівнянні з іншими видами палива, що знижує загальні витрати на опалення.

Недоліками газових котлів є: великі викиди CO₂ та інших шкідливих речовин у навколишнє середовище, залежність від газового постачання, існування значного ризику аварійного вибуху та отруєння при недбалому встановленні чи експлуатації.

Перевагами електричних систем опалення є: високий коефіцієнт перетворення електроенергії в тепло, що мінімізує втрати енергії, простота в обслуговуванні та встановленні[2].

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Вони не шкодять екології та мають велике різноманіття своїх моделей. Недоліками електричних систем опалення є залежність від постійної подачі електричної енергії, нерівномірний обігрів приміщення та висока вартість встановлення деяких електричних систем з використанням інфрачервоних панелей.

До переваг систем опалення з використанням альтернативних джерел енергії відносять: екологічну чистоту, енергоефективність, незалежність від постачання енергії та зменшення витрат розраховуючи на довгострокову перспективу.

До недоліків систем опалення з використанням альтернативних джерел енергії відносять: високі витрати на встановлення, залежність від погодних умов, потреба у великій площі для встановлення, потреба у додатковому обладнанні.

Більшість існуючих систем опалення базуються на традиційних технологіях, таких як газові котли чи електричні обігрівачі[3]. Незважаючи на їх поширеність, використання подібних пристроїв не завжди є найкращим варіантом для споживачів, оскільки вони мають ряд значних недоліків та багато з них не мають можливості віддаленого керування, що ускладнює їх ефективність та відсутність адаптації до змінних умов навколишнього середовища. До недоліків всіх цих систем, також можна віднести відсутність інтеграції інтелектуальних технологій у системи опалення. Оскільки, провадження таких інновацій може значно полегшити процес управління та забезпечити оптимальні умови для користувачів, але воно не впроваджується у застарілих системах, тому можна сказати, що такі системи потребують покращень та навіть кардинальних змін існуючих впроваджених технологій задля забезпечення найбільшої зручності користувачів.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.1.2 Визначення основних проблем та викликів управління опаленням

В умовах сучасного технологічного прогресу, при використанні систем опалення споживачі стикаються з рядом проблем та викликів, які потребують детального аналізу, оскільки від вирішення цих проблем залежить ефективність роботи їхніх систем опалення та доцільність їхнього використання у порівнянні з більш сучаснішими, екологічними та продуктивнішими моделями. До основних проблем та викликів, пов'язаних з керуванням опаленням відносять: енергоефективність, забруднення навколишнього середовища, вартість експлуатації, розподіл тепла, стабільність постачання енергії в приміщення.

Однією з ключових проблем більшості існуючих систем опалення є низька енергоефективність. Зазвичай, це відбувається через неоптимальні режими роботи, неякісне обладнання або погане управління систем опалення. Для забезпечення більш високої енергоефективності розробники, все частіше вдаються до вдосконалення алгоритму керування, використовуючи нові технології (ІоТ – пристрої) та вдосконаленні системи, що дозволяють оптимізувати споживання енергії та знизити втрати. Забруднення навколишнього середовища є ще однією проблемою ХХІ-століття. Ця причина зумовлена викидами CO₂ та інших шкідливих речовин у атмосферу, що є серйозною проблемною, яка виникає при використанні споживачами систем опалення, які використовують газ або вугілля. Щоби зменшити негативний вплив на навколишнє середовище, необхідно використовувати альтернативні джерела енергії, або вдосконалити використання споживачем котел.

Вартість експлуатації та встановлення, зазвичай найбільше цікавлять споживачів при покупці систем автономного опалення. Оскільки витрати на пальне або електроенергію можуть бути великим фінансовим обтяженням для споживачів. Зниження витрат на експлуатацію може бути досягнуте за допомогою впровадження новітніх технологій та вдосконалення систем керування опаленням.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ще однією проблемою, яка виникає при використанні користувачами електричних систем опалення є нерівномірний розподіл тепла, як наслідок деякі зони приміщення будуть перегріті, а інші залишатимуться недостатньо обігрітими. Оскільки для багатьох систем опалення така проблема призведе до миттєвого припинення їхньої функціональності і таку проблему найдоцільніше вирішувати, використовуючи резервні джерела енергії. Детальний аналіз подібних проблем та викликів є важливим етапом при розробці та вдосконаленні систем опалення, що дозволить підвищити їх ефективність, екологічну чистоту та забезпечити комфортні умови для користувачів. Крім цього доцільно побудувати таблицю характеристик основних систем опалення (ОСО) (Таблиця. 1.1).

Таблиця. 1.1 – Порівняльна таблиця трьох основних систем опалення

Переваги/Недоліки	Газові котли	Електричні системи	Альтернативні системи ОСО
Енергоефективність	+	+/-	+
Вартість експлуатації	+	-	+/-
Екологічна чистота	-	+/-	+
Незалежність від енергопостачання	-	+	+
Розподіл тепла	+	+	+/-
Гнучкість у розміщенні	+	+	-

Отже, врахувавши дані з таблиці 1.1 можна сказати, кожна система опалення має свій ряд переваг та недоліків у порівнянні з іншими аналогами, тож найкращим рішенням буде модифікувати одну з існуючих систем опаленням.

1.1.3 Аналіз існуючих рішень на ринку телекомунікаційного обладнання

Важливим етапом проведення будь-якого технічного проектування, дослідження чи конструювання є огляд існуючих рішень та опис їх тактико-технічних характеристик[4]. Оскільки детальне вивчення існуючих рішень, їхніх переваг та недоліків дасть підґрунтя для подальшого проектування задля покращення наявних показників для усунення недоліків та надання додаткових можливостей користувачам.

На ринку існують різноманітні системи опалення, які відрізняються одне від одного за джерелом енергії, технічними характеристиками, та функціональними можливостями. Для проектування найбільш ефективної системи автоматизованого керування опалення, розглянемо існуючі найбільш популярні та ефективні системи опалення, які доступні на сьогоднішній день:

- 1) Google Nest Learning Thermostat;
- 2) Ecobee SmartThermostat;
- 3) Конденсаційний котел Viessmann Vitodens 200-W B2HF 25 Z019322;
- 4) SMA Sunny Home Manager 2.0 HM-20.

Що ж стосується використання подібних технологій, то чотири раніше перелічені технології є найбільш використовуваними сучасні та енергозберігаючі системи автономного керування опаленням на ринку, як в Україні так і в іншому цивілізованому світі. Використання подібних систем потребує значних фінансових вкладень від споживачів, але їхня якість та довгострокова експлуатація та комфорт в будинку задовольнить навіть найвибагливішого споживача. Крім цього дані системи мають багато датчиків, які передають інформацію про змінну пори часу дня та ночі, зміни пори року, температуру на дворі, чи є на дворі дощ, та чи є хтось в будинку, щоб мінімізувати витрати енергії в будинку, зчитування даних прогнозу погоди та порівняння з отриманими даними задля найшвидшого виставлення найоптимальніших параметрів та багато іншого.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.1.4 Огляд технічних характеристик аналогів

Google Nest Learning Thermostat – Це сучасний термостат, який використовує штучний інтелект для автоматичного регулювання температури в будинку відповідно до звичок та забезпечити комфортні умови в будинку. Розглянемо вигляд подібної технології (рисунок 1.1).

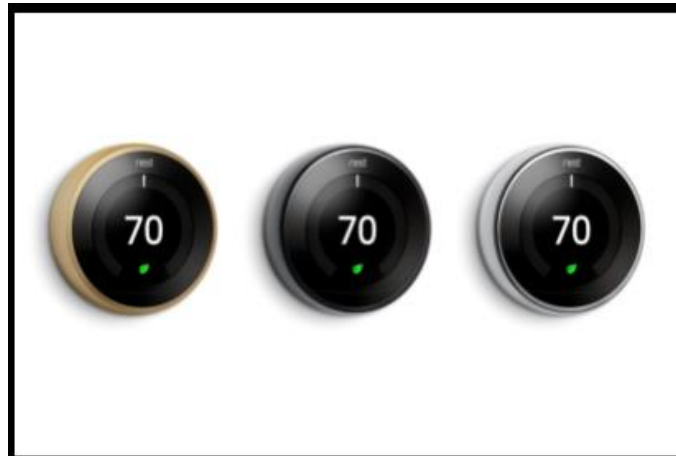


Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд дисплею термостату Google Nest Learning Thermostat

До можливостей цього термостату, також входить: вивчення температури, яка подобається користувачу та програмування себе на цю температуру[3]. Він може використовувати датчики, алгоритми та місцезнаходження телефону, щоб вимкнутися, коли нікого немає вдома, щоб допомогти заощадити енергію. Крім цього він попереджає власника будинку, коли його обладнання примусової вентиляції має короткий цикл. Цей розумний термостат може підключатися до Wi-Fi для контролю температури з телефону, планшета або ноутбука. Слід зазначити, що це є самонавчальний термостат Nest третього покоління здатний збирати інформацію від датчиків температури, вологості, руху, освітленості і від інших пристроїв Nest, запам'ятовувати звички і стиль життя господарів будинку, щоб вибрати зручний, економний і комфортний профіль роботи системи обігріву.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Термостат Nest Learning працює з 95% систем опалення та охолодження 24В, включаючи газові, електричні, примусові повітряні, теплові насоси, радіатори, бойлери, сонячну енергію та геотермальну енергію. Це може бути застосовано на даних, зібраних за допомогою онлайн-інструменту сумісності Nest.

Для більш детального опису цього термостату слід описати його технічні характеристики:

- Тип: Термостат;
- Модель: 3rd gen Nest Learning Thermostat;
- Колір: нержавіюча сталь;
- Дисплей: 24-бітний кольоровий РК- дисплей з роздільною здатністю 480x480 і дозволом 229 пікселів на дюйм (PPI) діаметром 2,08 дюйма (5,3 см) ;
- Шкала температури: Цельсій;
- Датчики: Температура, Вологість, Рух;
- Акумулятор / батарея: Вбудований літій-іонний акумулятор;
- Бездротове підключення: Wi-Fi: 802.11 b/g/n@ 2.4GHz, 5Ghz /b/g/n, Weave: 802.154 @ 2.4GHz ;
- Споживаний трафік: до 50 мБ/міс завантаження, до 10 Мб/міс віддачі;
- Управління приладом: Nest App (Android або iPhone) через Wi-Fi;
- Мова пристрою: Англійська;
- Енергоспоживання: До 1 кВт / міс;
- Необхідну напругу: 20-30 В змінного струму.

Отже, можна сказати, що це дуже хороша модель настінного самонавчального термостату, крім того він навчається близько тижня і після цього він вимагає мінімальної уваги від користувача та може керуватися за допомогою єдиного додатку Nest App, яке доступне як для Android так і для Apple.

Ecobee Smart Thermostat—цей термостат, також пропонує функції автоматичного керування температурою, а також інтеграцію з голосовими асистентами, такими як Amazon Alexa та Google Assistant.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Він дозволяє користувачу ефективно керувати опаленням та охолодженням у своєму будинку за допомогою смартфона або голосових команд.



Рисунок 1.2 – Зовнішній вигляд дисплею термостату автоматичного керування температурою Ecobee Smart Thermostat

Цим термостатом можна керувати навіть на Android та iOS пристроїв, включно з Apple Watch. Крім цього Ecobee Smart Thermostat надає звіти про економію, щоб користувач мав уявлення скільки він зекономив за весь час використання цього термостату, а також надасть поради, щоб заощадити ще ефективніше. Також, варто відзначити що цей пристрій використовує дані про місцеву погоду, щоб за короткий час нагріти приміщення.

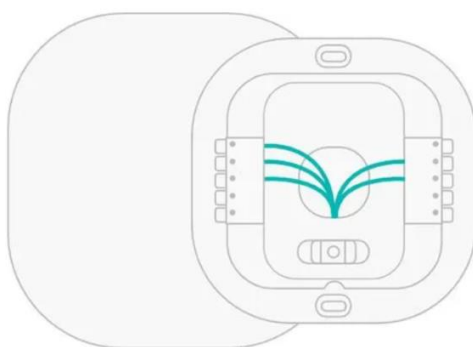


Рисунок 1.3 – Зовнішній вигляд дротового підключення до джерела живлення термостату автоматичного керування температурою Ecobee Smart Thermostat

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Ще цей термостат використовує дротове під'єднання до джерела живлення (рисунок 1.3), і на відміну від звичайних термостатів на батарейках, не зможе від'єднатися й припинити працювати в найпотрібніший момент.

Для більш детального опису слід надати технічні характеристики цього термостату:

- Дисплей: 3.5-дюймовий кольоровий сенсорний OLED-дисплей;
- Роздільна здатність: 320 x 480 пікселів;
- Довжина: 102.88 мм;
- Ширина: 102.88 мм;
- Розмір підставки: 170 мм x 170 мм x 6.1 мм;
- Підтримка Apple HomeKit: необхідна наявність iPhone, iPad або iPod Touch з IOS 9;
- Температурний діапазон: від 0 °C до 55 °C;
- Діапазон вологості: 5% - 95%;
- Мова: англійська;

Отже, можна сказати, що цей розумний термостат більше економить на опаленні у порівнянні з іншими моделями і при цьому забезпечуючи комфортну для споживача температуру.

Один із сучасних прикладів газового котла, який можна керувати за допомогою Wi-Fi та підключити до платформи Blynk, - це ****Viessmann Vitodens 200-W****. Цей котел виготовляється компанією Viessmann, яка відома своїми високоякісними опалювальними системами та інноваційними технологіями.

Viessmann Vitodens 200-W (рисунок 1.4) має можливість підключення до Wi-Fi, що дозволяє керувати ним з використанням смартфона або планшета через спеціальний додаток[4]. Це дає користувачам зручний доступ до керування температурою, графіками опалення, а також моніторингу та управління режимами роботи котла.

Підключення котла до платформи Blynk може додати додаткові функціональні можливості, такі як віддалене керування через Інтернет, створення розумних розкладів опалення, отримання сповіщень про стан системи опалення та багато іншого. Крім того це забезпечить більшу гнучкість та

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

контроль над опалювальною системою, що може бути корисним для дослідження в рамках вашої дипломної роботи.



Рисунок 1.4 – Зовнішній вигляд дисплею конденсаційного котла Viessmann Vitodens 200-W B2HF 25 Z019322

Крім цього варто відзначити, що у такому котлі є інтегрований WLAN-модуль, що і забезпечує його підключення до Інтернету, таким чином забезпечуючи можливість онлайн-сервісу та прямого доступу до обслуговування[5]. Також, використовуючи програму ViCare, або написавши власну можна легко керувати всіма функціями системи опалення. Щоб ще більше дізнатись про цю модель розглянемо її технічні характеристики:

- Діапазон потужності: 1.9 – 25 кВт;
- Довжина: 360 мм;
- Ширина: 450мм;

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Висота: 700мм;
- Номінальний ККД: 98%;
- Діапазон модуляції: до 1:17;
- Довговічний та ефективний завдяки радіальному теплообміннику Inox Radial;
- Пальник MatriX-Plus з тривалим терміном служби завдяки поверхні з високоякісної нержавіючої сталі MatriX;
- Клас ефективності: А;
- Підходить до інтеграції гео установки;
- Інтегрований інтерфейс бездротової локальної мережі для підключення до інтернету;
- Система регулювання горіння всіх видів газу, та безшумна робота завдяки низькій частоті обертання вентилятора.

Отже, можна сказати, що подібна технологія є досить простою, ефективною, енергозберігаючою та є модифікованим прикладом класичного газового котла, який є на обслуговуванні у багатьох середньостатистичних споживачів, що робить цю технологію ще більш перспективною, оскільки крім цього всього вона ще й має можливість дистанційного керування.

Один із сучасних прикладів системи керування опаленням для альтернативних джерел енергії, таких як сонячні панелі та теплові насоси, - це система SMA Smart Home. SMA Smart Home є інтелектуальною системою керування, розробленою компанією SMA Solar Technology AG, яка спеціалізується на сонячних енергетичних системах.

SMA SmartHome дозволяє інтегрувати сонячні панелі та теплові насоси у систему опалення будинку для ефективного використання відновлювальних джерел енергії. Ця система надає зручний інтерфейс для моніторингу та керування виробництвом електроенергії, що генерується сонячними панелями, та управління роботою теплових насосів для опалення.

Роботу подібного роду системи можна розбити на декілька цільових функцій, які вона виконує, наприклад:

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Управління споживанням енергії – система дозволяє оптимізувати споживання електроенергії в будинку шляхом автоматичного включення та вимикання підключених пристроїв в залежності від наявності виробленої енергії. Моніторинг виробництва енергії – система надає детальну інформацію про кількість електроенергії, яку виробляють сонячні панелі, що дозволяє користувачам її виробництво. Керування тепловими насосами – система забезпечує можливість програмування режимів роботи теплових насосів для опалення будинку, а також підтримки оптимальної температури в приміщеннях. Системи моніторингу та управління віддалено – існує можливість підключитися до Інтернету, що дозволяє користувачам керувати системою віддалено через телефон бо комп'ютер. Для кращого розуміння, розглянемо саму систему SMA SmartHome Manager 2.0 H-20 (рисунок 1.5):



Рисунок 1.5 – Вигляд системи автоматизованого керування опаленням SMA SmartHome Manager 2.0 H-20

Характеристики цієї системи: Споживання: більше 3 Вт, Розміри (Ш/В/Г) – 70 мм /88 мм / 65 мм, вага – 0.3 кг, діапазон робочих частот – від 0м до 200м. Максимальне допустиме значення відносної вологості (без конденсації) – від 5% до 90%, клас захисту (згідно ІЕС 62103) – II, клас захисту (відповідно до ІЕС 60529) – IP2X, номінальна напруга – 230 В / 400 В, частота – 50 Гц / ±5%, загальна кількість пристроїв в системі – до 24, тип монтажу – монтаж на рейку, одиниці ширини верхніх рейок – 4 модулі, позначення типу ХМ-20.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Формування технічного завдання

1.2.1 Визначення вимог до автоматичної системи керування опаленням

Визначення вимог є важливим етапом для формування правильного технічного завдання та ефективного проектування та розробки автономної системи керування опаленням, оскільки перед розробкою будь-якої системи важливо чітко зазначити вимоги до цієї системи[6]. Вимоги визначають функціональність, характеристики та інші параметри, які має мати система, щоб задовольнити потреби користувачів та досягти поставлених цілей. Отже, зазначаємо вимоги до автоматичної системи керування опаленням:

1. Система повинна бути спроектована таким чином, щоб вона могла працювати автономно без постійного втручання користувача. Вона повинна самостійно регулювати температуру та інші параметри опалення відповідно до заданих умов. Та має бути гнучкою і здатною до адаптації до різних умов та потреб користувачів. Вона повинна мати можливість налаштування різних режимів роботи, графіків опалення та інших параметрів зручним для користувачів способом.

2. Вона повинна економно споживати електрику, щоб забезпечувати оптимальне використання енергії та зменшувати витрати на опалення. Вона повинна мати можливість оптимізувати роботу опалювального обладнання та використовувати енергію з ефективністю. Та має бути надійною та стійкою до різних впливів зовнішнього середовища працюючи безперебійно протягом тривалого часу та здатна до операції в різних умовах[7].

3. Система повинна мати зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача для налаштування параметрів та моніторингу роботи. Вона повинна бути легкою у встановленні та налаштуванні. Бути інтегрована з платформою Blynk для забезпечення зручного дистанційного керування через мобільний додаток. Це передбачає підтримку відповідного протоколу зв'язку та розробку спеціального інтерфейсу для взаємодії з платформою.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

1.2.2 Формування основних функціональних вимог та властивостей системи

Для ефективного проектування автономної системи керування опалення необхідно чітко визначити основні функціональні вимоги та властивості системи. Це допоможе забезпечити правильний функціонал та поведінку системи. Основні функціональні вимоги та властивості:

- 1) Система повинна бути здатна автоматично контролювати температуру в приміщенні відповідно до зазначених користувачем налаштувань.
- 2) Система має підтримувати різні режими роботи, такі як режими економії енергії, комфорту та нічного режиму.
- 3) Користувач повинен мати можливість налаштувати графіки опалення для різних часових періодів доби.
- 4) Система повинна бути підключена до мережі Інтернет та підтримувати можливість віддаленого керування через мобільний додаток або веб-інтерфейс.
- 5) Система має включати функції безпеки, такі як автоматичне вимкнення в разі виявлення несправностей, або перегріву.
- 6) Система повинна бути здатна вести журнал подій та зберігати дані про роботу системи для подальшого аналізу та відображення статистики.
- 7) Система має підтримувати можливість інтеграції з іншими пристроями розумного дому та системами для автоматизації додаткових функцій.

Отже, можна сказати що визначення функціональних вимог для системи автоматичного керування опаленням та їх виконання, забезпечує ефективність, надійність ефективно, тобто управління опалювальною системою, що в свою чергу задовольняє потреби користувачів, що зробить дану систему ще більш затребуваною та конкурентоспроможною, порівняно із своїми аналогами.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

1.2.3 Розробка електричної структурної схеми та взаємозв'язку її блоків між собою

Створення електричної схеми пристрою є одним з найважливіших етапів в процесі розробки будь-якого електричного пристрою чи системи. Електрична структурна схема є графічним представленням структури та з'єднань елементів пристрою, яка описує їх взаємодію між собою та їхні функції[8]. Зазвичай, електричні структурні схеми використовують для проведення більш ефективного планування та розробки пристрою, оскільки з її допомогою можна побачити, як включення пристроїв їх функції та взаємодію між собою та як працює пристрій в цілому. Варто зазначити що електрична структурна схема не тільки дозволяють краще розуміти, аналізувати та вдосконалювати електричні пристрої, але і служить основною частиною будь-якої технічної документації, оскільки використовується як при розробці електричної принципової схеми так і на етапі виробництва пристрою. Будуємо електричну структурну схему (рисунок 3.2) :

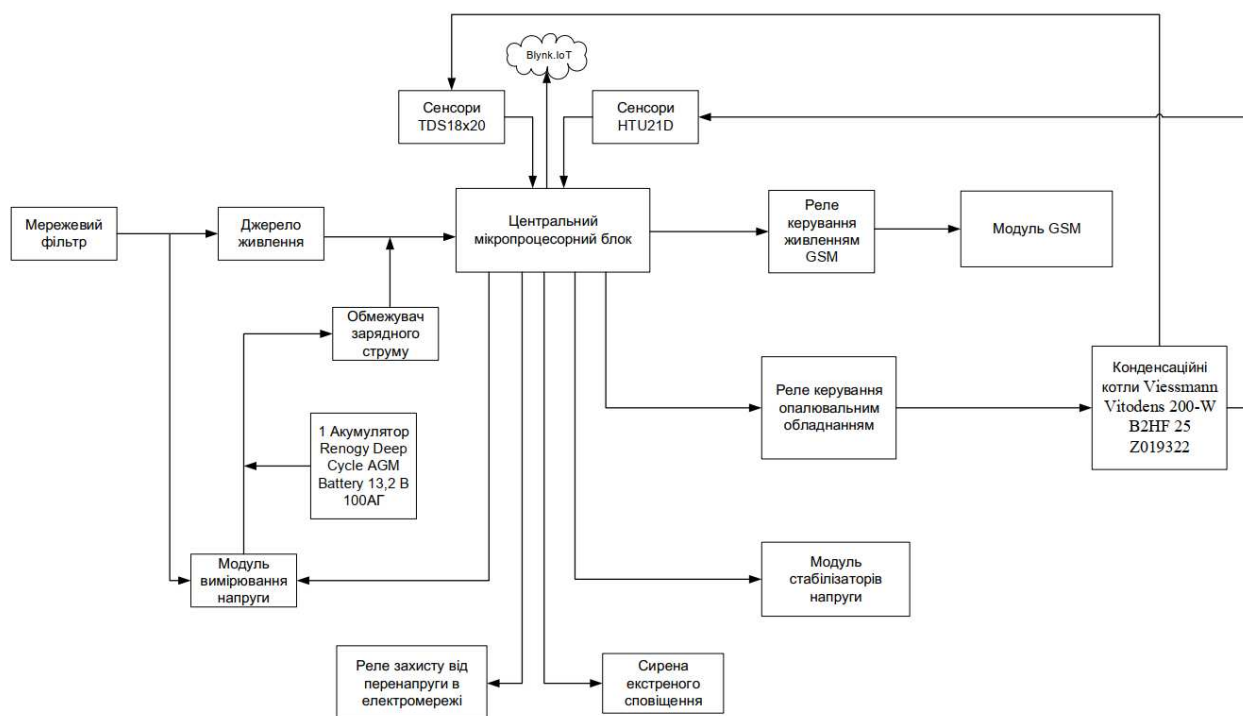


Рисунок 1.6 – Електрична структурна схема САКО

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Після цього слід описати перелік назв блоків структурної схеми (рисунок 1.6) та описати принцип їх роботи та взаємодії між собою. Перелік елементів структурної схеми:

- 1) (МФ) Мережевий фільтр;
- 2) (ДЖ) Джерело живлення;
- 3) (ОЗС) Обмежувач зарядного струму;
- 4) 1 акумулятор Renogy Deep Cycle AGM Battery 13,2 В 100 Аг;
- 5) (МВН) Модуль вимірювання напруги;
- 6) Датчики NTU21D;
- 7) Датчики TDS18x20;
- 8) (РЗВП) Реле захисту від перенапруги;
- 9) (ЦМБ) Центральний мікропроцесорний блок;
- 10) (РКЖ) Реле керування живленням GSM;
- 11) (РКОО) Реле керування опалювальним обладнанням;
- 12) (СЕС) Сирена екстреного сповіщення;
- 13) GSM модуль;
- 14) (МСН) Модуль стабілізаторів напруги;
- 15) Конденсаційні котли Viessmann Vitodens 200-W B2HF 25 Z019322.

