

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр

Освітній рівень

Автоматизована система керування приватним будинком

Назва теми

КвРАКІТ.2020023.01.02.ПЗ

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

Шифр, назва

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

Шифр, назва

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

Назва

Виконав:

студент IV курсу, група АКІТ-20-1

Підпис

Костянтин ВЕРЕСІЮК

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник

Підпис, дата

Денис МАКАРИШКІН

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер

Підпис, дата

Людмила КОРЕЦЬКА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

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

Підпис, дата

Валерій МАРТИНІЮК

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

« 14 » 06 2024 р.

Хмельницький 2024

Хмельницький національний університет

Факультет інформаційних технологій

Кафедра автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та  
робототехніки

Освітній рівень перший (бакалаврський)

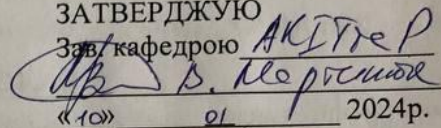
Галузь знань 15 – Автоматизація та приладобудування

Спеціальність 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедрою

 В. Коришчук

«10» 01 2024р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Вересюк Костянтин Михайлович

1 Тема роботи: Автоматизована система керування приватним будинком  
керівник роботи Макаришкін Д.А., к.т.н, доцент

Затверджено наказом по університету від «10» 01 2024р. № 8

2 Строк подання студентом роботи на кафедру: 03.06.2024р.

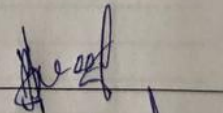
3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на дипломне проектування

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ.  
Огляд та аналіз підходів до автоматизації приватних будинків. Розробка  
автоматизованої системи керування приватним будинком. Моделювання роботи  
автоматизованої системи керування приватним будинком. Висновки.

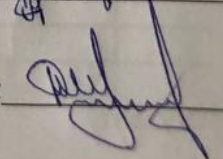
5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)

Презентаційні слайди

Завдання отримав



Науковий керівник



Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

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

7. Дата видачі завдання « 01 » 02 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів (розділів) дипломної роботи	Строк виконання етапів дипломної роботи	Примітка
1	Вступ	15.02.2024р.	Виконано
2	Огляд та аналіз підходів до автоматизації приватних будинків	15.03.2024р.	Виконано
3	Основна частина	10.04.2024р.	Виконано
4	Моделювання роботи автоматизованої системи керування приватним будинком	10.05.2024р.	Виконано
5	Висновки	15.05.2024р.	Виконано
6	Оформлення пояснювальної записки до КРБ	25.05.2024р.	Виконано
7	Оформлення презентаційних матеріалів	1.06.2024р.	Виконано

Студент

Керівник роботи

Підпис

Костянтин ВЕРЕСЮК  
Ініціали, прізвище

Підпис

Дмитро МАКАРИШКІН  
Ініціали, прізвище

## АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Автоматизована система керування приватним будинком».

Автор роботи: Вересюк К.М.

Керівник роботи: Макаришкін Д.А.

Пояснювальна записка: 69 с., 59 рис., 3 табл., 2 дод., 40 джерел.

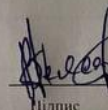
Графічна частина: 12 презентаційних слайдів

ПРИВАТНИЙ БУДИНОК, РОЗУМНИЙ ДІМ, ОПАЛЕННЯ, ОСВІТЛЕННЯ,  
СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ, МІКРОКОНТРОЛЕР, РЕЛЕ,  
ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА, МОДУЛІ КЕРУВАННЯ, ДАТЧИК, SIMULINK

Метою роботи є розробка автоматизованої системи керування приватним будинком та налаштування такої системи із використанням мобільного телефону або планшету. В роботі розроблено автоматизовану систему керування приватним будинком, яка складається із серверного модулю на ПК, апаратного модулю та трьох клієнтських модулів (для ноутбуку, для мобільного телефону та для PSP). Проведено підбір обладнання апаратного модулю, а саме мікроконтролер, реле, датчики руху для освітлення, датчики температури для системи опалення. Також в роботі в Simulink Matlab проведено моделювання роботи системи опалення приватного будинку.