Опишемо роботу та взаємозв'язок між собою всіх 14 блоків з яких складатиметься система автоматизованого керування опаленням:

Спочатку підключений до системи мережевий фільтр підключений до джерела живлення, він фільтрує електричні шуми цим самим підвищує якість живлення. Модуль вимірювання напруги підключений до мережевого фільтра та джерела живлення, вимірює напругу, що подається на систему для контролю інтенсивності живлення та при відсутньому живленні передати інформацію про це на центральний мікропроцесорний блок та запустилося резервне живлення.

Обмежувач зарядного струму контролює заряд акумуляторів, щоб уникнути їх перезарядки, що може призвести до їх пошкодження. Джерело живлення підключається до центрального мікропроцесорного блоку (ЦМБ).

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

ЦМБ є основним контролером системи та який обробляє інформацію від датчиків і приймає рішення щодо керування опаленням. Задля приймання інформації про роботу опалювального обладнання до центрального мікропроцесорного блоку підключені датчики для вимірювання температури та вологості в приміщенні, щоб системи могла регулювати опаленням у відповідності до потреб користувача[9]. Крім цього важливу роль в системі відіграє реле керування живленням яке підключення до ЦМБ та підключене до самого GSM модуля та керує ним з допомогою ЦМБ, та відповідає за включення та виключення живлення GSM модуля. GSM модуль є важливим елементом САКО, оскільки він забезпечує зв'язок системи з мобільним оператором для віддаленого керування та моніторингом системи автоматизованого керування опаленням.

Центральний мікропроцесорний блок, також підключається до реле керування опалювальним обладнання (РКОО), яке відповідає за включення та виключення опалювального обладнання, та робить це за рахунок ЦМБ команд[10]. Ще однією важливою частиною САКО, яка відповідає за безпеку системи є реле захисту від перенапруги, яке підключаючись до ЦМБ та модуля стабілізаторів напруги (МСН) захищає систему від можливих пошкоджень, які можуть виникнути внаслідок перенапруги в електричній мережі. Сам же модуль стабілізаторів напруги забезпечує стабільну роботу системи незалежно від змін напруги в електричній мережі. Варто зазначити, що крім цього до центрального мікропроцесорного блоку підключається сирена екстреного сповіщення, яка при екстремальній ситуації запускає гучний звуковий сигнал, що цим самим сповіщає користувачів про будь-які аварійні ситуації чи серйозні неполадки в системі. Отже, можна сказати що система розроблена для ефективного та надійного керування опаленням в приміщенні.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ТА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМ

2.1 Розробка та оформлення електричної функціональної схеми, опис її роботи та зв'язок між компонентами системи

2.1.1 Розробка електричної функціональної схеми системи автоматичного керування опаленням

Одним із найважливіших етапів розробки є розробка керування та зв'язку між компонентами, що є проміжним етапом перед створенням самої електричної структурної схеми. Електрична структурна схема допомагає краще розуміти всі аспекти роботи системи автоматичного керування опаленням, виявляти можливі проблеми та вдосконалювати її функціонал[11]. Будуємо електричну функціональну схему системи автоматичного керування опаленням (САКО) (рисунок 2.1):

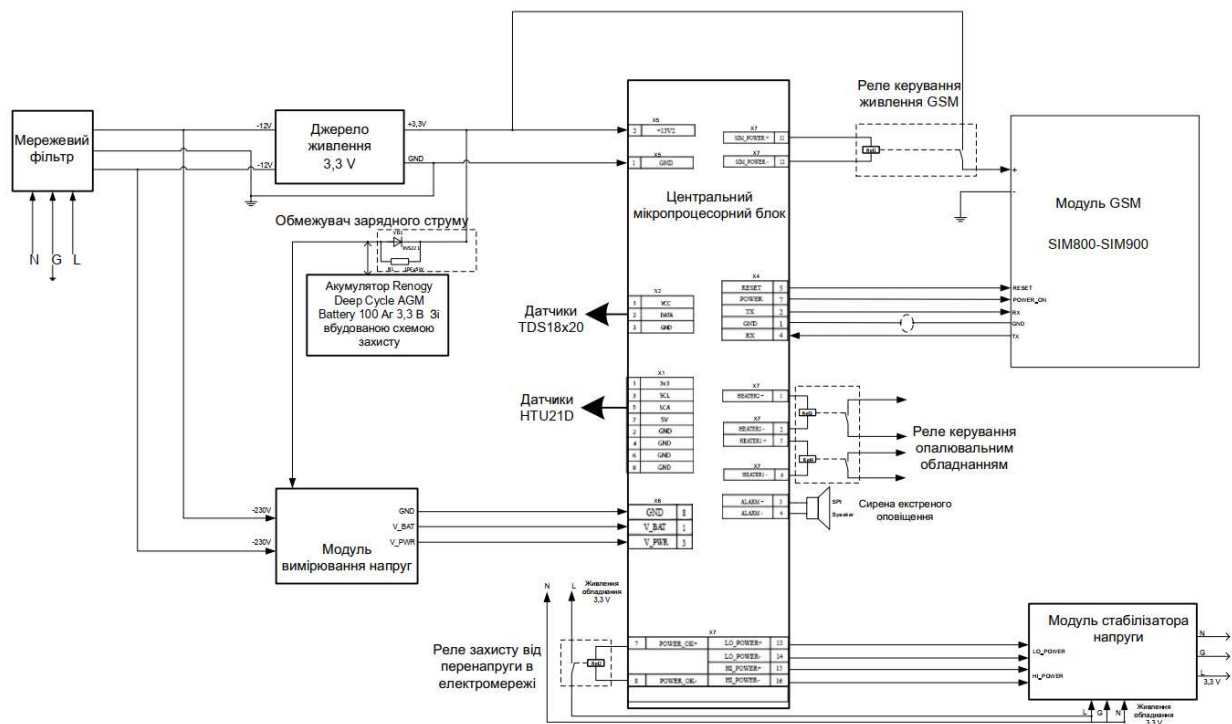


Рисунок 2.1 – Ескіз схеми електричної функціональної САКО

Така схема надає можливість визначити точні функції кожного компонента та способи їх взаємодії. Крім того, вона спрощує процес тестування системи і вирішення помилок, що можуть виникнути під час її експлуатації. Після цього доцільним буде описати компоненти, які входять в цю структурну схему. Детальне описання компонентів дозволяє зрозуміти логіку роботи системи автоматичного керування опаленням і виявити можливі проблеми та удосконалення.

Мережевий фільтр захищає систему від стрибків напруги та електричних перешкод, що можуть пошкодити електронні компоненти або викликати їх неправильну роботу. Це забезпечує стабільну роботу системи та підвищує її довговічність. Основне джерело живлення забезпечує стабільну роботу системи під час нормальної експлуатації, а резервне джерело живлення (наприклад, акумулятори) підтримує функціонування системи у разі відключення електрики. Це критично для безперервної роботи системи опалення і забезпечення комфорту та безпеки. Запобіжник зарядного струму захищає систему від перевантажень та коротких замикань, запобігаючи пошкодженню компонентів системи. Він забезпечує додатковий рівень безпеки та захисту від аварійних ситуацій. Реле захисту від перенапруги автоматично відключає систему у разі різкого підвищення напруги, що захищає електронні компоненти від пошкоджень. Модуль стабілізації напруги забезпечує постійну напругу для всіх компонентів системи, що є критичним для їх стабільної роботи і запобігання пошкодженням через коливання напруги. Реле керування живленням дозволяє автоматично вмикати та вимикати різні частини системи відповідно до встановлених параметрів. OLED-дисплей забезпечує зручний інтерфейс для моніторингу і налаштування системи, відображаючи важливу інформацію в реальному часі. Модуль GSM забезпечує можливість віддаленого керування та моніторингу системи через мобільну мережу. Це дозволяє отримувати сповіщення та керувати системою з будь-якого місця, що підвищує зручність та безпеку. Всі ці компоненти разом виконують свою важливу роль побудові єдиної системи автоматичного керування опаленням, яка буде найбільш зручною для користувачів.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.2 Опис роботи системи та зв'язку між компонентами системи

Для кращого розуміння зв'язку компонентів між собою опишемо розіб'ємо функціональний опис компонентів на дві частини: опис роботи всієї системи зв'язку та на опис функціональних можливостей кожного компонента системи. Доцільно буде почати з першої частини опису системи автоматичного керування опаленням:

Перш за все почнемо з мережевого фільтра, який підключений до джерела живлення та підключається до модуля вимірювання напруг. Після цього до джерела живлення підключається обмежувач зарядного струму із запобіжником зарядного струму та акумуляторною батареєю (АКБ) з вбудованою схемою захисту і яка теж підключається до модуля вимірюваних напруг. Джерело живлення та модуль вимірювання напруг підключається до центрального мікропроцесорного блоку, таким чином передаючи інформацію про стан системи користувачу[12]. Для підвищення безпеки цієї системи до центрального мікропроцесорного блоку підключається модуль стабілізаторів напруги та реле захисту від перенапруги мережі. Також до центрального мікропроцесорного блоку підключають реле керування опалювальним обладнанням, для виконання основної функції мережі – проводити дистанційне керування опалювальною системою (котлами Viessmann Vitodens 200-W B2HF 25 Z019322). Щоб відправити отриманні дані з датчиків руху, диму, температури та вологості користувачу до центрального мікропроцесорного блоку підключається модуль GSM SIM800-SIM900, за допомогою, якого отримані дані можна відправити користувачу використовуючи хмарне середовище blynk[13]. Крім цього за допомогою налаштувавши blynk у вигляді додатку, користувач зможе зручно та швидко керувати всіма доступними можливостями дистанційного керування опаленням та швидко отримуватиме нову інформацію про стан системи. Крім цього для системи захисту від екстрених ситуацій підключена сирена екстреного оповіщення реле керування GSM та детектор диму.

Після цього послідовно опишемо другу частину САКО – функціональні можливості всіх компонентів, цієї системи автоматичного керування.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Їхній зв'язок між собою та їхню роль у функціонуванні системи автоматичного керування опаленням, :

- 1) Мережевий фільтр очищує електромережу від перешкод і перепадів напруги;
- 2) Основне джерело живлення забезпечує живлення всіх компонентів системи;
- 3) Резервне джерело живлення підключається після джерела живлення і перед модулем вимірювання напруги та забезпечує систему електроенергією, у разі виведення з ладу, або поломці основного джерела живлення;
- 4) Запобіжник зарядного струму захищає систему від перевантаження;
- 5) Модуль вимірювання напруги вимірює напругу в електромережі;
- 6) Реле захисту від перенапруги в електромережі захищає систему від пошкоджень;
- 7) Модуль стабілізації напруги стабілізує напругу в системі;
- 8) Модуль GSM SIM800-SIM900 забезпечує зв'язок з хмарним сервісом через мобільну мережу, це дозволить системі надсилати повідомлення користувачам про стан опалення, отримувати віддалені команди, керувати та отримувати сповіщення про будь-які проблеми чи аварії;
- 9) Реле керування живленням керує живленням актуаторів (реле керування опалювальним обладнанням, реле керування живленням) та інших пристроїв;
- 10) Центральний мікропроцесорний блок (ESP8266 NodeMCU + Atmega32A-AU) обробляє дані, керує реле та взаємодіє з клієнтськими пристроями;
- 11) OLED -дисплей відображає інформацію про стан системи, якщо сервери Blynk за якихось причин не передають інформації на пристрій користувача;
- 12) За допомогою Blynk буде в подальшому створено мобільний додаток, який дозволить користувачам керувати та спостерігати за роботою системи в реальному часі;

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

13) IoT пристрої збору даних збиратимуть дані з датчиків та передаватимуть їх на центральний мікропроцесорний блок;

14) Бездротові датчики диму (Honeywell Ademco 580W3 RESI & Comm) підключаються після резервного джерела живлення так само, як і датчики руху. Датчики диму потрібні для того щоб, якщо буде аварійна ситуація, датчики дими могли передати цю важливу інформацію на центральний мікропроцесорний блок, щоб користувач знав про це і увімкнулася система безпеки.

15) ІЧ датчики руху (Bosch ISC-BDL2-W12GE) потрібні для зручності та безпеки користувача для того, щоб якщо користувач входив у приміщення де перебувають сама система опалення вмикалося світло;

16) Термометри TDS18x20 – цифрові термометри для визначення температури з високою точністю у системі опалення і в подальшому передаватимуть отриману інформацію на центральний мікропроцесорний блок використовуючи при цьому цифровий інтерфейс OneWire.

17) Датчики HTU21D – цифрові датчики вологості та температури, які забезпечують вимірювання. Ці датчики обмінюватимуться даними через інтерфейси (I2C)SPI і передаватимуть інформацію про результати вимірювань на мікропроцесорний блок;

18) За допомогою хмарного сервісу Blynk дані будуть зберігатися в Інтернеті та завжди буде можливість отримати ці дані з будь-якого клієнтського пристрою. Клієнтські пристрої (смартфони, комп'ютери) встановлюють зв'язок з хмарним сервісом через Інтернет для керування системою та отримання даних з датчиків.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

2.2 Розробка електричної принципової схеми, оформлення креслення та перелік елементів

2.2.1 Розробка схеми електричної принципової та опис можливості автоматичної системи опалення на рівні принципової схем

Розробка схеми електричної принципової та опис автоматизованої системи опалення є надзвичайно важливою для забезпечення ефективності та комфорту для користувача. Схема електричної принципової допомагає визначити необхідні компоненти системи, їх розташування та зв'язки між ними.[14] Це зробить процес встановлення та підключення пристроїв більш структурованим та ефективним.

Будуємо електричну принципову схему системи автоматичного керування опаленням (САКО) (рисунок 2.2):

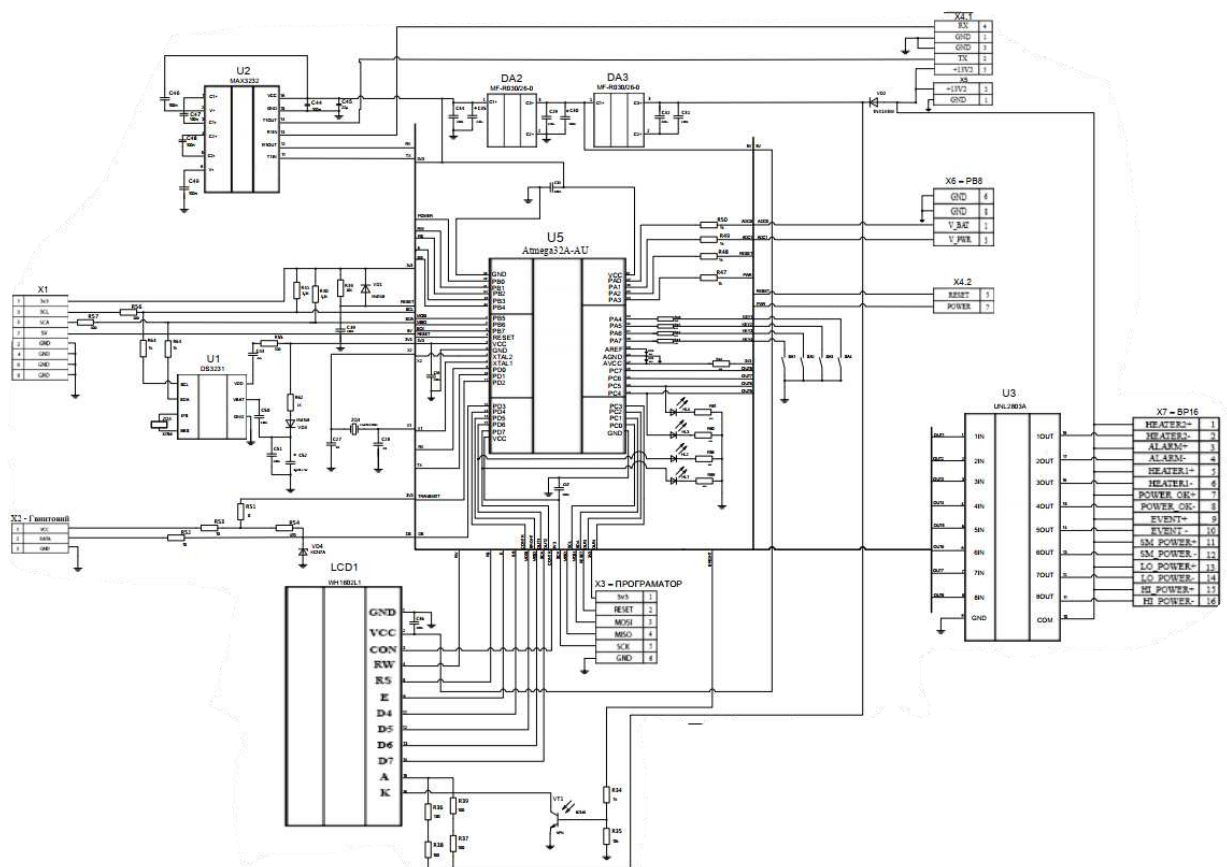


Рисунок 2.2 – Ескіз схеми електричної принципової САКО

Крім цього організація та розумне планування схеми електричної принципової та робота автоматизованої системи опалення значно підвищить ефективність опалювання та зручність для користувачів. Крім цього організація та розумне планування схеми електричної принципової та робота автоматизованої системи опалення значно підвищить ефективність опалювання та зручність для користувачів. Після розробки електричної принципової схеми виробу потрібно описати роботу виробу на рівні принципової схеми виробу для більш детального пояснення принципу роботи цієї схеми:

Варто зазначити, що дану систему є входить стабілізатор мережевої напруги з можливістю регулювання порогів перемикання та віддаленого перегляду напруги в електромережі, через передачі інформації на пристрій користувача через додаток blynk та SMS на телефон користувача. Також, в САКО входить:

1) Має Два реле керування опалювальним котлами Viessmann Vitodens 200-W B2HF 25 Z019322 котлами Viessmann Vitodens 200-W B2HF 25 Z019322 (в і допоміжними пристроями (циркуляційним насосом, змішувальним контуром і багато інших в залежності від потреб користувача).

2) Має захист від замерзання та закипання теплоносія в системі опалення. Та має захист від заклинення насоса у вторинному контурі опалення чи ГВС.

3) Окрім керування за допомогою додатку blynk система може працювати у п'ятьох режимах роботи без підключення до Інтернету (5 підключених програм керування опаленням): тижневий, звичайний, добовий, літній та постійно увімкнений.

4) Має 12 вбудованих часових інтервалів для поточного дня тижня в добовому та тижневих режимах (12 програм керування).Та має можливість задавати окрему температуру для кожного часового інтервалу в діапазоні від +10 до +40 градусів з кроком 0,1 градуса.

5) Існує можливість задавати час дій кожного часового інтервалу в діапазоні від 1 хвилини до 23 годин 59 хвилин. Та має можливість задати температуру поточного інтервалу і режиму роботи (програма терморегуляції) віддалено та отримання інформації через SMS-повідомлення.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

6) Можливість отримати звіт про поточний режим роботи, температури, вологості в приміщеннях, напруги в електромережі і напруги батареї резервного живлення АСКО. Та можливість записувати до 9 написаних користувачем номерів для керування системою автоматичного керування опаленням, завдяки модулю GSM.

7) Можливість контролювати напруг батареї резервного живлення, напруг часової батарейки та напруг в електромережі. Та має можливість розсилання тривожних SMS- повідомлень та дзвінки на вказані номери при виникненні аварійних ситуацій та ввімкнення переривчастої звукової системи екстреного оповіщення, яка сама вимикається.

8) Можливість отримання інформації про з датчика вуличної температури типу DS18B20/DS18S20 для користувача, щоб він міг сам налаштувати температуру в своєму приміщенні, або поставити температуру умовно системі, яка вже отримала ці дані та внесла зміни у програму.

9) Підключенні 4 порога контролю напруг електромережі (два пороги миттєвого відключення та два пороги сповільнення з затримкою та відключення вихідної напруги).

10) Можливість окремо налаштовувати налаштування порогів сповільненого та миттєвого виключення.

11) Можливість установки тимчасової затримки для порогів сповільненого вимкнення.

12) Можливість електричної калібровки ланцюгів вимірювання напруги (вольтметрів).

13) Реле пониження і підвищення напруг від заданих порогів сповільненого вимкнення, для керування виключення, для керування 3-х ступінчастим стабілізатором напруги автотрансформаторного типу.

14) Фіксований гістерезис (параметр, який визначає, наскільки точно реле реагує на зміни вхідного сигналу) для реле зниження та підвищення напруги в електромережі (5 Вольт).

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

15) Батарея резервного живлення (БРЗ) з можливістю контролю ступені заряду для захисту від перезаряду для роботи системи при відключенні електроенергії. Та має можливість інтеграції нових блоків та елементів до діючої системи, або можливість замінити застарілі блоки більш новими технічними рішеннями.

Варто відзначити, що у систему автоматизованого керування опалення вже був інтегрований новий модуль послідовного годинника реального часу DS3231, який замінив застарілий ІС годинник реального часу (RTC) PCF2129A. Виконаймо графічне (рисунок 2.3) та функціональне порівняння цих годинників реального часу:

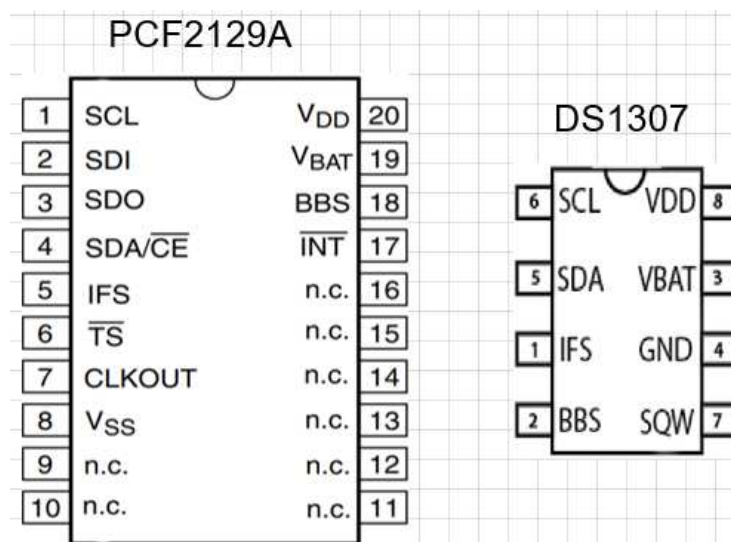


Рисунок 2.3 – Графічне представлення годинників реального часу моделі DS3231 та PCF2129A на принциповій схемі

Функціонально порівнюючи ці годинники реального часу можна з впевненістю сказати, що заміна годинників реального часу PCF2129A моделі на DS3231 було досить вдалим конструкторським рішенням, оскільки годинник реального часу (ГРЧ) DS3231 має ряд суттєвих переваг та особливостей, які найкращим чином підходять до розроблювальної системи автоматизованого керування опаленням, до цих переваг відносять: простоту у підключенні до Arduino та інших мікроконтролерів[15].

Є багато бібліотек, які підходять для роботи з DS3231; Модуль може працювати близько п'яти років завдяки вбудованій батареї; ГРЧ DS3231 забезпечує точний відлік часу навіть при відключенні живлення. Це дозволяє розробнику вести облік часу в проектах, навіть якщо мікроконтролер перезапускається або перепрограмується. Цей ГРЧ дозволяє точно вимірювати час і дату та забезпечує надійний контроль часу. Окрім заміни годинників реального часу PCF2129A моделі на DS3231, також був замінена літієва батарея GB1 CR2032 на іоністор (супер-конденсатор). Виконаймо графічне (рисунок 2.4) та функціональне порівняння літієвої батареї GB1 CR2032 та іоністора IN4148:

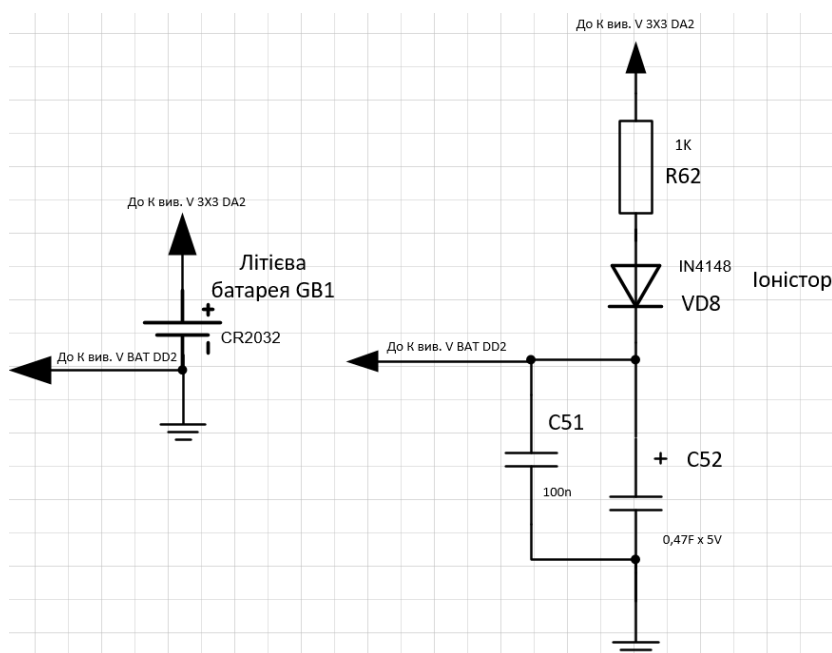


Рисунок 2.4 – Графічне представлення літієвої батареї GB1 CR2032 та іоністора IN4148

Іоністори мають велику ємність порівняно з батарейками, що дозволяє їм зберігати більше енергії. Крім цього іоністори можуть швидко заряджатися та віддавати енергію і при цьому працювати протягом багатьох циклів зарядки-розрядки[16]. Хоча іоністори і мають недоліки у вигляді втрати енергії з часом, нижчу напругу ніж в батарейках, але вони більше підходять для нашої автоматичної системи керування опаленням, оскільки вони мають велику ємність та швидку зарядку.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2.2.2 Огляд технічних характеристик вибраного обладнання системи автоматичного керування опалення

Важливим етапом розробки та проектування системи автоматизованого керування опаленням є вибір обладнання та огляд зовнішнього вигляду та технічних характеристик обладнання. Все це є важливо, оскільки знання технічних характеристик обладнання дозволить підібрати найбільш сумісне обладнання яке буде найлегше інтегрувати у новостворену систему. Розуміння технічних характеристик допоможе визначити, наскільки ефективно працюватиме вибране обладнання у всій системі, чи вистачить системі напруги, потужності, компактності та швидкості передачі даних, для інтеграції того чи іншого елемента.[17] Крім цього огляд технічних характеристик дозволить підібрати та налаштувати систему з врахуванням конкретних потреб та вимог та забезпечити надійність та стабільність роботи для всієї системи. Комбінація плат arduino ESP-8266 NodeMCU (WI-FI) та ATmega32A-AU Atmel може бути досить потужною та гнучкою для розробки різноманітних проєктів в інтернеті речей (IoT), вбудованих систем та автоматизації керування. Комбінування ESP8266 з ATmega32A-AU дає ряд значних переваг, оскільки високошвидкісні мережеві можливості мікроконтролера ESP8266 об'єднуються із простотою та надійністю роботи з периферійними пристроями мікроконтролера ATmega32A-AU. Мікроконтролер ESP8266 забезпечить зв'язок з Інтернетом та обробку віддалених команд, тоді як мікроконтролер ATmega32A-AU буде керувати сенсорами, реле, клапанами, та іншими пристроями, які забезпечують фізичну взаємодію з середовищем Blynk. Плата ATmega32A-AU була вибрана саме тому, що вона може використовуватись для керування енергоспоживанням та режимами сну пристрою[18]. Отже, дві вибраних плати розподіляють між собою завдання цим самим спрощуючи роботу всієї системи, а використання двох плат збільшує надійність всієї системи, оскільки система не залежить від одного мікроконтролера. Одним із найбільш важливим елементом системи автоматизованого керування опаленням є вибір обладнання, яке буде входити в центральний мікропроцесорний блок.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

У нашому випадку це буде мікропроцесорний блок на базі мікроконтролера ESP8266 плати ESP8266 NodeMCU Wi-Fi . ESP8266 NodeMCU Wi-Fi (рисунок 2.1) – це один з найбільш поширених та доступних модулів для бездротового з'єднання WI-Fi та розробки інтернет речей (IoT). Цей модуль базується на мікроконтролері ESP8266 від компанії “Espressive Systems”, який володіє вбудованим модулем WI-Fi[19]. Мікроконтролер ESP8266 оснащений процесором Tensilica L106 з тактовою частотою до 80 МГц. Він має вбудовану флеш-пам'ять для програм та даних і підтримує роботу з WI-Fi з'єднанням для передачі даних через мережу. Крім цього плата має регульований регулятор напруги, що дозволяє жити її від різних джерел живлення.



Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд плати arduino NodeMCU Wi-Fi V3
ESP8266 ESP-01

Плата має набір цифрових та аналогових входів/виходів (GPIO), які можна використовувати для підключення різних пристроїв та сенсорів. Також, плата оснащена роз'ємами, включаючи мікро-USB для живлення та зв'язку з комп'ютером, а також стандартні роз'єми для підключення зовнішніх пристроїв. Варто відзначити, що плата ESP8266 NodeMCU V3 Lua Wi-Fi підтримує відкритий код, що дозволяє розробникам використовувати різноманітні бібліотеки та інструменти розробки.

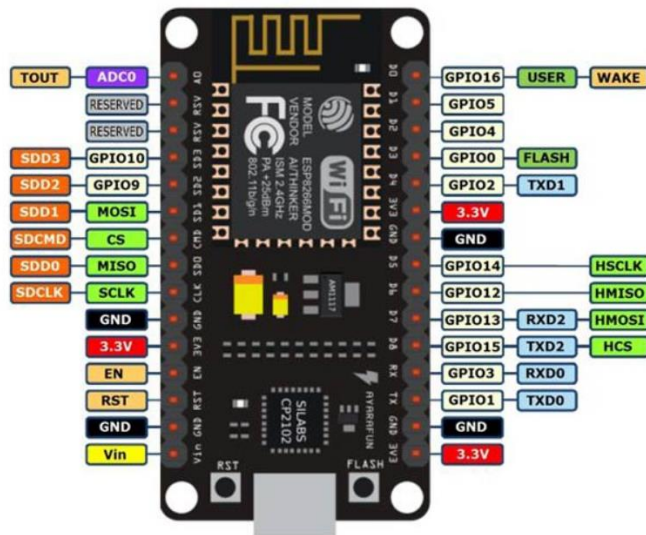


Рисунок 2.2 – Розпінування виводів плати arduino NodeMCU Wi-Fi V3
ESP8266 ESP-01

Для детального обґрунтування вибору плати arduino NodeMCU Wi-Fi V3 ESP8266 ESP-01 розглянемо її технічні характеристики таблиця 2.1.

Таблиця 2.1 – Параметри плати NodeMCU Lua Wi-Fi V3 ESP8266

Назва параметру	Значення
Мікросхема	ESP8266EX
Напруга живлення, В	2,5 3,6
Максимальний струм, що споживається, мА	215
Спосіб управління	АТ-команди
Робоча температура, °С	-40.....+125
Розміри модуля, мм	24,5 x 14

Для програмування плати ESP8266 NodeMCU через USB-порт комп'ютера потрібно використати USB-UART конвертер для забезпечення зв'язку між ESP8266 та комп'ютером. Для цього потрібно підключити конвертер до нашої плати ESP8266 NodeMCU і прошити плату написаною програмою написаною в середовищі IDE.

Також, для програмування плати потрібно буде завантажити драйвер який працює з усіма операційними системами для USB-UART конвертера, який надається разом при покупці USB- UART конвертера[20].

У цьому проекті буде використаний модуль CP2102 перетворювача (конвертера) USB – UART. Конвертер перетворює сигнали USB на сигнали UART і навпаки, що дозволяє передавати дані між комп'ютером і платою. Зазвичай перетворювача USB – UART використовують для завантаження програмного забезпечення на нашу плату для взаємодії з нею через комп'ютер та прошивки нашого мікроконтролера ESP8266 та задання йому функціональних можливостей. Отже, перетворювач USB - UART CP2102 можна назвати програматором наших плат ESP8266 NodeMcu Lua WIFI V та ATmega32A-AU.



Рисунок 2.3 – Зовнішній вигляд перетворювача USB - UART CP2102

Таблиця 2.2 – Параметри перетворювача USB - UART CP2102

Назва параметру	Значення
Мікросхема	CP2102
Напруга живлення, В	4 5,2
Вихідна напруга, В	3,3 В – 5 В
Швидкість передачі	300 біт/секс 1 Мбіт/секс
Робоча температура, °С	-40.....+85
Підтримка	USB 2.0

АТmega32А-AU - це один з популярних 8-бітних мікроконтролерів, вироблених компанією Microchip (раніше Atmel). Він має велику кількість вбудованих периферійних пристроїв, таких як GPIO-піни, ADC, UART, SPI, I2C, та інші[21]. АТmega32А-AU часто використовується у вбудованих системах, контролерних пристроях та різноманітних додатках, де не потрібна висока швидкість та потужність, але важлива надійність та простота використання.

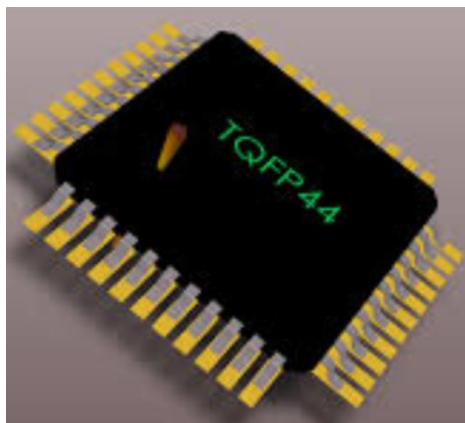


Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд плати arduino АТmega32А-AU Atmel

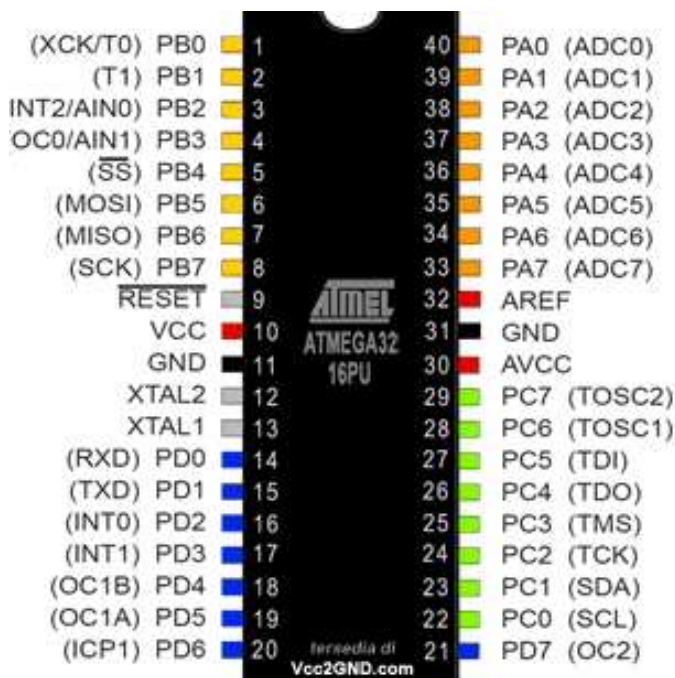


Рисунок 2.5 – Розпінування виводів плати arduino АТmega32А-AU Atmel

Для детального обґрунтування вибору плати arduino ATmega32A-AU Atmel та розглянемо її технічні характеристики таблиця 2.3.

Таблиця 2.3 – Параметри плати arduino ATmega32A-AU Atmel

Назва параметру	Значення
Виробник	Atmel
Тип ядра	AVR
Частота, МГц	16
Кількість входів/виходів	44
Живлення, В	2,7.....5,5
Розрядність	8-біт
Робоча температура, °С	-40....+85
Мінімальна напруга живлення, В	2,7
Максимальна напруга живлення, В	5,5
Розмір флеш-пам'яті, Кб	32

Для підключення мікроконтролера ATmega32A-AU від компанії Atmel та плати Arduino, яка містить мікроконтролер ESP8266 (ESP8266 NodeMCU), можна використовувати різні інтерфейси зв'язку, такі як UART, SPI або I2C. Оскільки нам потрібен простий та ефективний протокол зв'язку за допомогою якого можна було б підключатися до кількох пристроїв то буде використаний інтерфейс зв'язку I2C (Inter-Integrated Circuit). Для успішного підключення потрібно підключити SDA (Serial Data) та SCL (Serial Clock) пини ATmega32A-AU до відповідних пинів ESP32, а саме до пинів SDA на D2 та SCL на D1, при цьому релеїний модуль підключатиметься на D5 а датчики на D4[21].

Один мікроконтролер виступатиме як майстер – мікроконтролер ESP8266, а мікроконтролер ATmega32A-AU виступає пристроєм. Після цього проводиться налаштування I2C для відповідності між обома пристроями, включаючи адресу пристрою, швидкість передачі даних тощо. Вибір саме інтерфейс зв'язку I2C (Inter-Integrated Circuit) має ряд суттєвих переваг у порівнянні з інтерфейсами UART та SPI.

До таких перевах відноситься простота з'єднання, оскільки існує можливість підключення кількох пристроїв на одній шині. Крім цього інтерфейс I2C дозволить підключати багато пристроїв до одного мікроконтролера за допомогою лише двох пінів. Також, завдяки адресному простору інтерфейса I2C можна легко додавати або вилучати пристрої з шини без зміни апаратного з'єднання. Ще цей інтерфейс має розширені можливості керування та високою швидкістю передачі даних включаючи системи з реальним часом.

Для встановлення фізичного з'єднання та налаштування зв'язку слід з'єднати піни, призначені для I2C на ESP8266 та ATmega32A-AU за допомогою проводів (шина). Піни SDA – для передачі даних та SCL – для генерації тактових імпульсів. Для шини I2C знадобляться підтягуючі резистори на лініях SDA та SCL для забезпечення стабільної роботи шини. Важливо перевірити, щоб вибрані датчики підтримували протокол I2C для зв'язу з платами. Після встановлення фізичного з'єднання та налаштування зв'язку через вибраний інтерфейс, потрібно розробити програмне забезпечення для кожного мікроконтролера, щоб вони взаємодіяли один з одним за вашими потребами. Крім цього слід врахувати електричні характеристики кожного піна та дотримуватися вимог щодо напруги та струму, щоб уникнути пошкоджень пристроїв. Зазвичай інтерфейс I2C дозволяє підключити щонайбільше 112 (127) пристроїв до однієї шини. При підключенні пристроїв до шини, також важливо враховувати фізичні обмеження електричного опору та ємності шини, що можуть обмежувати максимальну довжину шини, що обмежує кількість підключень.

Після цього розглянемо вибрані опалювальні датчики HTU21D, датчики TDS18x20 та DS18B20/DS18S20. Датчик HTU21D - це сучасний датчик, що пропонує точне та надійне вимірювання температури і відносної вологості в оточуючому середовищі. Він представляє собою витончений продукт від світового лідера в галузі вимірювальних пристроїв - компанії Measurement Specialties (TE Connectivity). Цей датчик вражає своєю неймовірною точністю, надійністю та має низьке енергоспоживання, що робить його найкращим вибором для вимірювання параметрів навколишнього середовища.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

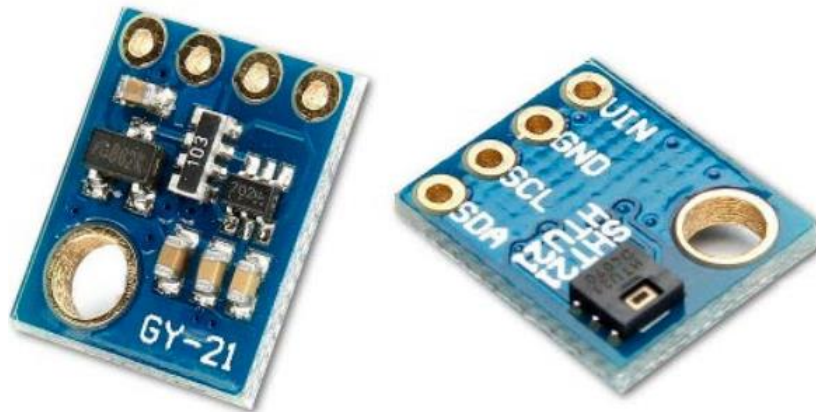


Рисунок 2.6 – Зовнішній вигляд сенсора HTU21D

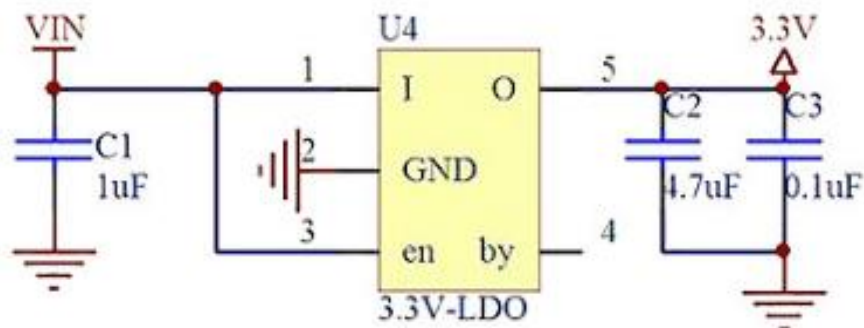


Рисунок 2.7 – Зовнішній вигляд внутрішньої будови сенсора HTU21D

Для детального обґрунтування вибору сенсора HTU21D та розглянемо його технічні характеристики таблиця 2.4.

Таблиця 2.4 – Параметри сенсора HTU21D

Назва параметру	Значення
Габаритні розміри, мм	12 x 10
Діапазон вимірювання вологості, %	0...100
Діапазон вимірювання температури, ° C	-40....+105
Точність вимірювання вологості, %	±2
Інтерфейс	I2C
Напруга живлення, В	3,3....5

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Сенсори DS18x20 - це невеликі, але потужні пристрої, які забезпечують точне та надійне вимірювання температури в різних середовищах. Їх популярність зумовлена не лише високою точністю та широким діапазоном вимірювань, а й простотою використання, що робить їх популярними у проектах будь-якого рівня складності. З DS18x20 можна отримати надійні дані про температуру у реальному часі, що робить їх ідеальними для застосувань у сферах від промисловості до побутового використання.



Рисунок 2.8 – Зовнішній вигляд сенсора DS18B20 (водонепроникний)

Таблиця 2.5 – Параметри сенсора DS18B20 (водонепроникний)

Назва параметру	Значення
Габаритні розміри, мм	12 x 10
Діапазон вимірювання вологості, %	0...100
Діапазон вимірювання температури, ° C	-55....+125
Точність вимірювання, ° C	±0.5
Червоний дріт – VCC (живлення)	
Зелений (синій, жовтий) дріт – Data (дані)	
Жовтий (чорний) дріт – GND (Земля)	
Напруга живлення, В	+3....+5,5

Сенсори DS18S20 відзначаються високою точністю вимірювання температури, широким діапазоном вимірювань від -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$, простотою використання завдяки інтерфейсу 1-Wire, низьким енергоспоживанням, що робить їх ефективними для застосувань з обмеженими джерелами живлення, та компактним розміром, що спрощує їх використання в проектах з обмеженими просторовими умовами.

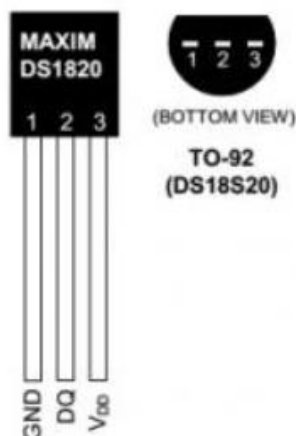


Рисунок 2.9 – Зовнішній вигляд сенсора DS18S20

Для детального обґрунтування вибору сенсора DS18S20 та розглянемо його технічні характеристики таблиця 2.6.

Таблиця 2.6 – Параметри сенсора DS18S20

Назва параметру	Значення
Розрядність	9-біт
Діапазон контрольованих температур, $^{\circ}\text{C}$	$-10\dots+85$
Діапазон вимірювання температури, $^{\circ}\text{C}$	$-55\dots+125$
Точність вимірювання, %	$\pm 0,5$
Максимальний час повного 9-ти розрядного перетворення, мс	750
Напруга живлення, В	$3,0\dots 5,5$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КПТР.020049.01.01 ПЗ

Арк.

47

У системі автоматизованого керування опаленням буде інтегровано 5 сенсорів HTU21D і 6 водонепронекних сенсорів DS18B20 для забезпечення точного моніторингу та регулювання температури і вологості. Для забезпечення точності контролю кліматичних параметрів у приміщенні планується використання сенсорів HTU21D, які вимірюють як температуру, так і вологість[22]. Два з цих сенсорів будуть розміщені в котельній для контролю умов в критичних зонах. Ще три сенсори будуть встановлені в інших – на вході в систему опалення для відстеження температури вхідного потоку. Чотири додаткових сенсори будуть розташовані в різних зонах трубопроводів, що дозволить здійснювати детальний контроль температурних параметрів у всіх частинах системи. Таке розміщення сенсорів забезпечить ефективний моніторинг і управління температурними показниками, підвищуючи комфортність та енергоефективність системи опалення.

Оскільки система автоматизованого керування опаленням працюватиме на напрузі 3,3 В, то необхідно забезпечити живленням всю мережу. Окрім резервного живлення буде задіяне саме живлення з розетки – 220 В змінного струму потрібно перетворити на 3,3В. Для цього будуть задіяні два пристрої: імпульсний блок живлення Віом 12 Вольт 300 Ватт (який перетворюватиме 220В змінного струму в 12 В постійного струму) та знижувальний перетворювач 300 Вт 20 А модуль DC струму (який перетворюватиме 12В в 3,3 В постійного струму).

Імпульсний блок живлення Віом 12 Вольт 300 Ватт, металевий IP20 - це компактний пристрій, який забезпечує надійне живлення для різноманітних електричних пристроїв[23]. Виготовлений з високоякісних матеріалів із захистом від вологи та пилу за стандартом IP20, цей адаптер забезпечує безпеку та надійність у будь-яких умовах. Завдяки потужності 300 Ватт і напрузі 12 Вольт, він забезпечує ефективне живлення навіть для вимогливих пристроїв. Ідеально підходить для використання в домашніх, офісних або промислових умовах. Трансформатор з напругою 220V DC і струмом 25А забезпечить стабільну роботу вашого обладнання без перебоїв та перегрівання.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48



Рисунок 2.10 – Зовнішній вигляд імпульсного блоку живлення Біом 12 Вольт 300 Ватт

Для детального обґрунтування вибору сенсора DS18S20 імпульсного блоку живлення Біом 12 Вольт 300 Ватт та розглянемо його технічні характеристики таблиця 2.7.

Таблиця 2.7 – Параметри імпульсного блоку живлення Біом

Назва параметру	Значення
Вихідна потужність, Вт	300
Вихідна напруга живлення (DC), В	12
Робоча напруга живлення, В	200...240
Тип охолодження	пасивний
Розмір, мм	335x53x22
Струм на виході, А	25

Знижуючий перетворювач працює на основі принципу широтно-імпульсної модуляції (ШІМ). Контролер регулює час, протягом якого комутаційний транзистор залишається вимкненим або вимкненим. Коли транзистор увімкнений, енергія накопичується в індуктивності.

Коли він вимикається, накопичена енергія передається до навантаження через діод, підтримуючи стабільну вихідну наругу. Знижуючий перетворювач 300Вт 20А модуль DC струму– потужний пристрій, який призначений для зниження наруги та забезпечення стабільного живлення пристроїв з низькою наругою[24]. Цей модуль постійного струму дозволяє легко забезпечити живлення пристроїв з наругою 3,3 В, забезпечуючи високу ефективність та низький рівень витрати енергії. Він ідеально підходить для використання, де потрібні точні налаштування наруги та стабільне живлення, як смартфони, мікроконтролери, світлодіодне освітлення та інші електричні пристрої. Крім того перетворювач має вбудовані захисти від перенаруги, перевантаження та короткого замикання, що забезпечить безпеку системи від перенавантажень та перенаруги.