01.06.2024

дата



Підпис

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРИВАТНИХ БУДИНКІВ.....	6
1.1 Аналіз існуючих систем автоматизованого керування приватним будинком .....	6
1.2 Системні вимоги до автоматизованої системи керування приватним будинком .....	10
1.3 Специфікація проекту автоматизованої системи керування приватним будинком .....	12
1.4 Висновки до першого розділу .....	17
2 РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРИВАТНИМ БУДИНКОМ .....	18
2.1 Опис об'єкту автоматизації.....	18
2.2 Розробка функціональної схеми автоматизації приватного будинку .....	23
2.3 Підбір обладнання для автоматизованої системи керування приватним будинком .....	24
2.4 Висновки до другого розділу .....	30
3 МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРИВАТНИМ БУДИНКОМ.....	31
3.1 Серверний модуль .....	31
3.2 Апаратний модуль та мікроконтролер .....	36
3.3 Клієнтський модуль Bluetooth для J2ME .....	44
3.4 Клієнтський модуль Wi-Fi для ноутбуків.....	49
3.5 Клієнтський модуль Wi-Fi для Sony Playstation Portable .....	53

<b>КВРАКІТ.2020023.01.02.ПЗ</b>								
Зм.	Арк.	Медокум.	Підпис	Дата	Автоматизована система керування приватним будинком.	Літера	Аркуш	Аркушів
Виконав		Вересюк К.М.		14.06.24		у	2	69
Перевір.		Макаришин Д.А.		14.06.24	Пояснювальна записка	ХНУ ір. АКІТ-20-1		
Н.контр.		Корещька Л.О.		11.06.24				
Затвер.		Мартинюк В.						

3.6 Моделювання системи опалення в автоматизованій системі керування приватним будинком .....	58
3.7 Висновки до третього розділу.....	63
ВИСНОВКИ.....	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	66
ДОДАТКИ.....	70

## ВСТУП

Автоматизація приватних будинків передбачає запровадження певного рівня автоматичного або комп'ютеризованого керування електричними та електронними системами, які присутні в будинках. До таких систем відносяться системи безпеки, освітлення, контроль мікроклімату приміщень шляхом керування системами опалення, вентиляції та кондиціонування, керування гаражними воротами, тощо.

Для керування та моніторингу складовими частинами системи будинку та відповідними приладами встановлюється апаратна система, яка, в свою чергу, відповідає за керування приладами в залежності від їх конфігурації. Наприклад, така апаратна автоматизована система (АС) може автоматично вмикати освітлення у вказаний час протягом доби, або ж проводити вимірювання стану освітлення за допомогою датчика і вмикати світло, коли відповідні датчики зчитують певне значення, яке нижче порогового. Ще одним із прикладом запровадження автоматизованої системи керування приватним будинком та її функціоналом є можливість у користувача дистанційного ввімкнення кондиціонеру перед виходом з роботи.

У роботі розглядається розробка автоматизованої системи приватного будинку, яка б дозволила користувачеві керувати будинком за допомогою мобільного телефону або будь-якого іншого бездротового пристрою з підтримкою Bluetooth або Wi-Fi. В системі, що розробляється, запуск серверного програмного забезпечення передбачається через персональний комп'ютер.

Запровадження такої АС у приватному будинку дозволить користувачеві керувати кожним окремим освітлювальним приладом або вентилятором. Запропонована АС дозволить виконувати автоматичне ввімкнення основного загального освітлення, а також вимикати загальне освітлення та вмикати нічник у встановлений користувачем час.

					<i>КВРАКІТ.2020023.01.02.ПЗ</i>	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Крім того в автоматизованій системі керування приватним будинком (АСКПБ) передбачено вимірювання сигналу, на основі якого зчитується інформація про вхід людини у кімнати, при чому відбувається автоматичне ввімкнення світла та вентиляторів, а при виході особи із приміщення – автоматичне вимкнення відповідних приладів.

Метою роботи є розробка автоматизованої системи керування приватним будинком та налаштування такої системи із використанням мобільного телефону або планшета.

					<i>КВРАКІТ.2020023.01.02.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		5

# 1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРИВАТНИХ БУДИНКІВ

## 1.1 Аналіз існуючих систем автоматизованого керування приватним будинком

Приватний будинок представляє собою будівлю, в якій функціонують та використовуються ряд інженерних систем. До таких систем відносяться:

1. Водопостачання, яке представляє собою комплекс інженерних споруд, апаратів та машин, призначені для постачання очищеної та підготовленої води споживачу.

2. Водовідведення – послуга, яка полягає у відведенні стічних вод з території будівлі за допомогою ряду санітарно-технічних приладів.

3. Вентиляція – сукупність пристроїв, яка забезпечують розрахунковий повітрообмін в приміщенні.

4. Кондиціонування – створення та автоматичне підтримання параметрів повітря в приміщеннях на заданому рівні, завдяки чому досягаються оптимальні умови мікроклімату [39].

5. Опалення – штучний обігрів приміщень з метою відшкодування теплових втрат, а також подальшої підтримки температури на заданому рівні.

6. Електрозабезпечення – комплекс пристроїв для розподілу електроенергії від джерела живлення до приладів, які використовують електроенергію.

7. Газопостачання – системи, призначені для розподілу газу.

8. Вертикальний транспорт.

9. Охоронна та протипожежна сигналізація.

10. Зв'язок.

Серед вищезазначених інженерних систем у приватному будинку немає необхідності автоматизувати системи водовідведення та водопостачання, а також

					<i>КВРАКІТ.2020023.01.02.ПЗ</i>	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

газопостачання та електрозабезпечення. Крім того, в приватному будинку рідко використовується вертикальний транспорт.

Усі існуючі технічні рішення щодо систем автоматизованого керування приватними будинками базуються на використанні мікроконтролерів [22]. Фактично АСКПБ представляє собою апаратно-програмну систему, яка поєднує механічні та електронні компоненти будинку, та направлена на спрощення керування будинком і можливістю виконання такого керування з одного приладу через бездротову мережу.

Автоматизація приватних будинків поширюється на ряд елементів керування будинком, а саме (рис. 1.1):

- системами вентиляції, кондиціонування та опалення (HVAC);
- система керування освітленням;
- система керування із врахуванням зайнятості користувача;
- керування побутовою технікою;
- керування системою безпеки приватного будинку (ПБ);
- виявлення небезпек (дим, протікання, накопичення вуглекислого газу);
- системи позиціонування людей в приміщенні;
- догляд за особами із зменшеною працездатністю (за дітьми, людьми з обмеженими можливостями, а також спостереження за тваринами);
- контроль якості повітря;
- розумна кухня.

Провідна система автоматизації полягає в тому, що все обладнання, яким відбувається керування в межах АС, з'єднуються через єдину дротову інформаційну шину, яка надсилається на виконання. Елементами такої АС є вимикачі, датчики, панелі керування та обладнання клімат-контролі. До основних переваг імплементації такої АСКПБ відносять:

- процес інтеграції легше у порівнянні із бездротовими системами;
- надійність сигналу;



- великий вибір панелей керування;
- надійність, оскільки пристрої не залежать один від одного;
- можливість використання додаткових логічних блоків.

Виробниками децентралізованих систем є HDL, Jung, Vimar, Bticino, Gira, ABB, Berker.