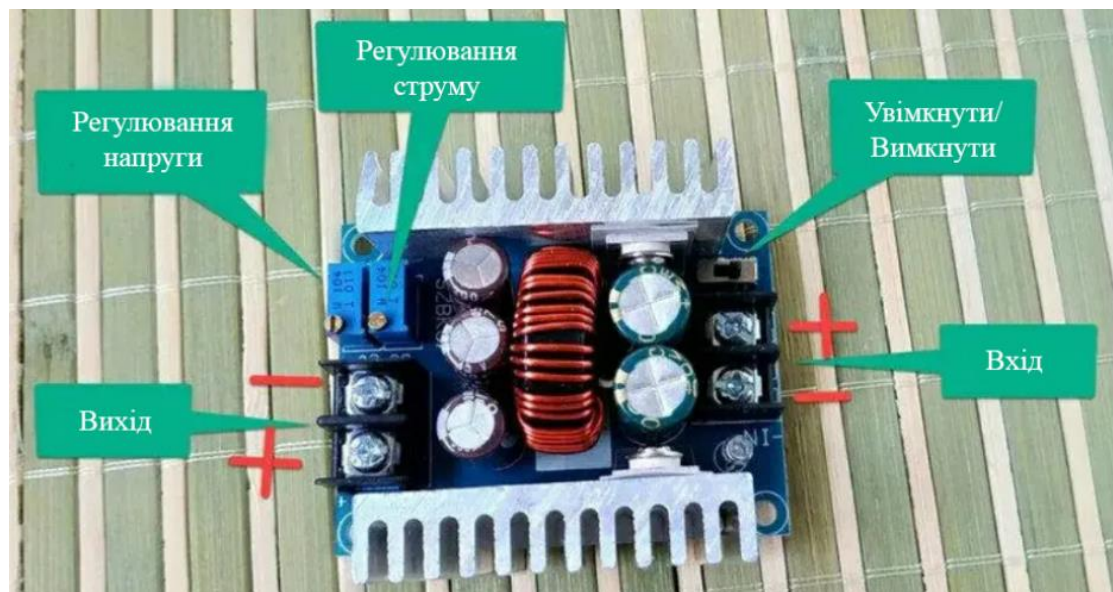


Рисунок 2.11 – Зовнішній вигляд знижувального перетворювача 300 Вт 20 А модуль DC струму

Для детального обґрутування вибору знижувального перетворювача 300 Вт 20 А модуль DC струму та розглянемо його технічні характеристики таблиця 2.8.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Таблиця 2.8 – Параметри знижувального перетворювача 300 Вт 20 А

Назва параметру	Значення
Вхідна напруга, В	6.....40
Вихідна напруга живлення (регульована), В	1,2...36
Максимальний вихідний струм, А	20
Діапазон регулювання вихідного струму, А	0,3....20
Вихідна пульсація, %	до 95%
Розміри, мм	60x53x27

Після цього доцільно буде описати вибране реле керування опальним обладнанням (G6K-2F-Y-3VDC від компанії Omron). Це є електромеханічне реле, яке призначене для перемикання електричних сигналів від постійного до змінного струму або навпаки. Тому вона буде більш дешевою порівняно з іншими моделями, але по надійності та можливостям нічим не гірша. Зазвичай таі реле застосовують для комутації електричних сигналів, таких як ввімкнення та вимкнення живлення для різних пристроїв.

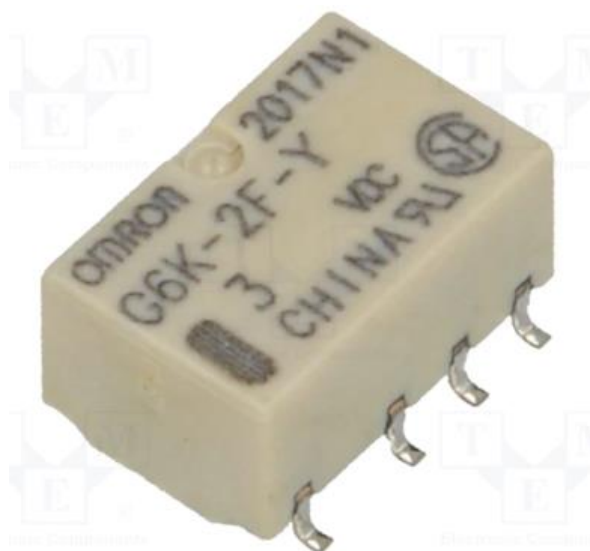


Рисунок 2.12 – Зовнішній вигляд реле керування опалювальним обладнанням G6K-2F-Y-3VDC від компанії Omron

У випадку нашої САКО реле використовуватиметься за такими призначеннями: реле захисту від перенапруги в мережі (1шт.), реле керування живленням GSM (1шт.), реле керування опалювальним обладнанням: котлом та насосом (2шт.), реле керування перемиканням резервного живлення (1шт.)[25]. Всього знадобиться п'ять таких реле у спроектованій системі автоматизованого керування опаленням. Важливим аспектом при встановленні та експлуатації подібних реле є саме врахування напруги в мережі та правильне налаштування кожного реле враховуючи технічні характеристики підключеного до нього обладнання. Для цього необхідно детально ознайомитись з технічними характеристиками реле керування опальним обладнанням (G6K-2F-Y-3VDC від компанії Omron).

Для детального обґрунтування вибору реле керування опальним обладнанням (G6K-2F-Y-3VDC від компанії Omron) розглянемо його технічні характеристики таблиця 2.9.

Таблиця 2.9 – Параметри реле керування G6K-2F-Y-3VDC

Назва параметру	Значення
Номінальна напруга котушки, В	3
Опір котушки, Ом	91
Час спрацювання, мс	3
Час розімкнення, мс	3
Робоча температура, °С	-40...+70
Зовнішні розміри, мм	10x6,5x5,2
Растр виводів, мм	3,2
Серія реле	G6K
Монтаж	SMD
Струм котушки, мА	33
Споживана котушкою потужність, мВт	100

Розглянемо резервне джерело живлення – акумулятор Renogy Deep Cycle AGM Battery 12 В 100 Аг.

Його застосування в різноманітних варіантах, зокрема в системах автоматизованого керування опаленням, дозволяє забезпечити стабільне та ефективне функціонування. Завдяки напрузі 12 вольт та вражаючій ємності 100 ампер-год цей акумулятор може надовго забезпечити потужність необхідним приладам. Його основний принцип дії полягає у забезпеченні вільної циркуляції електроліту між пластинами, що гарантує стабільну роботу та тривалий термін служби. Технологія AGM забезпечує високу стійкість до глибокого розряду, а герметичний корпус гарантує безпеку, надійність та тривалий термін служби. Такі акумулятори зазвичай більш стійкі до глибокого розряду і зворотній зарядці, ніж звичайні автомобільні акумулятори. Технологія AGM забезпечує велику стійкість до глибокого розряду, а герметичний корпус забезпечує безпеку і надійність експлуатації. Знижена саморозрядка гарантує тривалу збереження заряду, навіть при тривалому зберіганні. Цей акумулятор є ідеальним вибором для систем опалення, де потрібна надійна та ефективна робота без перебоїв.



Рисунок 2.13 – Зовнішній вигляд акумулятора резервного живлення Renogy Deep Cycle AGM Battery 12 В 100 Аг

Для детального обґрунтування вибору акумулятора резервного живлення Renogy Deep Cycle AGM Battery та розглянемо його технічні характеристики.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Таблиця 2.10 – Параметри акумулятора резервного живлення Renogy Deep Cycle AGM Battery 12 В 100 Аг

Назва параметру	Значення
Напруга, В	12
Ємність акумулятору, А.г	220
Струм заряду, А	22
Тип акумулятору	AGM
Вага, кг	32
Розміри, мм	151x65x101
Тип виведення (клеми)	F-M8
Термін експлуатації (за 20 °С), років	10

OLED-дисплей SSD1306 3,3 В – графічний дисплей з високою роздільною здатністю, який використовує технологію органічних світлодіодів (OLED) для відображення інформації. Його основним призначенням є відображення тексту, графіків та символів у реальному часі.



Рисунок 2.14 – Зовнішній вигляд OLED-дисплею SSD1306

Для детального обґрунтування OLED-дисплею SSD1306 таблиця 2.11.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Таблиця 2.11 – Параметри OLED-дисплею SSD1306

Назва параметру	Значення
Напруга живлення, В	3,3...6
Тип екрану	OLED
Розмір екрану	0,91
Роз'єм	4-пін
Ширина, мм	12
Довжина, мм	38
Роздільна здатність дисплею	128*32

Обраний OLED-дисплей відрізняється своєю економічністю та високим контрастом, що робить його ідеальним для зчитування інформації навіть в умовах яскравого освітлення. Легке підключення через інтерфейс I2C дозволяє легко і швидко підключити кілька таких дисплеїв до будь-якого мікроконтролера.

Для підключення мікроконтролерів до пристроїв, які вибирають інтерфейс RS232, використовуйте адаптер MAX3232 TTL-COM RS232 Arduino.

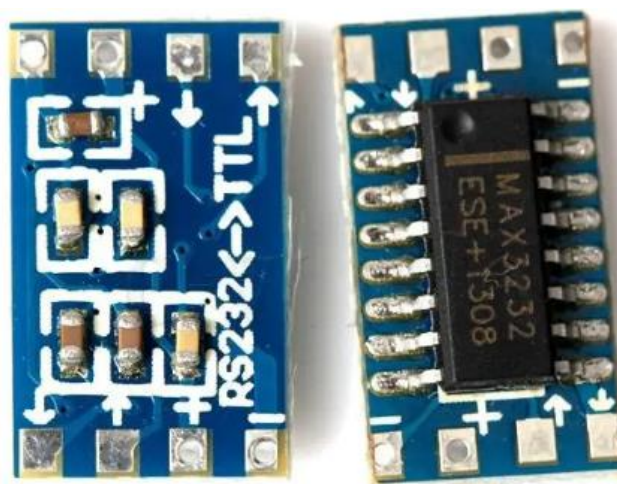


Рисунок 2.15 – Зовнішній вигляд адаптер MAX3232 TTL-COM RS232

Цей пристрій призначений для перетворення сигналів TTL (Transistor-Transistor Logic) у сигнали рівня RS232 і навпаки. Використання адаптера

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MAX3232 TTL-COM RS232 Arduino дозволяє мікроконтролерам ефективно взаємодіяти з пристроями, оснащеними стандартним інтерфейсом RS232.

Для детального обґрунтування адаптера MAX3232 TTL-COM RS232 Arduino таблиця 2.12.

Таблиця 2.12 – Параметри адаптера MAX3232 TTL-COM RS232 Arduino

Назва параметру	Значення
Конвертер зібраний на мікросхемі	MAX3232
Напруга живлення, В	3...5
Оптимальна напруга живлення	3,3...5,1
Споживаний струм, мА	2
Розмір, мм	15,9x9,4
Підтримується операційними системами	Win7,Vistal,XP,2000,ME,98

Інтерфейс RS232 забезпечує надійний зв'язок на відстані до 15 метрів без втрати якості сигналу. Це особливо важливо у великих будівлях або промислових приміщеннях, де компоненти системи опалення можуть бути розташовані на значній відстані один від одного. Використання адаптера MAX3232 дозволяє захистити мікроконтролер від електричних перешкод і перенапруг, які часто виникають в промислових умовах[26]. Це надійність і довговічність системи автоматизованого керування опаленням. Адаптер MAX3232 забезпечує також гнучкість у розширеній автоматизованій системі керування опаленням. Він дозволяє підключати до мікроконтролера додаткові модулі та сенсори через інтерфейс RS232, що спрощує додавання нових функцій та можливо адаптер забезпечує відповідність промисловим стандартам, стабільний цей зв'язок на значних відстанях, захист сигналу, легкість інтеграції з існуючими системами, гнучкість у розширенні та простоту використання.

Вибрана мікросхема DS3232 є ключовим елементом для точного відстеження часу і дати, що важливо для ефективного управління системами опалення[27]. Вона дозволяє забезпечити точне планування роботи опалювального обладнання.

Це сприяє підвищенню енергоефективності та комфорту користувачів. Завдяки можливості резервного живлення, DS3232 гарантує безперервну роботу системи навіть при відключенні основного джерела живлення. Усі ці особливості роблять мікросхему DS3232 незамінним компонентом у системах автоматизованого керування опаленням.

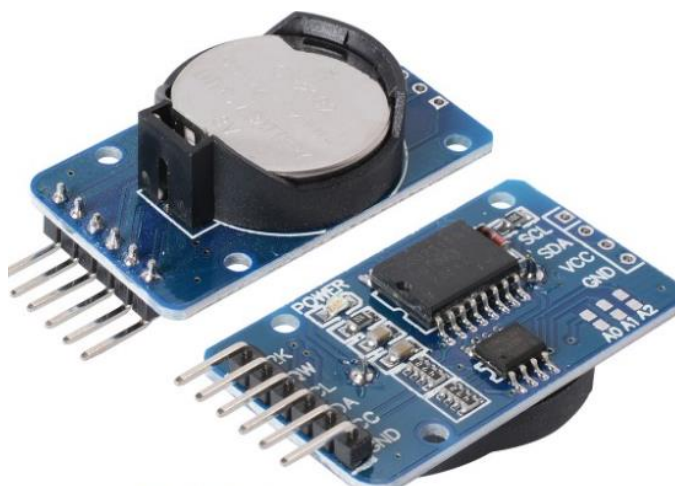


Рисунок 2.16 – Зовнішній вигляд мікросхеми DS3232

Для детального обґрунтування мікросхеми годинника реального часу DS3232 таблиця 2.13.

Таблиця 2.13 – Параметри мікросхеми годинника реального часу DS3232

Назва параметру	Значення
Робоча напруга живлення, В	3...5,5
Точність внутрішнього цифрового датчика температури, °С	3
Два режими шини I2C, кГц	100, 400
Робочий температурний діапазон, °С	0...+70
Стабільність генератора ± 2 ppm у діапазоні температур, °С	0...+40
Стабільність генератора $\pm 3,5$ ppm у діапазоні температур, °С	-40...+85

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Масив транзисторів UNL2803A є продуктивним компонентом, який включає в себе разом з транзисторами Дарлінгтона з відкритим колектором[28]. Цей пристрій може використовуватися для керування реле, що відповідає за ввімкнення та вимкнення різних компонентів системи опалення, таких як котли, насоси та інші виконавчі механізми. Кожен з восьми каналів здатен управляти окремим реле. Вбудовані захисні діоди забезпечують безпеку при роботі з індуктивними навантаженнями, такими як електромагнітні клапани та реле, запобігаючи запобіганню компонентів через індуквані напруги.



Рисунок 2.17 – Зовнішній вигляд масиву транзисторів UNL2803A

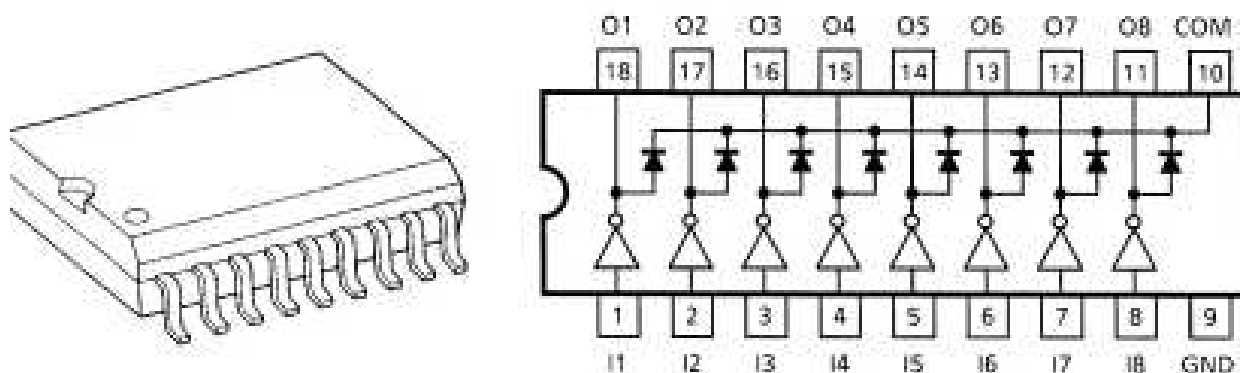


Рисунок 2.18 – Зовнішній вигляд розмінування виводів масиву транзисторів дарлінгтона UNL2803A

Для детального обґрунтування масиву транзисторів дарлінгтона UNL2803A
таблиця 2.14.

Таблиця 2.14 – Параметри масиву транзисторів дарлінгтона UNL2803A

Назва параметру	Значення
Тип мікросхеми	Імпульсний стабілізатор напруги
Вихідна напруга, В	3,3 В
Максимальний струм навантаження, А	1
Вхідна напруга, В	4,5 40
Захист від перенапруги	Так
Захист від короткого замикання	Так
Захист від перегріву	Так
Рообоча температура, °С	-40.....+125
Корпус	SMD (SOP-18)
Максимальна потужність, що розсіюється, Вт	1,47
Максимальний вихідний струм, мА	500

Використання UNL2803A для керування опальними компонентами дозволяє зменшити споживання енергії, що є ключовим фактором для створення енергоефективних систем. UNL2803A є універсальним і надійним компонентом для автоматизованого керування опаленням. Він забезпечує просту інтеграцію з мікроконтролерами, ефективно управління високими струмами та напругами, а також захист від перенапруги. Завдяки своїм характеристикам та можливостям цей масив транзисторів є оптимальним вибором для побудови надійної та ефективної системи автоматизованого керування.

Розгляд технічних характеристик обладнання перед його купівлею є важливим, оскільки це дозволяє переконатися, що воно відповідає конкретним потребам, забезпечує необхідну продуктивність та ефективність, сумісне з існуючими системами, надійне та довговічне, економічно вигідне в експлуатації та безпечне у використанні.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Такий підхід допомагає уникнути непотрібних витрат, запобігти можливим поломкам і забезпечити оптимальну роботу системи в цілому. Дані про технічні характеристики САКО були занесені в таблицю 2.15.

Таблиця 2.15 – Технічні характеристики вибраного обладнання

Познач.	Найменування, характеристики	Кіл.	Примітка
	Джерела живлення		
GB1	Акумулятор Renogy Deep Cycle AGM Battery 13,2 В 100 Аг (100А/год, P= 1200 Вт/год)	1	
	Діоди		
VD1 (Vishay 1N4148)	4 пФ, $U_o = 100 \text{ В}$, $U_i = 75 \text{ В}$, $U_3 = 53 \text{ В}$	1	
VD2,VD3(Diodes Incorporated 1N4148W)	Падіння напруги при струмі $1 \text{ А} = 1 \text{ В}$, $I_{\text{max}} = 1 \text{ А}$ при $75 \text{ }^\circ\text{C}$	2	
VD4(Fairchild Semiconductor 1N4148)	$U_{\text{max об}} = 100 \text{ В}$, $U_{\text{сер об}} = 75 \text{ В}$, $I_{\text{max сер п}} = 150 \text{ мА}$, $P_{\text{розс}} = 500 \text{ мкВт}$	1	
	Запобіжники		
DA2, DA3 (Bourns MF-R030/26-0)	$U_{\text{max 63х..}} = \text{В}$, $U_{\text{вих}} = \text{В}$, $\pm\%$ та $\pm\%$	2	
	Індикатори освітлення(світло діоди) HL-112H95BC		
HL1-HL4	$I_{\text{прям}} = 20 \text{ мА}$, $P = 0,5 \text{ Вт}$	4	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КПТР.020049.01.01 ПЗ

Арк.

60

	Конденсатори (Panasonic EEU-FM1H221)		
C27- C28	20Ф, 5В	2	
C30, C32, C35	220 мкФ, 5В	3	
C29, C31, C33, C34, C36, C37, C38, C39, C40, C41, C44, C46 – C49, C50, C51	100пФ, 5В	18	
C43, C45	22 мкФ, 5В	2	
C52	0,47Ф, 5В	1	
	Іоністор		
VD8(IN4148)	$I_{\max \pi} = 300 \text{ мА}, U_{\pi} = 1\text{В}, U_{\max \text{об}} = 100\text{В}$	1	
	Мікросхеми		
U1	годинник реального часу моделі DS3231	1	
U2	(трансивер) MAX3232	1	
U3	Масив транзисторів Дарлінгтона UNL2803A	1	
U4-U5	Високопродуктивна плата ESP8266 NodeMCU Wi-Fi + плата Atmega32A-AU	1	
	Пристрої відображення інформації		
LCD1	Символьний дисплей OLED 16x2 SSD1306	1	
	Перемикачі		
SA1 – SA4	АВР резервного живлення	4	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КПТР.020049.01.01 ПЗ

Арк.

61

	Металоплівкові резистори Vishay CRCW0603		
R33, R35	10 k Ом, $\pm 1\%$	3	
R34, R62, R47- R50	1 k Ом, $\pm 1\%$	6	
R36 – R39	100 Ом, $\pm 10\%$	4	
R40-R41	3,3 k Ом, $\pm 3,3\%$	2	
R42-R46, R56- R57	100 Ом, $\pm 10\%$	7	
R51	0 Ом, немає точності (фактично провідник	1	
R52-R53	10 Ом, $\pm 10\%$	2	
R54	470 Ом, $\pm 10\%$	1	
R55	330 Ом, $\pm 10\%$	1	
R58-R61	300 Ом, $10\pm\%$	4	
	Транзистори		
VT1(BC548)	$I_{c \max} = 100\text{мА}$, $U_{cb \max} = 30\text{В}$, $U_{исе \max} = 30\text{В}$, $P_{\max} = 500\text{мВт}$	1	біполярний

*Примітка: U_o – обернена напруга, U_i – імпульсна напруга, U_3 – запираюча напруга, $U_{\max \text{ об}}$ - максимальна обернена напруга піку, $U_{\text{ср об}}$ – середня напруга оберненої поляризації, $I_{\max \text{ п}}$ – максимальний середній прямий струм, $P_{\text{розс}}$ – розсіювана потужність, $I_{\text{прям}}$ - прямий струм, $I_{c \max}$ - максимально допустимий колекторний струм, $U_{cb \max}$ – максимально допустима напруга колектор-база, $U_{исе \max}$ – максимально допустима напруга колектор-емітер, $U_{\max 65x}$ - максимальна вхідна напруга, $U_{\text{вих}}$ – вихідна напруга, P_{\max} – максимальна потужність.

Отже, у таблиці 2.11 була повністю розписана елементна база САКО, яка складається з: 3 АКБ з вбудованою схемою захисту, 4 діоди, 2 запобіжники, 4 індикатори освітлення, 26 конденсаторів, 1 іоністор (суперконденсатор), 4 мікросхеми, 1 пристрій для відображення даних, 4 АВР перемикачі резервного живлення, 31 резистор та 1 біполярний транзистор.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛУ АЛГОРИТМУ РОБОТИ ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

3.1 Розробка програмного забезпечення, інтерфейсу та алгоритму роботи BLYNK в системі автоматичного керування опаленням

3.1.1 Особливості застосування сервісу Blynk IoT

Останнє десятиліття використання IoT речей стало дуже популярним у таких сферах як: транспорт, промисловість, медицина, сільське господарство та навіть у побутових пристроях, у системах розумного дому (Smart Home) та розумного міста (Smart City). Очевидним стає той факт, що технології IoT речей будуть активно будуть модернізуватися існуючі рішення і розроблятися абсолютно нові рішення для вирішення тих чи інших потреб населення. З активним розвитком 5G мереж інтернету розвиток IoT речей ще більш пришвидшився, оскільки швидкість та кількість передачі даних за певний інтервал часу таких пристроїв збільшилася[29].

Можна сказати, що Blynk – це багатофункціональний користувацький сервіс для розробки мобільних додатків для IoT речей, який працює за подібним принципом (рисунок 3.1):



Рисунок 3.1 – Принцип взаємодії між собою IoT пристроїв та їх підключення до сервісу Blynk IoT

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Цей сервіс має ряд переваг, які забезпечують використання подібних технологій покращеної якості продукції та робить його лідером на ринку подібної за функціональними можливостями продукції. До таких переваг можна віднести:

Можливість автоматизації у багатофункціональному сервісі Blynk можна налаштувати автоматизацію використовуючи вбудований механізм тригерів (triggers), за рахунок цього існує можливість реагувати на певні події, або зміни певних станів IoT пристроїв для виконання певних дій.

Можливість сервісу Blynk використовувати більш захищені протоколи для передачі даних між мобільними пристроями та IoT пристроями, а саме HTTPS, які мають суттєву перевагу у захисті порівнюючи їх з протоколами HTTP.

Користувацький сервіс Blynk має можливість використовувати різноманітні мікроконтролери, таких як: ESP8266, ESP32, Arduino, Rspberry Pi та багато інших, що дає більші можливості використовувати його у різноманітних проектах з різними використовуючи різноманітне обладнання для досягнення найбільшої ефективності роботи того чи іншого проекту.

Можливість Blynk значно спрощує розробку IoT проектів, шляхом використання готових блоків – віджетів (widgets), які використовуються безпосередньо для створення інтерфейсу, а також є досить простими у налаштуванні та експлуатації. Тому використання Blynk є досить популярним не тільки серед професіоналів та спеціалістів у програмуванні чи електроніці, але і серед новачків, які без глибоких знань у електроніці можуть використовувати подібні технології.

Крім цього варто зазначити, що Blynk має можливість синхронізуватися з такими хмарними середовищами для збереження даних таких як: Blynk Cloud, Google Drive та навіть Dropbox. Це є дуже зручною перевагою, оскільки можна легко зберігати дані в тому чи іншому вигляді при цьому не вичерпуючи ресурс свого комп'ютера.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Vlynk – активно використовується для розробки мобільних додатків для IoT, який надає можливість швидко створювати зручні та багатофункціональні користувацькі інтерфейси для керування та моніторингом підключених пристроїв.

Таким чином можна сказати, що використання додатку Vlynk надаватиме можливість власнику контролювати температуру в приміщенні через Wi-Fi на відстані. Крім цього можна буде легко налаштовувати режим опалення, графік температур, сповіщення та інші параметри дозволять власникам проводити аналіз та вдосконалення системи керування опаленням. Vlynk також, забезпечує надійність та безпеку з'єднання між пристроями та серверами, що є дуже важливим фактором для забезпечення стабільної роботи системи автоматизованого керування опаленням і захисту від несанкціонованого доступу. Також, завдяки гнучкості та розширюваності платформи Vlynk користувачі зможуть легко додавати нові пристрої та функціональність до системи керування опаленням у майбутньому. Ще застосування саме цієї технології дозволяє раціонально керувати споживанням енергії на опалення, встановлюючи оптимальні температурні режими відповідно до потреб користувача, що у свою чергу зменшує витрати на опалення. Варто відзначити екологічність, оскільки оптимізація роботи опалювальної системи дозволить зменшити викиди вуглекислого газу та інших забруднюючих речовин. Отже, можна сказати що використання технології Vlynk IoT буде розумним вибором для створення системи автоматизованого керування опаленням власної розумної системи керування та моніторингу роботи всієї системи опалення.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

3.1.2 Розробка алгоритму роботи та інтерфейсу для системи автоматизованого керування опаленням

Варто відзначити користь Blynk, оскільки з його допомогою можна керувати апаратним забезпеченням віддалено, крім цього він може зберігати значний обсяг даних, приймати данні з датчиків температури, вологи та інших і передавати ці дані по захищеному каналі на сервер Blynk, де користувач зможе детально відстежувати роботу та дистанційно керувати всією САКО[30]. Для розробки ефективного алгоритму роботи системи автоматичного керування опаленням потрібно використовувати стандартні бібліотеки для програмного забезпечення плати ESP8266 NodeMCU Wi-Fi (iFT232-s16), оскільки їх використання надають багато чисельних переваг при розробці, до таких переваг відносять:

1) Спрощення підтримки коду: Коли при використанні стандартних бібліотек інші розробники легше зрозуміють ваш код, оскільки вони вже використовували подібні рішення.

2) Оптимізація ресурсів: стандартні бібліотеки можуть бути оптимізовані та покращені для конкретної апаратної платформи або певного технічного рішення, що підвищує продуктивність програмного забезпечення.

3) Ефективність розробки: використання стандартних бібліотек можуть надавати приклади готових рішень для вирішення типових завдань, що суттєво полегшує та пришвидшує розробку програмного забезпечення, оскільки розробники не витрачають свою годину на написання коду із самого початку.

4) Надійність та стабільність: зазвичай, використання стандартних бібліотек забезпечує надійність та стабільність роботи коду при його реалізації, що допомагає уникнути небажаних проблем з виданням помилок при прошивці того чи іншого програмного забезпечення.

5) Підтримка виробником: підтримка виробником стандартних бібліотек своєї продукції надає перевагу при їх використанні, оскільки ESP8266 отримують оновлення, що є дуже важливим аспектом для забезпечення сумісності з новими та покращеними версіями апаратної програмної частини.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Для досягнення оптимальних результатів при розробці справжнього проекту важливо збалансувати використання стандартних бібліотек та додаткових ресурсів, які мають специфічні відхилення у стандартному коді, але є потрібним для реалізації потреб того чи іншого розроблювального проекту. Програмне забезпечення для плати ESP8266, яке розроблене з використанням стандартних бібліотек і підійде для реалізації проекту системи автоматизованого керування опаленням:

- 1) ESP8266WiFi;
- 2) LiquidCrystal та LiquidCrystal_12C-master ;
- 3) OneWire;
- 1) SimpleTimer-master;
- 2) Adafruit_GFX і TFT;
- 3) WebServer;

Отже, вибір правильних стандартних бібліотек та додаткових бібліотек в залежності від потреб реалізації нашого проекту є важливим етапом потрібним для подальшого створення алгоритму роботи самої IoT-системи автоматизованого керування опаленням. Роботу всієї системи за можна розбити на етапи. Збір даних про температуру – система постійно отримує дані про температуру в приміщенні за допомогою датчиків, які підключені до мікроконтролера ESP8266. Передача даних до Blynk – зібранні дані надсилатимуться до сервера Blynk через Інтернет за допомогою Wi-Fi. Це може бути зроблено з використанням Wi-Fi модуля, який підключений до мікроконтролера. Відображення даних у додатку Blynk – у додатку Blynk користувач зможе побачити дані про температуру, які надійшли з датчиків на відповідному графіку або віджеті. Встановлення цільової температури та вологості – користувач може встановити бажану вологість та температуру опалення через додаток Blynk, за допомогою слайдерів та налаштувати потрібну температуру за допомогою термостату Nest Learning Thermostat.

Аналіз поточної температури – система періодично порівнює отримані дані про температуру з цільовою температурою, щоб визначити, чи потрібно включити або виключити опалення.

					<i>КПТР.020049.01.01 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

Реалізація внесених змін: на основі порівняння поточної температури з цільової, система вмикатиме або вимикатиме опалення, використовуючи реле, яке підключене до мікроконтролера. Повторення циклу – цей процес триватиме постійно, збираючи дані, аналізуючи їх і вживаючи відповідних заходів з управлінням опаленням для підтримки бажаної температури.

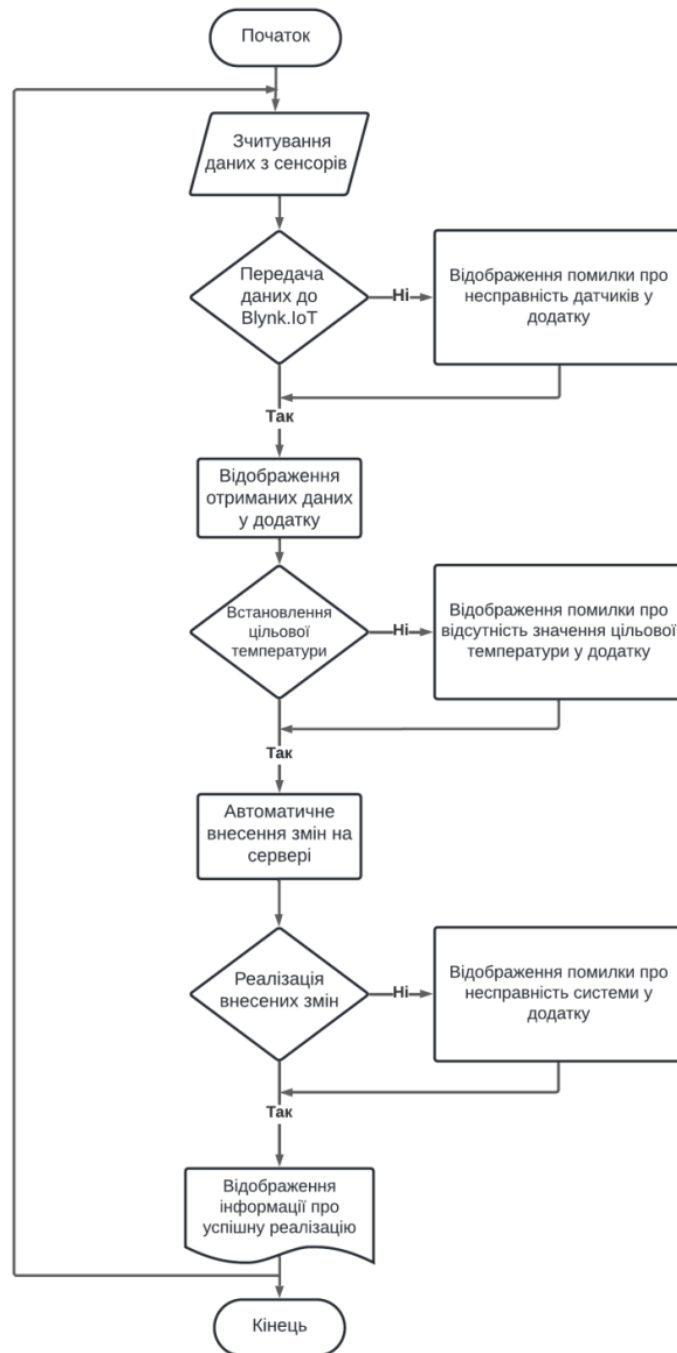


Рисунок 3.2 – Блок-схема алгоритму роботи веб-сервісу системи автоматизованого керування опаленням

Отже, після детального опису роботи веб-сервісу системи автоматизованого керування опаленням варто детально описати роботу всіх проведених в ньому операцій. Оскільки весь алгоритм написаний за принципом умов та наслідків, що можна порівняти з умовами у мові програмування Python (так, ні). Тобто якщо не виконується одна умова, то спрацьовує так званий запасний (резервний) варіант, при чому він не відхиляється від основної ланки алгоритму а виконує дії по колу всеодно приходячи до того самого результату. Вся робота алгоритму починається з того, що система постійно отримує дані про температуру та вологість в приміщенні за допомогою датчиків, які підключені до мікроконтролера ESP8266. Якщо ж дані за якоїсь причини не приходять до сервера, то спрацьовує резервний протокол, та користувачу приходять повідомлення про несправності датчиків або про те, що датчики справні, але існують проблеми саме з відправкою отриманих даних до сервера. Після відображення даних у додатку Blynk користувачу потрібно вказати цільову температуру, але якщо він забуває її вказати, то система сама за замовчуванням, використовуючи (ПЗ) програмне забезпечення або штучний інтелект (ШІ) вказує ці параметри. Потім, проводиться аналіз поточної інформації та керуючись отриманими даними користувач може керувати всією системою автоматизованого керування опаленням.

Також, важливу роль у всій системі відіграє термостат Nest Learning Thermostat, який окрім датчиків температури та вологості здатен сам вимірювати температуру, оскільки в ньому вбудований температурний датчик. Цей розумний термостат здатен автоматично налаштовувати опалення на основі заданих параметрів температури, що робить його ідеальним для використання в системах опалення. Крім цього подібний термостат легко інтегрується з платформою Blynk за допомогою API, здатен вивчати звички користувачів щодо налаштування температури та створює розклад опалення, що в сою чергу разом із можливістю керування всією системою через Wi-Fi надає не малі перспективи у його використанні. Після розробки алгоритму роботи всієї системи потрібно розробити веб-інтерфейс для керування системою автоматизованого керування опаленням.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Для реалізації були відібрані віджети, які відображатимуть всю необхідну інформацію та зможуть керувати всією системою. Для відображення інформації використовуватиметься віджет “Gauge” для температури та вологості, який виводитиме інформацію про чутливість датчиків температури та вологості. Крім цього зміни температури відразу показуватимуться на графіку, датчики індикації показуватимуть працездатність (при наявності несправності) реле керування, датчики вологості та температури. Також, за допомогою віджетів “Slider” користувач зможе легко керувати температурою та навіть вологістю у приміщенні. Веб-інтерфейс проекту представлений на рисунку 3.3:

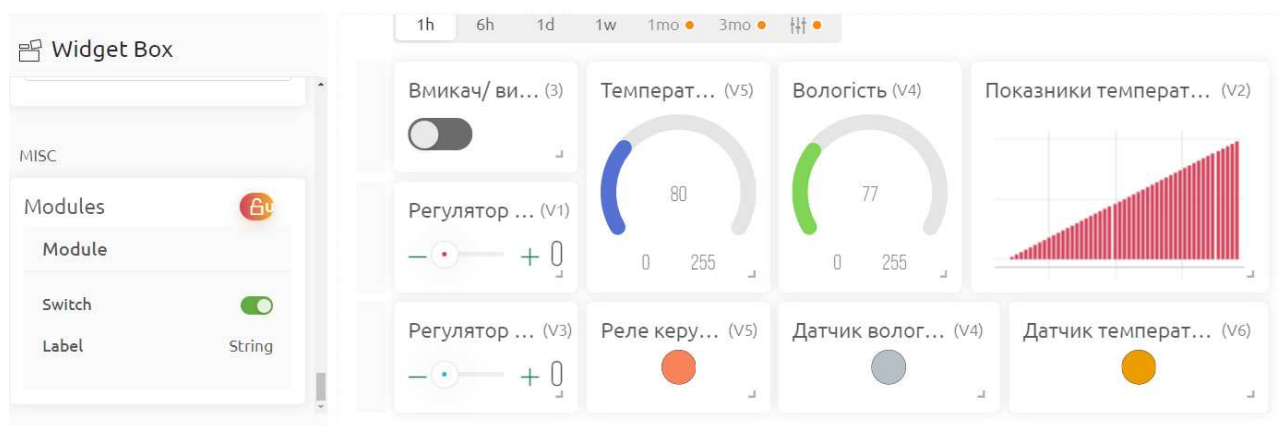


Рисунок 3.3 – Веб-інтерфейс системи автоматизованого керування опаленням

Важливим етапом створення веб-інтерфейсу є його зручність у використанні, адаптивність та доступність на всіх пристроях для більшої зручності, тому після створення ПК-версії доцільно буде створити інтерфейс самого додатку на мобільних пристроях, які працюють на операційних системах Android, iOS, iPhone та інших. Для цього використаємо додаток Blynk IoT на своєму смартфоні, для цього його спершу потрібно скачати в Play Market, а потім зареєструватися на платформі. Після цього ідентично ПК версії потрібно додати ті ж самі віджети, що й на ПК версії, зайшовши при цьому у режим розробника та добавивши необхідні налаштування віджетів.

Інтерфейс додатку веб-ресурсу парковки зображено на рисунку 3.4.

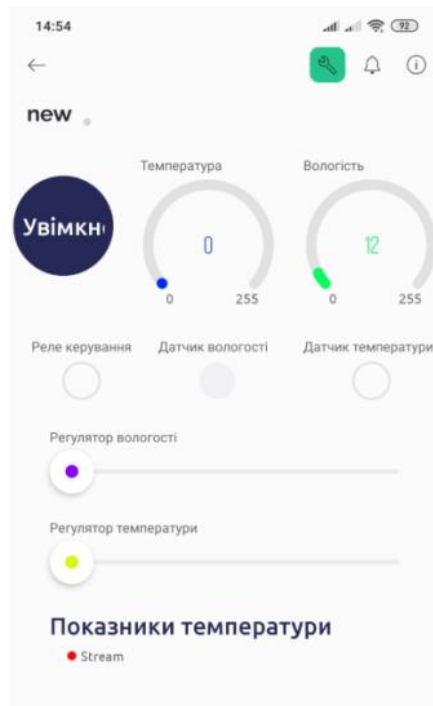


Рисунок 3.4 – Мобільний веб-інтерфейс додатку системи автоматизованого керування опаленням

Для практичної реалізації, та підключення створеного веб-інтерфейсу використовуватиметься таке обладнання для системи автоматизованого керування опаленням на основі Blynk: ESP8266-01, USB-ttl конвертер для прошивки модулів ESP-01, ESP-01 з шильдами вибору, NodeMCU V3 та шилди до нього, модуль живлення HLK-PM01 220 -5V, релейний модуль HIGH/LOW, твердотільне реле 2A, датчики DHT22, датчик Dallas DS18B20 та багато іншого. В якості оптимального котла, який представлятиме собою системою опаленням в приміщенні буде конденсаційний котел Viessmann Vitodens 200-W B2HF 25 Z019322, оскільки він є відносно не дорогим, ефективним, більш екологічним порівнюючи з його аналогами, а також має вбудовану Wi-Fi підтримку та потрібні протоколи безпеки та надійності з можливістю підключення терморегуляції та актуаторів до сервісу Blynk IoT.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

BlynkESP8266_Lib	Забезпечує комунікацію між ESP8266 і платформою Blynk, підтримуючи обмін даними з Blynk-сервером у реальному часі.
blynk-library-master	Основна бібліотека для інтеграції з Blynk, дозволяє мікроконтролеру взаємодіяти з сервером Blynk для контролю і моніторингу.
DallasTemperature	Бібліотека для роботи з цифровими датчиками температури DS18B20, спрощує отримання показників температури.
DHT_sensor_library	Призначена для зчитування даних з DHT-сенсорів (DHT11, DHT22, AM2302), забезпечує доступ до значень температури та вологості.
ESP8266WiFi	Бібліотека для управління Wi-Fi модулем ESP8266, що дозволяє підключатися до мережі Wi-Fi для зв'язку з Blynk-сервером.
Adafruit_GFX	Інструмент для роботи з OLED, LCD та TFT дисплеями, дозволяє виводити текстову інформацію на стандартні OLED, LCD та TFT екрани.
LiquidCrystal_I2C	Версія бібліотеки LiquidCrystal з підтримкою I2C інтерфейсу, спрощує підключення та зменшує кількість проводів.
LiquidCrystal_I2C-master	Альтернативна бібліотека для I2C OLED-дисплеїв, може включати додаткові функції або оптимізації.
OneWire	Бібліотека для роботи з інтерфейсом OneWire, що використовується для зчитування даних з сенсорів DS18B20 через один провід.
SimpleTimer-master	Інструмент для управління таймерами, дозволяє створювати функції з часовими інтервалами для багатозадачних програм.

Після проведення підключень налаштувань драйверів, вибора плати, встановлення бібліотек та вибору порту починається написання скетчу. Для зручності весь скетч буде розбитий на п'ять частин: підключення реле керування живленням, та сенсорів DHT22 до плати ESP8266 NodeMCU Wi-Fi ESP01, підключення датчиків DS18B20 (водонепроникних), підключення два незалежних регуляторів температури та вологості та підключення OLED переходу та перехід на плату та підключення додаткових бібліотек для датчиків DHT22 та відправка даних на сервер Blynk. Спершу підключаємо бібліотеки

```

Project_1.1 | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
Файл Правка Скетч Інструменти Помощь
Project_1.1 §

//Задаємо змінні для проекту
float TEMPON; //числова для температури вимкнення
float TEMPOFF; //числова для температури виключення
bool rele = 0; //логічна змінна для керування реле

//Підключаємо бібліотеки
#define BLYNK_PRINT Serial //Закоментуємо це, щоб вимкнути плату і заощадити місце
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include <DHT.h>
#include <SimpleTimer.h>
SimpleTimer timer;

//Визначаємо призначення пінів на ESP
#define RELE 0 //визначаємо цифровий пін для реле (esp01)
#define DHTPIN 2 // визначаємо цифровий пін для датчика (esp01)
#define DHTTYPE DHT22 // DHT 22, AM2302, AM2321
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "hP3R0uVq00mCJb0lUisYDepIp-36C6FF"

// дані для зв'язку
char auth[] = "BLYNK_AUTH_TOKEN"; //мій токен в блінку
char ssid[] = "Redmi"; //сід моєї безпроводної мережі
char pass[] = "12345678"; //пароль моєї безпроводної мережі

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE); //оголошуємо об'єкт

WidgetLED led1(V0); //визначаємо віртуальний пін для віджету "світлодіод"

void setup()
{
  Serial.begin(115200); //консоль налагодження (при швидкості 9600 датчик DHT22 періодично пропадає)
  Blynk.begin(auth, ssid, pass); //старт блінку
  dht.begin(); //старт датчика
  timer.setInterval(2000L, sendSensor); // Затримка на виклик функції датчика, оскільки DHT повільні, рекомендується щонайменше 1 сек
}

```

Сохранено.

Рисунок 3.5 – Об'явлення змінних та підключення бібліотек у вікні середовища програми Arduino ide

Після введення даних для зв'язку до плати ESP8266 NodeMCU Wi-Fi ESP01 підключається реле керування опалювальним обладнанням та сенсор для вимірювання температури та вологості DHT22.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Для цього відбувається налагоджування сенсора DHT22 та його затримку 10с, через його повільну роботу та вимкнення короточасного спрацьовування реле при старті та прив'язується віртуальні піни до віджетів ввімкнення та віджету вимкнення.

```

Project_1.1 | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
Файл Правка Скетч Інструменти Помощь
Project_1.1

// дані для зв'язку
char auth[] = "BLYNK_AUTH_TOKEN"; //мій токен з блінку
char ssid[] = "Redmi"; //сід моєї безпроводної мережі
char pass[] = "12345678"; //пароль моєї безпроводної мережі

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE); //оголошуємо об'єкт

WidgetLED led1(V0); //визначаємо віртуальний пін для віджету "світлодіод"

void setup()
{
  Serial.begin(115200); //консоль налагодження (при швидкості 9600 датчик DHT22 періодично пропадає)
  Blynk.begin(auth, ssid, pass); //старт блінку
  dht.begin(); //старт датчика
  timer.setInterval(2000L, sendSensor); // Затримка на виклик функції датчика, оскільки DHT повільні, рекомендується щонайменше 1 сек

  delay(10); //затримка
  pinMode(RELE, OUTPUT); //конфігурація піна для сигналу на вихід
  digitalWrite (RELE, HIGH); // логіка піна при старті, виключає короточасне спрацювання під час запуску
}

BLYNK_CONNECTED() { //синхронізація віртуального порту для блінку (повзунки меж спрацювання реле)
  Blynk.syncVirtual (V2);
  Blynk.syncVirtual (V3);
}

BLYNK_WRITE(V2) //прив'язка віртуального піна до віджету включення
{
  TEMPON = param.asInt();
}

BLYNK_WRITE(V3) //прив'язка віртуального піна до віджету вимкнення
{
  TEMPOFF = param.asInt();
}

```

Збережено.

Рисунок 3.6 – Запуск та синхронізація віртуального порту до віджетів у вікні середовища програми Arduino ide

Написання циклу на отримання даних з датчика та виведення отриманих даних у серіал порт та відправку повідомлення про те, що температура вище 28 градусів. За умови, якщо дані в серіалпорті виведуть і покажуть, що температура перевищує 28 градусів то спрацює умовний оператор if >28 гр і повідомлення з потрібною інформацією буде відправлено на електрону пошту користувача.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

```

Project_1.1 | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
Файл Правка Скетч Инструменты Помощь

Project_1.1
/*****
 * Отримуюмо данні з датчика
 *****/
void sendSensor()
{
  float h = dht.readHumidity(); // виведення змінної вологості, до точки зі зпт. можна задати коригування
  float t = dht.readTemperature(); // виведення змінної температури, до крапки із зпт. можна задати коригування

  Blynk.virtualWrite(V5, h); // відправлення значень вологості на віртуальний порт 5
  Blynk.virtualWrite(V6, t); // відправлення значень температури на віртуальний порт 6

  //Виведення даних у серіалпорт, можна протестувати якщо плата NodeMCU, для ESP01 доведеться припаяти датчик
  Serial.print("Температура: ");
  Serial.print(t);
  Serial.print("C");
  Serial.print("Влажност: ");
  Serial.print(h);
  Serial.print("%");
  Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");

  //Повідомлення до Blynk і на пошту (вести свою пошту):

  if(t > 28){ //повідомлення при температурі 28гр і вище
    Blynk.email("korotunmikola310@gmail.com", "ESP8266 Тривога", "Температура вище 28C!"); //на пошту
    Blynk.notify("Увага, температура вище 28C!"); //пуш
  }

  if(t < 20){ //повідомлення при температурі 20гр і вище
    Blynk.email("korotunmikola310@gmail.com", "ESP8266 Тривога", "Температура нижче 20C!"); //на пошту
    Blynk.notify("Увага, температура нижче 20C!"); //пуш
  }

  //порівняння показників з датчика та встановленим параметром на віджетах увімкнення/вимкнення
  //Для ТТ-реле, наприклад, FC-85 ставимо LOW. Для звичайних High/Low-реле, на контакті управління може знадобитися резистор 1-2к
}

```

Збережено.