При розробці АСКПБ можуть використовуватись ряд концепцій та стандартів. Стандарт EIB (European Installation Bus) був розроблений з метою автоматизації житла та малих промислових об'єктів асоціацією EIBA [28]. Шина EIB представляє собою двожильний кабель, який об'єднує всі пристрої приватного будинку, що обмінюються сигналами. По цій причині системі властива висока надійність та гнучкість. Основними виробниками вважаються Siemens, Merten, Jung, Gira, Berker, ABB.

EIB властиві широкі можливості по розширенню та перепрограмуванню певних окремих елементів приватного будинку, який вже функціонує на базі EIB. Швидкість передачі даних в таких АСКПБ – від 9600 біт/с. Відповідає стандартам EN 50090 - EN 13321-1.

Стандарт LonWorks підтримується асоціацією EIBG (European Intelligent Building Group). В якості переваги цього стандарту відмічають можливість перебудови мережі із використанням принципу вільної топології. Особливістю такої мережі є те, що отримати доступ до керування такою мережею можна з будь-якої точки такої системи. Суть технології полягає в тому, що всі інженерні мережі приватного будинку обмінюються даними про свій поточний стан, отриманих командах та діях, які вони виконували. Команди отримуються за допомогою навмисно розробленого протоколу LonTalk [28].

Фізичним інтерфейсом передачі даних виступає інтерфейс, який схожий до напівдуплексного багатоточкового послідовного RS 485. Станом на сьогодні цей інтерфейс є одним із найбільш поширених стандартів на самому першому рівні (фізичному) передачі даних. Наряду із RS-232 інтерфейс RS-485 використовується також в комп'ютерній індустрії. За допомогою цього інтерфейсу можна

побудувати мережу, в якій пов'язані 32 пар передавач/приймач. При цьому вже сьогодні існує можливість підключення до 255 пристроїв.

АМХ і Crestron – це централізовані системи, які були розроблені в Америці. Функції обробки інформації в таких системах зосереджуються в одному блоці, який представляє собою центральний комп'ютер. Цей комп'ютер працює на власній операційній системі. В його функцію входить прийом сигналів з усіх вимикачів та датчиків, а також їх подальше пересилання на прилади керування.

## 1.2 Системні вимоги до автоматизованої системи керування приватним будинком

Основою метою запропонованої АСКПБ є рішення домашньої автоматизації, яке не потребувало великих фінансових вкладень. Ця система повинна забезпечувати базове керування приладами всередині приватного будинку. На сьогоднішній день більшість людей має як персональний комп'ютер, так і мобільний телефон або планшет, тому вартість системи значно знижується у порівнянні із комерційними системами.

Така АСКПБ може з легкістю інтегруватись в існуючу електричну систему будівлі, оскільки її конструкція достатньо проста. За бажанням таку систему можна використовувати навіть для автоматизованого керування однією кімнатою.

Системними вимогами з точки зору наявності програмного забезпечення будуть наступні:

- стек Bluetooth з підтримкою BTSP (Bluetooth Serial Port Profile);
- Microsoft .NET Framework 2.0;
- Microsoft Windows 2000 Service Pack 3 або вище.

Вимоги до апаратного забезпечення будуть наступні:

- наявність релейної плати з необхідною кількістю реле;
- мікроконтролер PIC16F877A;

					<i>КВРАКІТ.2020023.01.02.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		10

- ноутбук, при використанні АСКПБ через Wi-Fi (передбачається також підтримка через Sony Playstation Portable);
- мобільний телефон із функцією Bluetooth, що підтримує J2ME (для керування через Bluetooth);
- точка доступу до Wi-Fi;
- Bluetooth-ключ.

Для розробки програмних компонентів АСКПБ використовується ряд інструментів. Оскільки в систему входять компоненти, які працюють на різних платформах (наприклад, мобільний телефон, ноутбук чи ПК, планшет), для кожного із відповідних модулів було обрано окрему мову програмування.