Рисунок 3.7 – Отримання даних з датчиків DHT22 та відправка повідомлення на електрону пошту користувача у вікні середовища програми Arduino ide

Після отримання даних з датчиків у серіалпорті та відправки повідомлення користувачу про те що температуру в котлі було налаштовано реле керування опаленням – таким чином, що в залежності від зміни отриманих показників температури змінюватиметься стан кнопок (High/Low) ввімкнення/вимкнення віджетів в додатку Blynk. Крім цього варто зазначити, що на контакті керування реле знадобиться резистор, оскільки можливий невеликий перепад напруги через різке замикання контактів реле. Після цього функція була занесена в цикл та в цикл було дописано спрацювання таймера, який був добавлений за допомогою бібліотеки “SimpleTimer timer”, який через кожні 2 секунди викликає функцію “sendSensor”. Таким чином “SimpleTimer” timer оголошує об’єкт таймера з назвою “timer”, потім “timer.setInterval(2000L, sendSensor)” встановлює інтервал таймера на 2000 мілісекунд (2 секунди) і пов’язує цей тамер з функцією “sendSensor”.

Отже, кожні 2 секунди функція “sendSensor” буде автоматично викликана таймером. А сама функція “sendSensor” відповідає за отримання даних з датчика (температури та вологості), відправлення їх на платформу Blynk та виведення їх на послідовний порт. Отже дані з датчиків та режим моніторингу та керування реле відбувається кожних 2 секунди.

```

Project_1.1 | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
Файл Правка Скетч Инструменты Помощь
Project_1.1

//Повідомлення до Blynk і на пошту (ввести свою пошту):

if(t > 28){ //повідомлення при температурі 28гр і вище
  Blynk.email("korotunmikola310@gmail.com", "ESP8266 Тривога", "Температура вище 28С!"); //на пошту
  Blynk.notify("Увага, температура вище 28С!"); //пуш
}

if(t < 20){ //повідомлення при температурі 20гр і вище
  Blynk.email("korotunmikola310@gmail.com", "ESP8266 Тривога", "Температура нижче 20С!"); //на пошту
  Blynk.notify("Увага, температура нижче 20С!"); //пуш
}

//порівняння показників з датчика та встановленим параметром на віджетах увімкнення/вимкнення
//Для ТТ-реле, наприклад, FC-85 ставимо LOW. Для звичайних High/Low-реле, на контакті управління може знадобитися резистор 1-2к

if (t <= TEMPON)
{
  led1.on();
  digitalWrite(RELE, HIGH); //інвертуємо якщо потрібна зворотна логіка
  Serial.println("HIGH"); //інвертуємо якщо потрібна зворотна логіка
}
else if (t >= TEMPOFF)
{
  led1.off();
  digitalWrite(RELE, LOW); //інвертуємо якщо потрібна зворотна логіка
  Serial.println("LOW"); //інвертуємо якщо потрібна зворотна логіка
}
}

void loop() // функції в циклі
{
  Blynk.run();
  timer.run();
}

```

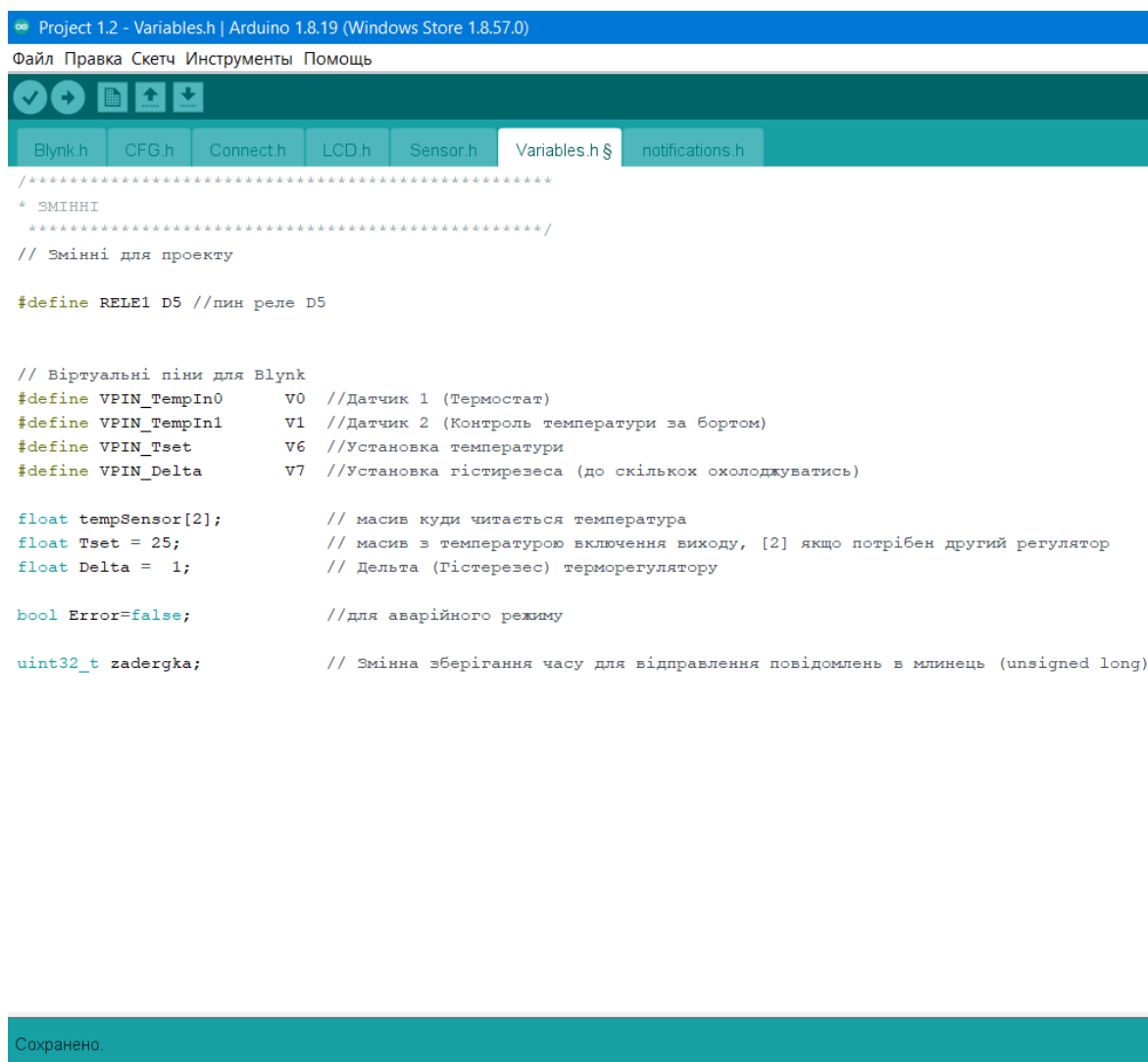
Сохранено.

Рисунок 3.8 – Зациклення таймеру відправки даних з датчиків та керування реле у вікні середовища програми Arduino ide

Після написання цього скетчу був написаний скетч для отримання та відправки даних з датчиків DS18B20 на платформу Blynk, при цьому виведення на дисплей, який у подальшому був підключений для відображення стану роботи всіх датчиків, реле та загалом всієї системи автоматизованого керування опаленням. Весь скетч був розбитий та шість вкладок, кожна з яких виконує свою функцію в коді.

“Variables” – присвоює змінні, та віртуальні піни для масивів та змінних.

Спочатку були об’явленні змінні та були присвоєні віртуальні піни для масивів та змінних.



```
Project 1.2 - Variables.h | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
Файл Правка Скетч Инструменты Помощь
Blynk.h CFG.h Connect.h LCD.h Sensor.h Variables.h § notifications.h
/*****
 * ЗМІННІ
 *****/
// Змінні для проекту

#define RELE1 D5 //пин реле D5

// Віртуальні піни для Blynk
#define VPIN_TempIn0 V0 //Датчик 1 (Термостат)
#define VPIN_TempIn1 V1 //Датчик 2 (Контроль температури за бортом)
#define VPIN_Tset V6 //Установка температури
#define VPIN_Delta V7 //Установка гістерезеса (до скількох охолоджуватись)

float tempSensor[2]; // масив куди читається температура
float Tset = 25; // масив з температурою включення виходу, [2] якщо потрібен другий регулятор
float Delta = 1; // Дельта (Гістерезес) терморегулятора

bool Error=false; //для аварійного режиму

uint32_t zadergka; // Змінна зберігання часу для відправлення повідомлень в млинець (unsigned long)

Сохранено.
```

Рисунок 3.9 – Присвоєння змінних та масивів змінних у вікні середовища програми Arduino ide

Був написаний скетч для вкладки “Blynk”. Вкладка “Blynk” – забезпечить можливість налаштування та моніторингу температури за допомогою мобільного додатку Blynk. А також встановлення значень температури та гістерезису та надсилання цих даних на сервер разом із даними даних отриманих з сенсорів до сервісу Blynk.

```

Project 1.2 - Blynk | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
Файл Правка Скetch Инструменты Помощь
Blynk.h § CFG.h Connect.h LCD.h Sensor.h Variables.h notifications.h

BlynkTimer timer; // Оголошуємо Таймер
WidgetLED led1(V11); //визначаємо віртуальний пін для 1 віджету "світлодіод"

//Отримуємо значення у вигляді Float із програми
BLYNK_WRITE(VPIN_Tset) { //прив'язка віртуального піна до віджету установки температури
  if (Error==false){ //якщо немає помилки
    Tset = param.asFloat(); // Отримуємо значення у вигляді Float із програми
    cfgWrite(F("Tset"), String(Tset)); //Запис у конфіг, Збереження на згадку. cfgWrite([String], [String])

    //виводимо змінну в порт
    Serial.print("Температура= ");
    Serial.print(Tset);
    Serial.print(".");
  }
}

BLYNK_WRITE(VPIN_Delta) { //прив'язка віртуального піна до віджету установки температури
  if (Error==false){ //якщо немає помилки
    Delta = param.asFloat(); // Отримуємо значення у вигляді Float із програми
    cfgWrite(F("Delta"), String(Delta)); //Запис у конфіг, Збереження на згадку. cfgWrite([String], [String])

    //виводимо змінну в порт
    Serial.print("Гистерезис= ");
    Serial.print(Delta);
    Serial.print(".");
  }
}

// Надсилання на сервер при підключенні
BLYNK_CONNECTED() { //синхронізація віртуального порту для млинця (віджети встановлення меж спрацювання реле)
  Blynk.virtualWrite(VPIN_TempIn0, String(tempSensor[0],1));
  Blynk.virtualWrite(VPIN_TempIn1, String(tempSensor[1],1));
  //додати аналогічно, якщо потрібно більше датчиків
  Blynk.virtualWrite(VPIN_Tset, Tset);
  Blynk.virtualWrite(VPIN_Delta, Delta);
}

```

Сохранено.

Рисунок 3.10 – Оголошення таймера та прив’язка віртуального піна до віджету встановлення температури у вікні середовища програми Arduino ide

Після цього було дописано функцію відправки даних з сенсорів до сервісу Blynk та на OLED дисплей. Після цього були налаштовані таймери які при наявності підключення до сервісу Blynk передаватимуть отримані показники температури та гістерезису та зміни не тільки в додаток, але і на OLED дисплей.

```

Project 1.2 - Blynk | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
Файл Правка Скетч Инструменты Помощь
Blynk.h § CFG.h Connect.h LCD.h Sensor.h Variables.h notifications.h
Blynk.virtualWrite(VPIN_TempIn0, String(tempSensor[0],1));
Blynk.virtualWrite(VPIN_TempIn1, String(tempSensor[1],1));
//додати аналогічно, якщо потрібно більше датчиків
Blynk.virtualWrite(VPIN_Tset, Tset);
Blynk.virtualWrite(VPIN_Delta, Delta);
}

// Надсилаємо дані до програми
void SendBlynk(){
if (Error==false){
    Blynk.virtualWrite(VPIN_TempIn0, String(tempSensor[0],1)); // Температура від датчика 1
    Blynk.virtualWrite(VPIN_TempIn1, String(tempSensor[1],1)); // Температура від датчика 2

//додати аналогічно, якщо потрібно більше датчиків

//виводимо змінну на дисплей
LCD.setCursor(3,0); //
LCD.print(tempSensor[0],1); //виводимо змінну температури

LCD.setCursor(12,0); //
LCD.print(tempSensor[1],1); ///виводимо змінну температури (1 задає 10-ті)
}

void setupBlynk(){
// Викликаємо функцію підключення до Blynk
reconnectBlynk();

// Настроюємо таймери
timer.setInterval(1000, SendBlynk);
timer.setInterval(10000, reconnectBlynk);
}

void loopBlynk(){
if (Blynk.connected()){ Blynk.run();}
timer.run();
}
}
Сохранено.

```

Рисунок 3.11 – Реалізація надсилання даних температури та гістерезису на сервіс Blynk та OLED дисплей у вікні середовища програми Arduino ide

Наступним кроком було написання скетчу для вкладки “CFG”. “CFG” – дозволить зберігати та використовувати налаштування мікроконтролера ESP8266 навіть після вимикання та повторного вмикання живлення. У написаному скетчі реалізовано конфігурацію та збереження параметрів у файлову систему (SPIFFS) мікроконтролера ESP8266. Якщо точніше то сам скет написаний у цій вкладці дозволяє зберігати та використовувати налаштування мікроконтролера ESP8266 навіть після вмикання та повторного вмикання живлення, що допомагає зберегти вказані раніше параметри користувача.



Рисунок 3.12 – Налаштування та збереження конфігурації мікроконтролера ESP8266 у вікні середовища програми Arduino ide

Після цього був написаний скетч для вкладки “Connect”. Вкладка “Connect” – забезпечить стабільне з’єднання з сервером Blynk та мережею Wi-Fi, що включає перевірку стану з’єднання з сервером Blynk. Основними функціями даного скетчу є перевірка з’єднання Wi-Fi та становлення з’єднання з сервером Blynk.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

```

Project 1.2 - Connect.h | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
Файл Правка Скетч Инструменты Помощь
Blynk.h CFG.h Connect.h LCD.h Sensor.h Variables.h notifications.h
//#define USE_LOCAL_SERVER //робота через локальний сервер

#ifdef USE_LOCAL_SERVER
    #define SERVER IPAddress(192, 168, 0, 100) // Мій IP
    #define SERVER "korotunk.nicolas28.com" // Имя моего хосту
    #define BLYNK_AUTH_TOKEN "hP3R0uVq00mCJbolUisYDepIp-36C6FF"
#endif

/*****
    Налаштування мережі
    *****/
char auth[] = "BLYNK_AUTH_TOKEN"; //мій токен в блінку
char ssid[] = "Redmi"; //сід моєї беспроводної мережі
char pass[] = "12345678"; //пароль моєї беспроводної мережі

/*****
    функції блінку
    *****/

void ConnectBlynk()
{
    //*****
    // Запускаємо WiFi
    if (WiFi.status() != WL_CONNECTED) // Якщо немає WiFi, то коннектимся
    {
        BLYNK_LOG(WIFI_SSID);
        // Serial.println();
        // Serial.println();
        // Serial.print("Connecting to ");
        // Serial.println(WIFI_SSID);

        WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASS);

        int8_t count=0;
        while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {

```

Сохранено.

Рисунок 3.13 – Налаштування мережі та функцій сервісу Blynk у вікні середовища програми Arduino ide

Після цього у тій самій вкладці був написаний код для реалізації підключення Wi-Fi з'єднання разом із вписаними налаштування auth, ssid, pass. Все це потрібно для успішного з'єднання через Wi-Fi перед запуском до сервісу Blynk та його циклічному запуску та пере підключені у разі обриву зв'язку.



```

Project 1.2 - Connect.h | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
Файл Правка Скетч Инструменты Помощь
Blynk.h CFG.h Connect.h LCD.h Sensor.h Variables.h notifications.h
//*****
// Запускаємо Blynk

if (WiFi.status() == WL_CONNECTED)// Якщо немає WiFi, то не коннектимся
{
    // CONNECT TO BLYNK
    #ifdef USE_LOCAL_SERVER // Якщо використовується локальний сервер
        Blynk.config(AUTH, SERVER, 8080);
        Blynk.connect();
    #else // Інакше коннектимось блінку
        Blynk.config(AUTH);
        Blynk.connect();
    #endif
}
// До нескінченності залишатимемося в циклі while
// поки не встановимо зв'язок із сервером
// while (Blynk.connect() == false) {}
} //ConnectBlynk()

// Реконектуємося, якщо обрив зв'язку
void reconnectBlynk() {
    if (!Blynk.connected())
    {
        BLYNK_LOG("Disconnected now");
        ConnectBlynk();
        if (Blynk.connected())
        {
            BLYNK_LOG("Reconnected");
        }
        else
        {
            BLYNK_LOG("Not reconnected");
        }
    }
} //reconnectBlynk()
Сохранено.

```

Рисунок 3.14 – Запуск підключення до сервісу Blynk через Wi-Fi та пере підключення у разі втрати зв'язку у вікні середовища програми Arduino ide

Наступним кроком було написання скетчу для вкладки “LCD”. Вкладка “LCD” – дозволить виводити інформацію на OLED дисплей, забезпечуючи відображення потрібних даних користувачу. У написаному скетчі релізовано налаштування та виведення інформації на OLED дисплей, підключений через шину I2C. Основні функції включають налаштування дисплею та виведення змінних на нього.

```

Project 1.2 - LCD.h | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
Файл Правка Скетч Инструменты Помощь
Blynk.h CFG.h Connect.h $ LCD.h $ Sensor.h Variables.h notifications.h

//шина I2C
// SDA підключаємо на D1
// SCL підключаємо на D2
#include <Wire.h> //бібліотека шини I2C
#include <LiquidCrystal_I2C.h> //бібліотека для дисплеїв

LiquidCrystal_I2C LCD(0x27, 16, 2); //привласнюємо ім'я дисплею та позначаємо його характеристики

/*****
Змінні для виведення на дисплей
*****/
byte gradus[8] = { //байтова маска знаку градуси
    0b00110, 0b01001, 0b01001, 0b00110, 0b00000, 0b00000, 0b00000, 0b00000
};

byte on[8] = { //байтова маска статусу реле (включено)
    0b00110, 0b01111, 0b11111, 0b11111, 0b11111, 0b11111, 0b11110, 0b01100
};

byte off[8] = { //байтова маска статусу реле (вимкнено)
    0b00110, 0b01001, 0b10001, 0b10001, 0b10001, 0b10001, 0b10010, 0b01100,
};

void setupLCD()
{

//ВИСНОВОК ДАНИХ НА ДИСПЛЕЙ
LCD.init(); //ініціалізація дисплея
LCD.backlight(); //включаємо підсвічування

//виводимо текст ТЕМПЕРАТУРИ у будинку на дисплей
LCD.setCursor(0,0); //ставим курсор на 0 символ 1 строки
LCD.print("Td:"); //виводим текст Td:

LCD.setCursor(0,1); //ставим курсор на 0 символ 1 строки
}

```

Сохранено.

Рисунок 3.15 – Привласнювання імені дисплею, задання йому характеристик та видання даних на дисплей у вікні середовища програми Arduino ide

Після цього на тій самій вкладці був дописаний код, який виводитиме текстову інформацію про встановлення температури та гістререзису на дисплеї. Крім цього на дисплеї авідображатиметься стан реле (увімкнене чи вимкнене), відображатимуться значення гістререзису та інші символи на екрані дисплею.

```

LCD.setCursor(9,0); //ставимо курсор на 9 символ 1 строки
LCD.print("Tu:"); //выводим текст Tu:

//выводимо текст встановлення температури та гістерезису
LCD.setCursor(0,1); //
LCD.print("Ts:"); //

LCD.setCursor(9,1); //гістерезис
LCD.print("D:"); //

//ПРИСВОЇМ НОМЕРУ СИМВОЛАМ
LCD.createChar(1, gradus); //знак градуси
LCD.createChar(2, on); //реле увімкнено
LCD.createChar(3, off); //реле вимкнено

//СИМВОЛИ НЕ ЗМІННІ НА ЕКРАНІ
//выводимо знак градуси
LCD.setCursor(7,0); //
LCD.print("\1"); //

LCD.setCursor(7,1); //
LCD.print("\1"); //

}

void variablesLCD(){

//выводимо змінні установки на дисплей
LCD.setCursor(3,1); //
LCD.print(Tset,1); //выводимо змінні установки на дисплей

LCD.setCursor(11,1); //
LCD.print(Delta,1); //выводимо змінну гістерезису
}

```

Сохранено.

Рисунок 3.16 – Виведення повної отриманої інформації про стан системи на OLED дисплей у вікні середовища програми Arduino ide

Наступним кроком було написання скетчу для вкладки “Sensor”. Вкладка “Sensor” – дозволить зчитувати температуру від підключених датчиків Dallas LS18B20 і виконувати відповідні дії в залежності від отриманих значень. Крім цього буде реалізована робота з датчиком температури Dallas DS18B20 через бібліотеки OneWire та DallasTemperature. Основні функції цього скетчу включають налаштування датчика та зчитування температурних даних.

```

Project 1.2 - Sensor.h | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
Файл Правка Скетч Инструменты Помощь
Blynk.h CFG.h Connect.h LCD.h Sensor.h Variables.h notifications.h

#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

OneWire oneWire(D4); // вхід датчиків 18b20 D4
DallasTemperature ds(&oneWire);

byte qty; //кіл-ть даласів

// адреси підключених далласів
DeviceAddress sensor1 = {АДРЕС ВАШЕГО ДАТЧИКА DALLAS DS19B20 №1};
DeviceAddress sensor2 = {АДРЕС ВАШЕГО ДАТЧИКА DALLAS DS19B20 №2};
//додати аналогічно, якщо потрібно більше датчиків

void sensorStart(){
  ds.begin();
  qty = ds.getDeviceCount(); // при включенні зберігаємо кількість датчиків
}

void readTemp(){ // читаємо температуру та заповнюємо масив
  ds.requestTemperatures();

  tempSensor[0] = ds.getTempC(sensor1);
  tempSensor[1] = ds.getTempC(sensor2);

  // Контроль датчика котла, при отриманні нижче -50 при старті, що дорівнює обриву, включаємо аварійний режим
  if (tempSensor[0]<=-50) {
    Serial.println("Помилка датчика 1");
    Error=true;
    return;
  }

  //РЕГУЛЯТОР З ГІСТЕРЕЗИСОМ
  if (tempSensor[0] <= Tset-Delta) //звільнемо встановлену температуру мінус дельта (<-нагрівач. >-охолоджувач)

```

Сохранено.

39

Рисунок 3.17 – Підключення та зчитування інформації з датчика температури Dallas DS18B20 у вікні середовища програми Arduino ide

Після цього у тій самій вкладці був дописаний код, який забезпечить контроль датчика котла і встановлення мінімальних та максимальних значень гістерезису температури котла.

```

Project 1.2 - Sensor.h | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
Файл Правка Скетч Инструменты Помощь

Blynk.h CFG.h Connect.h LCD.h Sensor.h Variables.h notifications.h

ds.requestTemperatures();

tempSensor[0] = ds.getTempC(sensor1);
tempSensor[1] = ds.getTempC(sensor2);

// Контроль датчика котла, при отриманні нижче -50 при старті, що дорівнює обриву, включасмо аварійний режим
if (tempSensor[0] <= -50) {
  Serial.println("Помилка датчика 1");
  Error=true;
  return;
}

//РЕГУЛЯТОР з ГІСТЕРЕЗИСОМ
if (tempSensor[0] <= Tset-Delta) //звіряємо встановлену температуру мінус дельта (<-нагрівач, >-оохолоджувач)
//Tset-Delta для нагрівача, Tset+Delta для оохолоджувача
{
  led1.on(); //запалюємо світлодіод
  digitalWrite(RELE1, HIGH); //запалюємо світлодіод
  LCD.setCursor(15,1); //місце початку виведення на дисплей
  LCD.print("\2"); //виведення стану реле на дисплей ВКЛ
  Serial.println("Реле включено");
}
else if (tempSensor[0] >= Tset) //звіряємо встановлену температуру мінус дельта (>-нагрівач, <-оохолоджувач)
{
  led1.off(); //гасимо світлодіод
  digitalWrite(RELE1, LOW); //інвертуємо якщо потрібна зворотна логіка
  LCD.setCursor(15,1); //місце початку виведення на дисплей
  LCD.print("\3"); //виведення стану реле на дисплей ВКЛ
  Serial.println("Реле виключено");
}

//Підключаємо повідомлення (функція в окремій вкладці)
Notifi();
}

Сохранено

```

Рисунок 3.18 – Регуляція гістерезису температури котла та підключення реалізації пересилання повідомлення про температуру у вкладку “notifications” у вікні середовища програми Arduino ide

Наступним кроком було написання скетчу для вкладки “notifications”. Вкладка “notifications” – відправлятиме повідомлення в Blynk або на електронну пошту користувача, якщо температура перевищує встановлені межі (вище 27 градусів або нижче 20 градусів) з урахування затримки між повідомленнями. Отже, таким чином можна сказати, що скетч, який написаний у вкладці “notifications” братиме дані взяті з датчиків Dallas DS18B20 про температуру в котлі і сповіщатиме користувача про температуру не лише виводячи інформацію в додатку та OLED дисплеї, але і на пошту, якщо користувач того забажає.

```

Project 1.2 - notifications.h | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
Файл Правка Скетч Инструменты Помощь

Blynk.h CFG.h Connect.h LCD.h Sensor.h Variables.h notifications.h

/*****
Повідомлення
*****/

void Notifi() {

// Повідомлення в Blynk і на пошту):

if (tempSensor[0] > 27) { // Якщо температура 26гр і вище, то:
  if (millis() - zadergka >= 120000) { // Затримка на 2 хв
    zadergka = millis(); //скидання таймера
    // Blynk.email("korotunmikola310@gmail.com", "ESP8266 Тривога", "Температура вище 28С!"); //на пошту
    Blynk.notify("Увага, температура вище 27С!"); // Пуш
    // скидання таймера
                                // выполнить действие
  }
}
// Аналогічно з пониженням температури,
if (tempSensor[0] < 20) { // Повідомлення при температурі 20гр і нижче
  if (millis() - zadergka >= 120000) { // затримка на 2 хв
    zadergka = millis(); //скидання таймера
    // Blynk.email("korotunmikola310@gmail.com", "ESP8266 Тривога", "Температура нижче 20С!"); //на пошту
    Blynk.notify("Увага, температура нижче 20С!"); // Пуш
  }
}
}

Сохранено.

```

Рисунок 3.19 – Пересилання повідомлення прогрістержис температури котла у вікні середовища програми Arduino ide

Найважливішою частиною розробки є програмування логіки керування. Ми визначили алгоритми, які враховують змінні умови та вимоги користувача, і забезпечили оптимальне управління системою опалення. Розробка програмного забезпечення на платформі Blynk для системи автоматизованого керування опаленням - це процес, який потребує ретельного планування, програмування та тестування. Правильно налаштована нами система забезпечить комфорт та ефективність управління опаленням у будь-який час із зручністю керування через мобільний додаток Blynk IoT.

3.1.4 Проведення технічних розрахунків надійності системи автоматизованого керування опаленням (в таблиці)

Проведення надійності системи автоматизованого керування опаленням САКО шляхом проведення технічних розрахунків є важливим етапом перевірки надійності всієї системи автоматизованого керування опаленням. Отже, для цього потрібно провести основні розрахунки надійності САКО: розрахунок середнього часу до відмови (МТТФ) системи, розрахунок середнього часу на відновлення (МТТР), визначення ступеня резервування, оцінка ризиків та ймовірностей відмов, оцінка ефективності системи моніторингу та діагностики та оцінка системи управління резервним живленням. Середній час до відмови (МТТФ) може бути розрахований як сума середнього часу до відмови кожного компонента в системі. Під час розрахунку необхідно врахувати дані виробників про МТТФ для кожного компонента. Наприклад, якщо МТТФ для компонента вказано в годинах, то можна скласти загальний перелік МТТФ для всіх компонентів та поділити його на кількість компонентів, щоб отримати загальний МТТФ системи. Давайте розрахуємо середній час між відмовами (МТВФ) для цієї системи. Спершу нам потрібно знайти інтенсивність відмов (λ) для кожного компонента. Потім можна знайти середній час між відмовами для всієї системи.

Розв'язання:

- 1) Тепер можна обчислити інтенсивність відмов (λ) для кожного компонента, а потім знайти МТВФ для всієї системи.

Сума інтенсивностей відмов (λ) для всіх компонентів системи складе $\lambda = \Sigma(1 / \text{МТТФ})$. Далі, середній час між відмовами (МТВФ) обчислюється за формулою 6.1

$$\text{МТВФ} = 1 / \lambda \quad (6.1)$$

- 2) Обчислимо середній час до відмови (МТТФ) для даної системи, використовуючи значення МТТФ для кожного компонента та занесемо ці характеристики у таблицю 3.2.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.2 – Середній час відмов для кожного елемента та всієї системи автоматизованого керування опаленням

Познач.	Найменування, характеристики	МТТФ, цикл.
	Джерела живлення	
GB1	Акумулятор Renogy Deep Cycle AGM Battery 12 В 100 Аг (100А/год, P= 1200 Вт/год)	100 000
GB*	Середній МТТФ джерел живлення :	
	Діоди	
VD1 (Vishay 1N4148)(імпульсний)	4 пФ, $U_o = 100 \text{ В}$, $U_i = 75 \text{ В}$, $U_3 = 53 \text{ В}$	500 000
VD2,VD3(Diodes Incorporated 1N4148W)	Падіння напруги при струмі $1 \text{ А} = 1 \text{ В}$, $I_{\text{max}} = 1 \text{ А}$ при $75 \text{ }^\circ\text{C}$	200 000
VD4(Fairchild Semiconductor 1N4148)	$U_{\text{max об}} = 100 \text{ В}$, $U_{\text{сер об}} = 75 \text{ В}$, $I_{\text{max сер п}} = 150 \text{ мА}$, $P_{\text{розс}} = 500 \text{ мкВт}$	100 000
VD*	Середній МТТФ діодів :	
	Запобіжники	
DA2, DA3 (Bourns MF-R030/26-0)	$U_{\text{max вх.}} = \text{В}$, $U_{\text{вих}} = \text{В}$, $\pm\%$ та $\pm\%$	100 000
DA*	Середній МТТФ запобіжників :	
	Індикатори освітлення(LED)	
HL1-HL4 (HL-112H95BC)	$I_{\text{прям}} = 20 \text{ мА}$, $P = 0,5 \text{ Вт}$	100 000
HL*	Середній МТТФ індикаторів освітлення :	
	Конденсатори (Panasonic EEU-FM1H221)	

C27- C28	20Ф, 5В	150 000
C30, C32, C35	220 мкФ, 5В	160 000
C29, C31, C33, C34, C36, C37, C38, C39, C40, C41, C44, C46 – C49, C50, C51	100пФ, 5В	170 000
C43, C45	22 мкФ, 5В	180 000
C52	0,47Ф, 5В	190 000
C*	Середній МТТФ конденсаторів :	170 000
	Іоністор	
VD8(IN4148)	$I_{\max \text{ п}} = 300 \text{ мА}, U_{\text{п}} = 1\text{В}, U_{\max \text{ об}} = 100\text{В}$	200 000
VD*	Середній МТТФ іоністорів :	
	Мікросхеми	
U1	годинник реального часу моделі DS3231	100 000
U2	(трансивер) MAX3232	100 000
U3	Масив транзисторів Дарлінгтона UNL2803A (8 транзисторів)	100 000
U4	Центральний мікропроцесорний блок ESP8266 NodeMCU Wi-Fi (iFT232-s16);	100 000
U5	Високопродуктивна плата ESP8266 NodeMCU (iFT232-s16) Wi-Fi + плата Atmega32A-AU	100 000
U*	Середній МТТФ мікросхем :	100 000
	Пристрої відображення інформації	
LCD1	Символьний дисплей OLED 16x2 SSD1306	100 000

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КПТР.020049.01.01 ПЗ

Арк.

91

LCD*	Середній МТТФ пристроїв відображення інформації :	100 000
	Перемикачі	
SA1 – SA4	АВР резервного живлення Geys G2R 2P 4P	100 000
SA*	Середній МТТФ автоматичних перемикачів резервного живлення:	100 000
	Металоплівкові резистори Vishay CRCW0603	
R33, R35	10 к Ом, $\pm 1\%$	100 000
R34, R62, R47-R50	1 к Ом, $\pm 1\%$	100 000
R36 – R39	100 Ом, $\pm 10\%$	100 000
R40-R41	3,3 к Ом, $\pm 3,3\%$	100 000
R42-R46, R56-R57	100 Ом, $\pm 10\%$	100 000
R51	0 Ом, немає точності (фактично провідник)	100 000
R52-R53	10 Ом, $\pm 10\%$	100 000
R54	470 Ом, $\pm 10\%$	100 000
R55	330 Ом, $\pm 10\%$	100 000
R58-R61	300 Ом, $10\pm\%$	100 000
R*	Середній МТТФ резисторів :	100 000
	Транзистори	
VT1(BC548)	$I_{c \max} = 100\text{mA}$, $U_{cb \max} = 30\text{B}$, $U_{исе \max} = 30\text{ B}$, $P_{\max} = 500\text{ мВт}$	100 000
VT*	Середній МТТФ транзисторів :	100 000
Середній МТТФ всього обладнання:		12,113,000 год

МТТФ (Mean Time To Failure) - це середній час до відмови, тобто середнє очікуване тривале функціонування обладнання перед тим, як воно вийде з ладу.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92

Це показник надійності компоненту або системи. МТВФ (Mean Time Between Failures) - середній час між відмовами. Це статистична міра, яка вказує на очікувану тривалість часу, який пройде між відмовами компонента, системи або обладнання. Чим більше значення МТВФ, тим більше очікується, що пристрій буде працювати без відмови протягом цього періоду. Обчислюємо загальний МТТФ для кожного типу компонентів окремо, помноживши кількість кожного типу компонентів на відповідне значення МТТФ. Знаходимо суму всіх обчислених значень МТТФ для всіх типів компонентів, щоб отримати загальний МТТФ для всієї системи.

Розрахунок:

Для акумулятора: $MTTF_{\text{акумулятора}} = 100,000 * 1 = 100,000$ годин.

Для діодів: $MTTF_{\text{діодів}} = (500,000 * 1) + (200,000 * 2) + (100,000 * 1) = 1,000,000$ годин.

Для запобіжників: $MTTF_{\text{запобіжників}} = 100,000 * 2 = 200,000$ годин.

Для індикаторів освітлення: $MTTF_{\text{індикаторів}} = 100,000 * 4 = 400,000$ годин.

Для конденсаторів: $MTTF_{\text{конденсаторів}} = (150,000 * 2) + (160,000 * 3) + (170,000 * 18) + (180,000 * 2) + (190,000 * 1) = 6,010,000$ годин.

Для іоністора: $MTTF_{\text{іоністора}} = 200,000 * 1 = 200,000$ годин.

Для мікросхем: $MTTF_{\text{мікросхем}} = (100,000 * 3) + (100,000 * 2) + (100,000 * 1) + (100,000 * 1) + (100,000 * 1) + (100,000 * 1) = 600,000$ годин.

Для пристроїв відображення інформації: $MTTF_{\text{пристроїв}} = 100,000 * 1 = 100,000$ годин.

Для перемикачів: $MTTF_{\text{перемикачів}} = 100,000 * 4 = 400,000$ годин.

Для резисторів: $MTTF_{\text{резисторів}} = (100,000 * 3) + (100,000 * 6) + (100,000 * 4) + (100,000 * 2) + (100,000 * 7) + (100,000 * 1) + (100,000 * 2) + (100,000 * 1) + (100,000 * 1) + (100,000 * 4) = 2\,900\,000$ годин.

Для транзисторів: $MTTF_{\text{транзисторів}} = 100,000 * 1 = 100,000$ годин.

Тепер можемо знайти середній час до відмови (МТТФ) для всієї системи:

$MTTF = 1\,000\,000 + 200\,000 + 400\,000 + 6\,010\,000 + 200\,000 + 600\,000 + 100\,000 + 400\,000 + 2\,900\,000 + 100\,000 = 12\,113\,000$ (год.).

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		93

Отже, загальний МТТФ для всієї системи складає 12 113 000 (год.).

Ми отримуємо МТТФ приблизно 12 113 000 годин = 504,708 (днів)= 1 рік 4 місяці 18 днів. Отже, ми знайшли середній час безвідмовної роботи всієї системи, враховуючи середній час до відмови кожного компонента.

Виходячи з розрахунків можна сказати, що у подальшому продажі розробленої продукції користувачам можна буде надавати гарантію в один рік. Рік гарантії для системи автоматизованого керування опаленням є досить стандартним, оскільки багато виробників пропонують річну гарантію на свої продукти, що дозволяє користувачам перевірити і спробувати систему протягом достатнього часу, щоб виявити будь-які можливі дефекти чи проблеми. Така гарантія також може покривати сервісне обслуговування та ремонт впродовж цього періоду, що дає користувачам більше впевненості у подальшій експлуатації чи заміні вибраної системи.

Після цього обчислимо середній час на відновлення (MTTR) визначається як середній час, потрібний для відновлення системи після відмови. Для цього потрібно врахувати час відмови кожного компонента, середній час виявлення відмови та час відновлення.

MTTR обчислюється шляхом ділення суми часів відновлення всіх компонентів на кількість відмов. Отже, середнє значення MTTR для кожного компонента дорівнює 15хв = 0.083 години, тоді знайдемо MTTR для всієї системи .

Тепер обчислимо MTTR:

$$MTTR = 0.083 \times 18 = 1,495 \text{ (год.)}$$

Отже, середній час на відновлення для всієї системи MTTR системи становить близько 1,495 години. Тепер, визначивши середній час на відновлення для всієї системи ми можемо визначити середній час між відмовами (MTBF).

$$MTBF = 12,113,000 \text{ год} - 14,95 \text{ годин} = 12\ 111\ 505 \text{ (год.)}$$

					<i>КПТР.020049.01.01 ПЗ</i>	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином середній час між відмовами (MTBF) системи автоматизованого керування опаленням складає 12 111 505 годин.

Ступінь резервування (R) визначає кількість дублювання або резервування компонентів системи для забезпечення безперебійної роботи в разі відмови одного або декількох елементів. Він вимірюється у відсотках та показує, наскільки система готова витримати відмову компонентів без перерви в роботі. Для визначення ступеня резервування можемо використати формулу 6.3.

$$R = \frac{MTTF_{\text{основного}}}{MTTF_{\text{основного}} + MTTR_{\text{основного}} + MTTR_{\text{основного}} + MTBF_{\text{резервного}}} \quad (6.3)$$

MTTF (загальної системи) = 12 113 000 (год.), MTTR = 1,495 (год), MTBF (для резервного компонента) = 12 111 505 (год).

Ступінь резервування = $\frac{12\,113\,000}{12\,113\,000 + 1,495 + 12\,111\,505} = \frac{12\,113\,000}{24\,227\,495} = 0,49$, або 49% .

Перевагою ступеня резервування в 49% є те, що він забезпечує резервний компонент, який може використовуватися в разі відмови основного компонента, підвищуючи загальну надійність системи.

Після цього проведемо оцінку ризиків та ймовірностей. Оскільки ми вже визначили MTTF для кожного компонента, то ми можемо використати ці дані, щоб оцінити ймовірність відмови кожного компонента. Зазвичай ймовірність відмови може бути розрахована за формулою 6.4.

$$P_{\text{відмови}} = \frac{1}{MTTF} \quad (6.4)$$

Для кожного компонента визначимо ймовірність відмови. Ризик відмови можна оцінити як добуток ймовірностей відмови та наслідків цієї відмови на роботу системи. Ймовірність відмови може бути розрахована за формулою 6.5.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{\text{відмови}} = \frac{1}{MTTF} = 0.00025 \quad (6.5)$$

Розрахуємо ймовірність відмови для кожного компонента і проведемо оцінку ризиків та ймовірностей для системи. Звичайно, давайте розрахуємо ймовірність відмови для кожного компонента і проведемо оцінку ризиків та ймовірностей для системи та запишемо отримані результати у таблицю 3.3.

Таблиця 3.3 – Ймовірність відмови для кожного компонента та всієї системи автоматизованого керування опаленням

Познач.	Найменування, характеристики	$P_{\text{відмови}}, \%$
	Джерела живлення	
GB1	Акумулятор Renogy Deep Cycle AGM Battery 12 В 100 Аг (100А/год, Р= 1200 Вт/год)	0,001%
GB*	Середня $P_{\text{відмови}}$ джерел живлення :	0,001%
	Діоди	
VD1 (Vishay 1N4148)(імпульсний)	4 пФ, $U_o = 100 \text{ В}$, $U_i = 75 \text{ В}$, $U_z = 53 \text{ В}$	0,0001%
VD2,VD3(Diodes Incorporated 1N4148W)	Падіння напруги при струмі $1 \text{ А} = 1 \text{ В}$, $I_{\text{max}} = 1 \text{ А}$ при $75 \text{ }^\circ\text{C}$	0,0002%
VD4(Fairchild Semiconductor 1N4148)	$U_{\text{max об}} = 100 \text{ В}$, $U_{\text{сер об}} = 75 \text{ В}$, $I_{\text{max сер п}} = 150 \text{ мА}$, $P_{\text{розс}} = 500 \text{ мкВт}$	0,0005%
VD*	Середня $P_{\text{відмови}}$ діодів :	0,00026%
	Запобіжники	
DA2, DA3 (Bourns MF-R030/26-0)	$U_{\text{max вх.}} = \text{В}$, $U_{\text{вих}} = \text{В}$, $\pm\%$ та $\pm\%$	0%

DA*	Середня $P_{\text{відмови}}$ запобіжників :	0%
	Індикатори освітлення(LED)	
HL1-HL4 (HL-112H95BC)	$I_{\text{прям}} = 20\text{мА}, P = 0,5\text{ Вт}$	0,001%
HL*	Середня $P_{\text{відмови}}$ індикаторів освітлення :	0,001%
	Конденсатори (Panasonic EEU-FM1H221)	
C27- C28	20Ф, 5В	0,000166%
C30, C32, C35	220 мкФ, 5В	0,000166%
C29, C31, C33, C34, C36 – C41, C44, C46 – C49, C50, C51	100пФ, 5В	0,000166%
C43, C45	22 мкФ, 5В	0,000166%
C52	0,47Ф , 5В	0,000166%
C*	Середня $P_{\text{відмови}}$ конденсаторів :	0,000166%
	Іоністор	
VD8(IN4148)	$I_{\text{макс п}} = 300\text{ мА}, U_{\text{п}} = 1\text{В}, U_{\text{макс об}} = 100\text{В}$	0,000166%
VD*	Середня $P_{\text{відмови}}$ іоністорів :	0,000166%
	Мікросхеми	
U1	годинник реального часу моделі DS3231	0,001%
U2	(трансивер) MAX3232	0,001%
U3	Масив транзисторів Дарлінгтона UNL2803A (8 транзисторів)	0,001%
U4	Центральний мікропроцесорний блок ESP8266 NodeMCU Wi-Fi (iFT232-s16);	0,001%
U5	Високопродуктивна плата ESP8266 NodeMCU (iFT232-s16) Wi-Fi + Atmega32A-AU	0,001%
U*	Середній МТТФ мікросхем :	0,001%

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КПТР.020049.01.01 ПЗ

Арк.

97

	Пристрої відображення інформації	
LCD1	Символьний дисплей OLED 16x2 SSD1306	0,001%
LCD*	Середня $P_{\text{відмови}}$ пристроїв відображення інформації :	0,001%
	Перемикачі	
SA1 – SA4	АВР резервного живлення Geys G2R 2P 4P	0%
SA*	Середня $P_{\text{відмови}}$ автоматичних перемикачів резервного живлення:	0%
	Металоплівкові резистори Vishay CRCW0603	
R33, R35	10 к Ом, $\pm 1\%$	0,00034%
R34, R62, R47-R50	1 к Ом, $\pm 1\%$	0,00034%
R36 – R39	100 Ом, $\pm 10\%$	0,00034%
R40-R41	3,3 к Ом, $\pm 3,3\%$	0,00034%
R42-R46, R56-R57	100 Ом, $\pm 10\%$	0,00034%
R51	0 Ом, немає точності (фактично провідник	0,00034%
R52-R53	10 Ом, $\pm 10\%$	0,00034%
R54	470 Ом, $\pm 10\%$	0,00034%
R55	330 Ом, $\pm 10\%$	0,00034%
R58-R61	300 Ом, $10\pm\%$	0,00034%
R*	Середня $P_{\text{відмови}}$ резисторів :	0,00034%
	Транзистори	
VT1(BC548)	$I_{c \text{ max}} = 100\text{mA}$, $U_{cb \text{ max}} = 30\text{В}$, $U_{исе \text{ max}} = 30$ В , $P_{\text{max}} = 500 \text{ мВт}$	0,001%
VT*	Середня $P_{\text{відмови}}$ транзисторів :	0,001%
$P_{\text{відмови}}$ для всієї системи автоматизованого керування опаленням:		0,025%

Загальний ризик системи визначається найвищою ймовірністю ризиків відмови кожного компонента, оскільки в системі є один або декілька ключових компонентів, відмова яких може серйозно підірвати роботу всієї системи. Попри низький рівень відмови всіх інших компонентів схеми, загальний ризик системи розцінюється як високий, тому що відмова мікросхем буде серйозною проблемою, оскільки мікросхеми є основними компонентами САКО. Щоб упевнитися в ефективності побудованої системи знайдемо ймовірність відмови для всієї системи:

$$P_{\text{відмови, системи}} = 0.00001 + 0.000001 + 0.000005 + 0.0000025 + 0.000000166 + 0.000005 + 0.00001667 + 0.00001 + 0.0000025 + 0.000000345 + 0.00001 = 0,0000482.$$

Отже, загальна ймовірність відмови для всієї системи становить приблизно 0,0000482 або 0,00482%.

Виходячи з наших розрахунків система моніторингу та діагностики системи (у нашому випадку додаток керування САКО через Blynk) здатна ефективно виявляти відмови, наприклад відмова акумулятора, чи діода буде виявлена коли їх ймовірність відмови перевищить певний поріг і система відповідно реагуватиме на цю подію.

Крім цього під час виявлення відмов система моніторингу та діагностики побудована таким чином, що вона має можливість точно виявити причину відмови або проблеми. Система моніторингу та діагностики здатна швидко реагувати на виявленні відмови. Швидкість реакції залежить від часу оновлення даних, часу обробки і часу вжиття заходів для виправлення проблеми, оскільки система задовольняє ці параметри то можна сказати що ця система ефективно реагує на відмови.

Варто зазначити, що в дані систему автоматизованого керування опаленням в подальшому буде інтегровано з підтримкою хмарного сервісу blynk, підключення якого дозволить користувачам віддалено керувати опаленням в приміщенні, забезпечуючи зручність, енергоефективність та значно зекономить кошти, оскільки не потрібно наймати персонал, який би стежив за правильною роботою цієї системи, система буде працювати за прописаною програмою, а користувач зможе сам коригувати змінні у відповідності до своїх побажань.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
						99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Все це робить систему автоматичного керування не тільки швидкою та надійною , але і економічно ефективною.

Визначимо споживану потужність для всієї мережі:

Назва елемента	Споживаний струм	Споживана потужність
Реле керування (G6K-2F-Y-3VDC від компанії Omron)	49mA	100мВт
Індикатори освітлення HL-112H95BC	160 mA	85мВт
Перетворювачі напруги		
Знижувальний перетворювач 100 Вт 20 А. модуль DC струму.	15A	100 Вт
Імпульсний Блок живлення Віом 12 Вольт 100 Ватт	25 А	100 Вт
Пристрої відображення		
Символьний дисплей OLED 16x2 SSD1306	15 mA	82,5 мВт
Мікросхеми		
годинник реального часу моделі DS3231	1 mA	1,6 мВт
(трансивер) MAX3232	5 mA	20 мВт
Масив транзисторів транзисторів)Дарлінгтона UNL2803A (8	4000 mA	20Вт
Центральний мікропроцесорний блок ESP8266 NodeMCU Wi-Fi	150 mA	0,495 Вт

Високопродуктивна плата ATmega32A-AU Atmel	10 mA	0,05Вт
Транзистори BC548	10 mA	0,033Вт
Іоністор IN4148	300 mA	0,21Вт
Джерела живлення		
Акумулятор Renogy Deep Cycle AGM Battery 12 В 100 Аг	100А	1200Вт
сенсори		
Сенсор DS18B20	0.001mA	0.0033мВт
Сенсор HTU21D	0.00015mA	0.000495мВт
Загальне споживання всієї системи	44,06 А- без AGM	1980, 5 Вт т або 1,98 кВт

До того же та не надто складною для встановлення та керування, що є хорошим показником її зручності. Проведемо оцінку систему управління резервним живленням, а саме проаналізуємо ефективність системи, яка включається при відмові основного живлення з метою забезпечення безперебійної роботи. Варто зазначити, що у САКО присутнє резервне живлення, а саме акумулятор Renogy Deep Cycle AGM Battery 12 В 100 Аг, роботи одного акумулятора вистачить на 400 000 годин, отже 1200Вт/год /100 Вт = 83,33 (год.) або близько 3,5 днів безперебійної роботи системи автоматичного керування опаленням, цього часу повністю вистачить для виправлення навіть найсерйозніших неполадок у системі. Крім цього акумулятор Renogy Deep Cycle AGM є відносно не дорогим рішенням. Отже, можна сказати, що створена САКО є досить енергоефективною та високо функціональною системою автоматизованого керування опаленням в приміщенні із гарантією не більше 1 року 4 місяці напругою в мережі 3,3 В та споживає потужність 3021,4 Вт, без акумулятора Renogy Deep Cycle AGM Battery споживана потужність становить 1980, 5 Вт, отже джерело живлення має досить потужності для всієї системи, оскільки потужність резервного джерел живлення становить 2400 Вт.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		101

3.1.5 Оцінка витрат на компоненти системи автоматизованого керування опаленням

Таблиця 3.3 – Позначення, найменування та розрахунок ціни компонентів

Познач.	Найменування, характеристики	Кіл.	Ціна, грн
	Джерела живлення		
GB1	Акумулятор Renogy Deep Cycle AGM Battery 12 В 100 Аг (100А/год, Р= 1200 Вт/год)	2	5490
GB2	Модуль перемикання джерел живлення 12В HW-712	1	168
GB*	Загальна ціна джерел живлення :		5658
	Діоди		
VD1 (Vishay 1N4148)(імпульсний)	4 пФ, $U_o = 100 \text{ В}$, $U_i = 75\text{В}$, $U_s = 53 \text{ В}$	1	5
VD2,VD3(Diodes Incorporated 1N4148W)	Падіння напруги при струмі $1\text{А} = 1\text{В}$, $I_{\text{max}} = 1 \text{ А}$ при $75 \text{ }^\circ\text{C}$	2	6
VD4(Fairchild Semiconductor 1N4148)	$U_{\text{max об}} = 100\text{В}$, $U_{\text{сер об}} = 75\text{В}$, $I_{\text{max сер п}} = 150\text{мА}$, $P_{\text{розс}} = 500 \text{ мкВт}$	1	7
VD*	Загальна ціна діодів :	4	18
	Запобіжники		
DA2, DA3 (Bourns MF-R030/26-0)	$U_{\text{max вх.}} = \text{В}$, $U_{\text{вих}} = \text{В}$, $\pm\%$ та $\pm\%$	2	24
DA*	Загальна ціна запобіжників :	2	24

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КПТР.020049.01.01 ПЗ

Арк.