Для написання серверного додатку і Wi-Fi клієнту для Windows використовується Microsoft Visual C++ .NET. Клієнт Bluetooth для мобільних телефонів написаний на мові J2ME з використанням MIDP 2.0. Для Bluetooth-зв'язку використовується API JSR-82. Вибір J2ME пояснюється тим, що переважна кількість мобільних телефонів підтримують J2ME.

Для розробки та тестування вбудованої програми для PIC16F877A мікроконтролера використовується середовище розробки MPLab IDE. В ньому існує можливість запуску симулятора, який буде використовуватись в якості інструменту для тестування зв'язку між мікроконтролером та сервером. Цей етап передбачається перед остаточним програмування EEPROM мікроконтролера.

Для мікроконтролерів серії PIC використовується компілятор Hi-Tech PICC-Lite. Прошивка зкомпільованої програми виконується за допомогою PICPgm Programmer до EEPROM мікроконтролера та перевірки успішності її запису. Це програмне забезпечення також використовується для встановлення бітів конфігурації на мікроконтролері.

Підключення мікроконтролера до ПК передбачається шляхом використання 40-пін JDM-програматор до ПК для програмування EEPROM. Для написання клієнту Wi-Fi для Playstation Portable використовувалась мова програмування C із

застосуванням PSPSDK. Компілятор GNU C використовується PSPSDK для компіляції під архітектуру MIPS для PSP.

### 1.3 Специфікація проекту автоматизованої системи керування приватним будинком

Ключові вимоги, які були поставлені до АСКПБ, наступні:

- користувачі повинні мати можливість безперешкодно та швидко підключатись та відключатись від системи;
- підключення всіх типів для клієнтів повинні обробляться одночасно (через інтернет та Bluetooth);
- зміна статусу приладу передбачається в режимі реального часу всім клієнтам;
- можливість налаштування часових профілів для автоматичної деактивації та ввімкнення приладів в залежності від часу доби;
- високий рівень сумісності апаратного забезпечення із різними конфігураціями ПК та ноутбуків;
- робота сервера у фоновому режимі, відсутність перенавантаження на ПК, можливість паралельної роботи на цьому ПК;
- забезпечення зручного та простого інтерфейсу на стороні клієнта.

Схема потоку даних у АСКПБ зображена на рис. 1.2.

Передбачається, що мобільний пристрій (телефон або планшет) підключаються до серверного ПК через Bluetooth або Wi-Fi. Користувач виконує надсилання команд на сервер з мобільного пристрою. Мікроконтролер підключається до серверу через USB.

При отриманні команди з мобільного пристрою, сервер в свою чергу надсилає через USB-з'єднання команду мікроконтролеру. Мікроконтролер підключений безпосередньо до реле тому може вимикати та вмикати їх. Реле підключається до електричної системи приватного будинку.

					<i>КВРАКІТ.2020023.01.02.ПЗ</i>	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