102

DD2	годинник реального часу моделі DS3231	1	37
DA1	(трансивер) MAX3232	1	35
DA5	Масив транзисторів Дарлінгтона UNL2803A (8 транзисторів)	1	9
	Центральний мікропроцесорний блок ESP8266 NodeMCU Wi-Fi ;		150
DD1	Високопродуктивна плата ATmega32A-AU Atmel	1	168.3
DD*/DA*	Загальна ціна мікросхем :	5	399,3
	Пристрої відображення інформації		
DD3	Символьний дисплей OLED 16x2 SSD1306	2	270
DD*	Загальна ціна пристроїв відображення інформації :	2	270
	Проводи для підключення		
	Провід живлення Bare Copper Wire	1 ф.	2003
	Провід передачі даних даних USB AmazonBasics USB 2.0 Cable - A-Male to B-Male	3ф	174
	Провід для сигналів керування Alpha Wire EcoCable Mini 24 AWG Hook-Up Wire	3м	639,75
	Провід для сенсорів температури та вологості DHT22 Temperature and Humidity Sensor Cable"	20м	288
	Провід для керування реле Aexit 22AWG 2 Pin Wire	7м	115,2

	Провід для живлення акумуляторів WindyNation 10 Gauge Red and Black Welding Lead & Car Battery Copper Cable Wire	5ф	1421,12
	Загальна ціна проводів для підключення	34м	4641,07
	Перемикачі		
SA1 – SA4	АВР резервного живлення Geys G2R 2P 4P	1	1500
SA*	Загальна ціна автоматичних перемикачів резервного живлення:	1	1500
	Металоплівкові резистори Vishay CRCW0603		
R33, R35	10 к Ом, $\pm 1\%$	3	78
R34, R62, R47-R50	1 к Ом, $\pm 1\%$	6	156
R36 – R39	100 Ом, $\pm 10\%$	4	104
R40-R41	3,3 к Ом, $\pm 3,3\%$	2	52
R42-R46, R56-R57	100 Ом, $\pm 10\%$	7	182
R51	0 Ом, немає точності (фактично провідник	1	26
R52-R53	10 Ом, $\pm 10\%$	2	52
R54	470 Ом, $\pm 10\%$	1	26
R55	330 Ом, $\pm 10\%$	1	26
R58-R61	300 Ом, $10\pm\%$	4	104
R*	Загальна ціна резисторів :	31	806
	Реле керування		

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		105

K1	Реле керування живленням GSM (G6K-2F-Y-3VDC від компанії Omron)	3	15,78
K2	Реле керування опалювальним обладнанням (G6K-2F-Y-3VDC від компанії Omron)	2	10,52
	Загальна ціна реле керування :	5	26,3
	Сенсори вологості та температури		
HT1	HTU21D	5	415
DS1	DS18B20 (водонепроникний)	6	252
DS2	DS18S20	5	830
	Загальна ціна сенсорів:	16	1497
	Транзистори		
VT1(BC548)	$I_{c \max} = 100\text{mA}$, $U_{cb \max} = 30\text{V}$, $U_{исе \max} = 30\text{V}$, $P_{\max} = 500\text{mW}$	1	2
VT*	Загальна ціна транзисторів :	100	200
Загальна ціна всього обладнання(без врахування ціни за пересилку, ПДВ, та додаткових комплектуючих) :		196	22629,17

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КПТР.020049.01.01 ПЗ

Арк.

106

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційному проекті бакалавра була спроектована система автоматизованого керування опаленням за використанням технології Blynk IoT на основі мікроконтролера ESP8266 з використанням середовища Arduino IDE. Arduino IDE для ESP8266 дозволяє легко створювати власні прошивки та безпосередньо завантажувати їх на мікроконтролер, використовуючи той самий процес, що й для звичайної платформи Arduino. Це означає, що для розробки програмного забезпечення не потрібно мати жодних плат Arduino, оскільки сам мікроконтролер виступає як основний модуль. Не менш важливо, що після невеликої доробки, майже всі бібліотеки Arduino можна використовувати з ESP8266. Варто відзначити, що на сьогодні існує чимало бібліотек, спеціально адаптованих для використання з ESP8266.

Arduino IDE для ESP8266 надає підтримку всіх найпоширеніших модулів на основі ESP8266, включаючи модулі з обмеженою флеш-пам'яттю (512 кб), а також модулі типу NodeMCU (у всіх варіантах) та OlimexMOD-WiFi-ESP8266. Також підтримується автоматичне перезавантаження та прошивка через RTS + DTR, так само, як у звичайних платах Arduino. Для цього потрібен USB-TTL адаптер з підтримкою пінів DTR і RTS. У багатьох версіях модулів ця функція вже вбудована. Якщо на USB-TTL адаптері підключені тільки RX, TX і GND, то доведеться самостійно піднімати GPIO0 до землі і перемикати живлення модуля для прошивки.

Для початку роботи в Arduino IDE з мікроконтролером ESP8266, потрібно вставити посилання на стабільну версію набору бібліотек від виробника (SDK) у налаштування середовища в поле "Additional Boards Manager". Після цього можна встановити необхідні плати ESP8266 через менеджер плат. Це дасть можливість використовувати різноманітні модулі на основі ESP8266 для будь-якого проекту, оптимізуючи програмування мікроконтролера з вбудованим Wi-Fi модулем через зручне та просте в управлінні Arduino IDE.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		107

У спроектованій системі автоматизованого керування опаленням використовуватиметься Wi-Fi плата Arduino ESP8266 NodeMCU Wi-Fi, оскільки вона відзначається своєю надійністю, низькою вартістю, підтримкою Wi-Fi, режимами економного споживання енергії, великою пам'яттю та безліччю периферійних інтерфейсів. Крім цього плата має високу швидкість передачі великої кількості даних та має вбудований UART-Wi-Fi модуль.

Була створена електрична структурна, функціональна та принципова та концептуальна схема пристрою, а також наведено опис принципу забезпечення низького споживання енергії за допомогою модуля живлення. Мікропроцесор ESP8266 спеціально розроблений для мобільних пристроїв, портативної електроніки та застосунків Інтернету речей (IoT). Завдяки використанню кількох патентованих технологій, він відзначається особливо низьким рівнем споживання енергії. ESP8266 має три режими роботи: активний режим (active mode), режим очікування (sleep mode) і режим глибокого сну (deep sleep mode), що дозволяє значно продовжити тривалість роботи від акумуляторної батареї. Рациональне використання всіх трьох режимів роботи мікропроцесору ESP8266 у системі автоматизованого керування опаленням дозволить не тільки заощадити на використанні енергоносіїв, але і забезпечити найбільшу ефективність та надійність всієї системи. Крім цього, варто відзначити особливу надійність системи, яка не залежить від потреби у постійному живленні всієї системи, оскільки вона може використовувати резервні джерела живлення. Спроектвана система використовує обладнання з найбільшим терміном експлуатації, з можливостями найшвидшої передачі та обробки даних, використання сучасних сенсорів та датчиків температури, вологості (за потреби тиску) та можливість проведення швидкого ремонту, за рахунок простої будови. Все це робить спроектовану САКО високоефективною конкурентно-спроможною системою, яка підійде навіть для найбільш вимогливого користувача.

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		108

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. AlterAir. (б.р.). "Розведення опалення в приватному будинку." [Електронний ресурс]. Отримано з: <https://alterair.ua/stati/razvodka-otopleniya-v-chastnom-dome/>

2. DomSkotlom. (б.р.). "Сучасні способи опалення будівель і приміщень: вибір." [Електронний ресурс]. Отримано з: <https://www.domskotlom.com/ua/sposobi-opalennya-budivel-i-primishhen/>

3. RemontoSeli. (б.р.). "Система опалення у приватному будинку: схема з газовим котлом." [Електронний ресурс]. Отримано з: <https://remontoseli.com.ua/articles/heating/sistema-opalennya-u-privatnomu-budinku-skhema-z-gazovim-kotlom.html>

4. Svaltera. (б.р.). "Схема опалення приватних будинків." [Електронний ресурс]. Отримано з: https://www.svaltera.ua/solutions/typical/water_supply/7707.php

5. NeoSmart. (б.р.). "ТЕРМОСТАТ НАСТІННИЙ NEST LEARNING THERMOSTAT GEN3, АМЕРИКАНСЬКА ВЕРСІЯ." [Електронний ресурс]. Отримано з: <https://neosmart.com.ua/umnoe-upravlenie-klimatom-uk/umnye-termostaty-uk/nastennye-termostaty-uk/termostat-nastennyu-nest-learning-thermostat-gen3-amerikanskaya-versiya-uk.html>

6. Z-Wave. (б.р.). "Розумний термостат Ecobee 3 Lite Smart Wi-Fi Thermostat." [Електронний ресурс]. Отримано з: <https://z-wave.com.ua/ua/p1410633795-umnyj-termostat-ecobee.html>

7. Viessmann-Atlant. (б.р.). "Конденсационний Котел Viessmann Vitodens 200-W B2HF 25 Z019322." [Електронний ресурс]. Отримано з: <https://viessmann-atlant.com.ua/gazovye-kondensacionnye-kotly-viessmann/viessmann-vitodens-200/viessmann-vitodens-200-w-b2hf-25-z019322>

8. Svaltera. (б.р.). "Бездротова автоматизована система керування модульною котельнею." [Електронний ресурс]. Отримано з: https://www.svaltera.ua/solutions/typical/water_supply/7707.php

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
						109
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Liconce. (б.р.). "Будинок із змінним температурним режимом: функція "Захист від замерзання". [Електронний ресурс]. Отримано з: https://info.liconce.com/statyi-raznie/zashita_ot_zamerzaniya

10. Васілевський, О.М., Ігнатенко, О.Г. (б.р.). "Нормування показників надійності технічних засобів: навч. посіб." [Електронний ресурс]. Отримано з: https://msn.khmnu.edu.ua/pluginfile.php/644012/mod_resource/content/1/%D0%9D%D0%BE%D1%80%D0%BC%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%BF%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D0%B7%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D1%96%D0%B2%20%D0%BD%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96%20%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D1%85%20%D0%B7%D0%B0%D1%81%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%B2.pdf.

11. Blynk [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.blynk.cc>.

12. Інтернет речі (Internet of Things) [Електронний ресурс]. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/276439592_Internet_of_Things.

13. Iot based monitoring and control system for appliances [електронний ресурс]. – 2018. – режим доступу до ресурсу: https://www.ripublication.com/acst18/acstv11n1_04.pdf.

14. Remote monitoring and alerting for iot [електронний ресурс]. – 2020. – режим доступу до ресурсу: <https://cloud.google.com/solutions/remote-monitoring-andalerting-for-iot>.

15. Модель-вид-контролер [електронний ресурс]. – 2019. – режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/модель-вид-контролер>.

16. Информационная безопасность интернета вещей (internet of things) [електронний ресурс]. – 2020. – режим доступу до ресурсу: [https://www.tadviser.ru/index.php/статья:информационная_безопасность_интернет_а_в_ещей_\(internet_of_things\)](https://www.tadviser.ru/index.php/статья:информационная_безопасность_интернет_а_в_ещей_(internet_of_things)).

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		110

17. Are (IoT) Smart Homes of the Future As Smart As They Say? [Електронний ресурс] // Panda Security. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.pandasecurity.com/mediacenter/technology/iot-smart-homes-futuresmart-say>.
18. Arduino i Raspberry Pi: [Електронний ресурс].– Режим доступу до ресурсу: <http://edurobots.ru/2014/09/arduino-ili-raspberry-pi-kakaya-platformaluchshe>.
19. D. Evans, “The Internet of things: How the next evolution of the Internet is changing everything,” CISCO, San Jose, CA, USA, White Paper, 2011.
20. Dickson B. How to prevent your IoT devices from being forced into botnet bondage [Електронний ресурс] / Dickson. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://techcrunch.com/2016/08/16/how-to-prevent-your-iot-devices-from-beingforced-into-botnet-slavery/>.
21. Ajax Systems [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://ajax.systems/ua/products/>.
22. Комп'ютерні мережі: [навчальний посібник] / А. Г. Микитишин, М. М. Митник, П. Д. Стухляк, В. В. Пасічник. – Львів: «Магнолія 2006», 2013. – 256 с.
22. Arduino – Products. URL: <https://www.arduino.cc/en/Main/Products> (дата доступу 25.05.2019).
23. "Optimum Humidity Levels for Home". URL: <https://www.airbetter.org/optimum-humidity-levels-home/> (дата доступу 18.05.2019).
24. DS18B20 Цифровий датчик температури. Даташит [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>.
25. Гупта Р., Джайн Р. Бездротова система віддаленого контролю температури та вологості за допомогою Arduino та Android. Міжнародний журнал передових досліджень в галузі комп'ютерних наук та програмного забезпечення, 2017, том 7, № 1, с. 450-456.
26. Temperature Measure and Calibration. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.nist.gov/programs-projects/temperature-measurement-and-calibration>.

27. Running the Winsock Client and Server Code Sample. [Электронный ресурс].

Режим доступа:

<https://www.codeproject.com/Articles/1540/Creating-Client-Server-Application-using-Winsock>.

28. Arduino IDE [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://www.arduino.cc/software>.

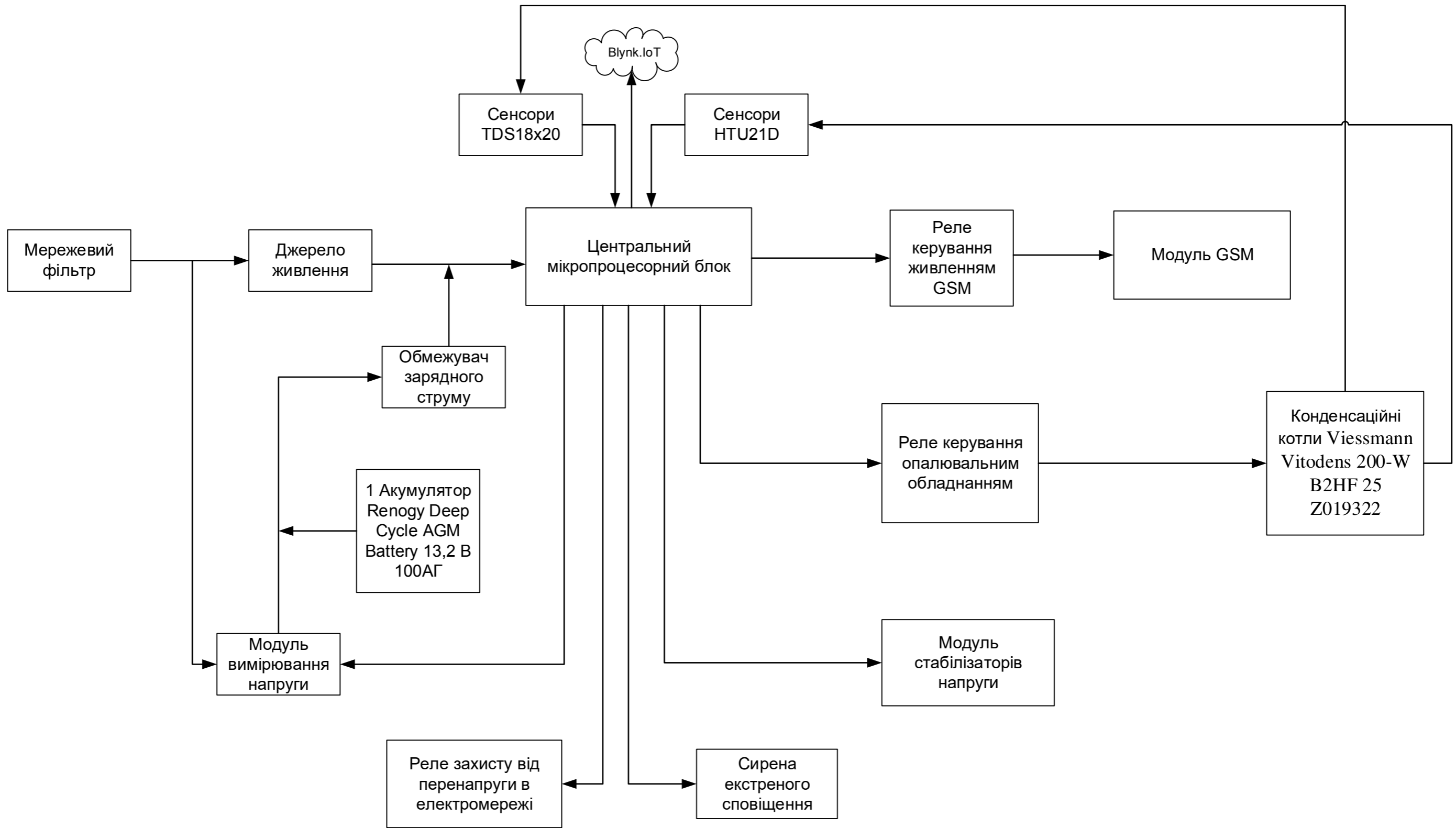
29. Arduino Reference. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://www.arduino.cc/reference>

30. Arduino Software (IDE). [ий ресурс]. – Режим доступа:

<https://www.arduino.cc/en/software>

					КПТР.020049.01.01 ПЗ	Арк.
						112
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

							<i>КПТР.020049.01.01 E1</i>		
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Інформаційні технології проектування телекомунікаційних пристроїв Схема електрична принципова	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Коротун М.В							1	3
Перев.	Пивовар О.С								
Т. контр.							ХНУ, ФІТ		
Н. контр.	Стецюк В.І								
Затв.	Підченко С.К								

Поз. Познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
	Джерела живлення	1	
GB1	Акумулятор Renogy Deep Cycle AGM Battery		
VD1-VD4	Діоди Vishay 1N4148	4	імпульсний
DA2-DA3	Запобіжники Bourns MF-R030/26-0 $U_{\text{мах вх.}} = 30\text{В}$, $U_{\text{мах вих}} = 60\text{В}$, $I_{\text{спрац.}} = 0,30\text{А}$, $I_{\text{відкл.}} = 0,60\text{А} \pm 15$	2	
	Перетворювачі напруги		
UZ1	Знижувальний перетворювач DC струму 300 Вт 20 А	2	
UZ2	Імпульсний Блок живлення Biom 12 Вольт 300 Ватт	2	
HL1-HL4	Індикатори освітлення (OLED) HL-112H95BC	4	
	Конденсатори Panasonic EEUF M1H221 220 мкФ 50В ± 20		
C27, C28	20Ф, 5В	2	
C29, C31	220 мкФ, 5В	3	
C30, C32	220 мкФ, 5В	3	
C33, C34	100пФ, 5В	2	
C35	100пФ, 5В	1	
C36...C40	100пФ, 5В	4	
C41, C44	100пФ, 5В	2	
C43, C45	22 мкФ, 5В	2	
C46...C49	100пФ, 5В	4	
C50, C51	100пФ, 5В	2	
C52	0,47Ф, 5В	1	

					КПТР.020051.01.03.ПЕЗ					
Зм	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Інформаційні технології проекткування телекомунікаційних пристроїв			Літ.	Аркуш	Аркушів
Розробив	Коротун. М.В							н	1	4
Перевірив	Пивовар О.С				Перелік елементів			ФІТ, ХНУ		
Н.контр.	Стецюк В.І									
Затверд.	Підченко С.К.									

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 1.0%

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

ID: 129525 Назва: Автоматизована система керування опаленням Додано в БД: 2024-06-10 Автора: Коротун Микола Вікторович Керівники: Пивовар Олег Сергійович Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	120262	890	2156 (2%)	30 (3%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми



Ім'я користувача:
Kafedra TMIT KhNU

Дата перевірки:
10.06.2024 20:34:29 EEST

Дата звіту:
10.06.2024 21:40:14 EEST

ID перевірки:
1016344135

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

ID користувача:
100005657

Назва документа: Коротун_TP2-20-1

Кількість сторінок: 123 Кількість слів: 20584 Кількість символів: 145013 Розмір файлу: 2.26 MB ID файлу: 1016145644

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

6.15%
Схожість

Найбільша схожість: 1.23% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1008330381)

5.09% Джерела з Інтернету 558 Сторінка 125

3.43% Джерела з Бібліотеки 150 Сторінка 134

0% Цитат

Не знайдено жодних цитат

Не знайдено жодних посилань

0%
Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

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

Замінені символи 3

Підозріле форматування 33 сторінки

РІШЕННЯ КАФЕДРИ
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ, МЕДИЧНИХ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ПРОЕКТУ ДО ЗАХИСТУ

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

Назва: Система автоматизованого керування опаленням

Автор: **Коротун Микола Вікторович**

Спеціальність: **172 Телекомунікації та радіотехніка**

Освітня програма: Телекомунікації та радіотехніка

Науковий керівник: **к.т.н., доц.. Пивовар Олег Сергійович**

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

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

Підтвердження Запозичення у розмірі 6% (Unicheck) та 1% (Anti-Plagiarism), виявлені в роботі є випадковими і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.

11.06.2024р.

Відповідальний за перевірку Unicheck

Відповідальний за перевірку Anti-Plagiarism

Керівник роботи:

Зав.каф. ТМІТ



Олег Пивовар

Віктор Стецюк

Олег Пивовар

Сергій Підченко

РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційний проект студента групи TP2-20-1

Коротуна Миколи Вікторовича

“Система автоматизованого керування опаленням”

Кваліфікаційний проект бакалавра складається із текстової частини, що складається із вступу, 3 розділів, висновків з виконання проекту, списку використаних джерел та додаткових матеріалів у кінці звіту. Загальний обсяг роботи в якому викладено основний зміст складає 112 сторінок і є достатнім для кваліфікаційних проектів бакалаврів. В додатках подані усі необхідні документи для захисту та підтвердження автентичності.

Перевагами кваліфікаційного проекту є створення сучасної автоматизованої та багатofункціональної системи автоматизованого керування опаленням, для якої були створенні веб-інтерфейси для додатку blink та безпосередньо сам додаток для керування та моніторингу системи опалення. Був розроблений алгоритм роботи всієї системи та розроблені всі необхідні електричні схеми для професійного підключеного між собою вибраного обладнання. Крім цього була вибрана оптимальна дешева копонента база. Але в роботі, також були присутні неточності у вигляді складності побудови, неточних формулювань та обмежено проведений розрахунок ціни компонентної бази.

Загалом кваліфікаційний проект ст. гр... TP2-20-1 Коротуна Миколи Вікторовича “Система автоматизованого керування опаленням” виконано на високому технічному рівні та може бути рекомендовано до впровадження як навчально-лабораторний засіб. Проект заслуговує оцінку “відмінно”.

Рецензент: Ковач Ю.П., к.т.н., доцент, зав.в.

кадр зрн Кібербезпеки

11.06.2024р