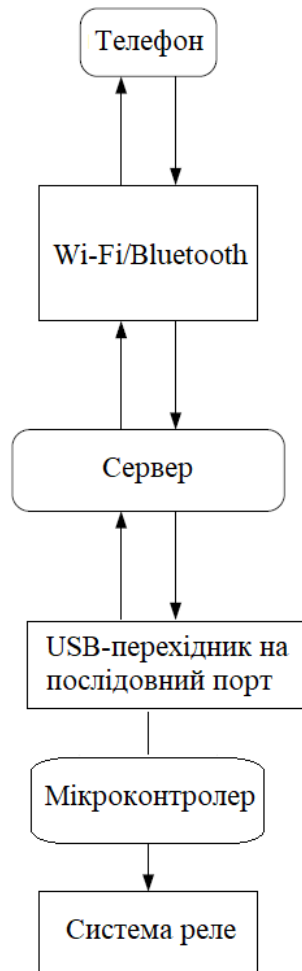


Рисунок 1.2 - Схема потоку даних в АСКПБ

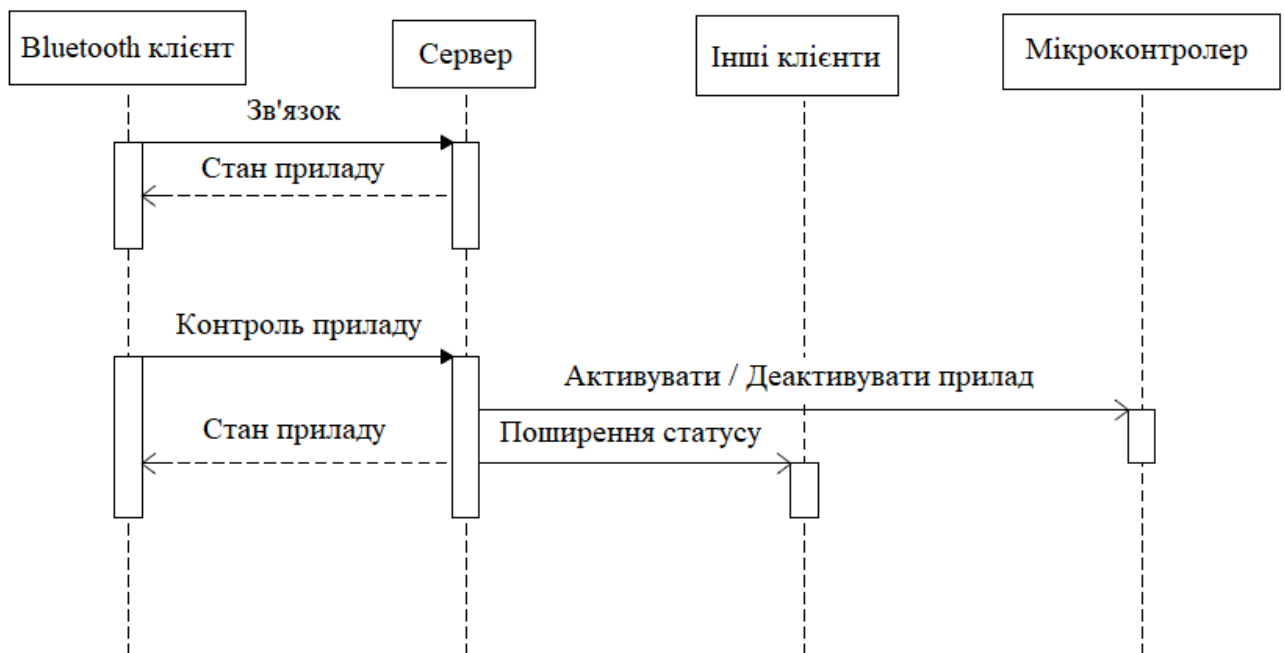


Рисунок 1.3 - Керування Bluetooth клієнтом

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2020023.01.02.ПЗ



Рисунок 1.4 – Керування Wi-Fi клієнтом

На рис. 1.3-1.4 показані етапи керування через Bluetooth та Wi-Fi відповідно. Коли клієнт виконує підключення до серверу, останній надсилає клієнту поточний стан приладів в АСКПБ, який, в свою чергу, відображається на мобільному пристрої. Якщо користувач виконує надсилання команди з цього пристрою, після її отримання сервер виконує пересилання на мікроконтролер, а також відправляє оновлений стан приладів в АСКПБ всім клієнтам, які підключені до серверу.

В АСКПБ передбачається також можливість прямого керування з серверу (рис. 1.5). В такому випадку за допомогою інтерфейсу серверної програми можна надсилати команди на мікроконтролер та, відповідно, керувати приладами.

В інтерфейсі сервера відбувається налаштування керування профілями, які базуються на часовій характеристиці. Сервер проводить перевірку, чи прийшов час проводити активацію певного профілю, після чого відбувається надсилання на

мікроконтролер відповідних команд, які відповідають за активацію або деактивацію відповідних приладів в АСКПБ.

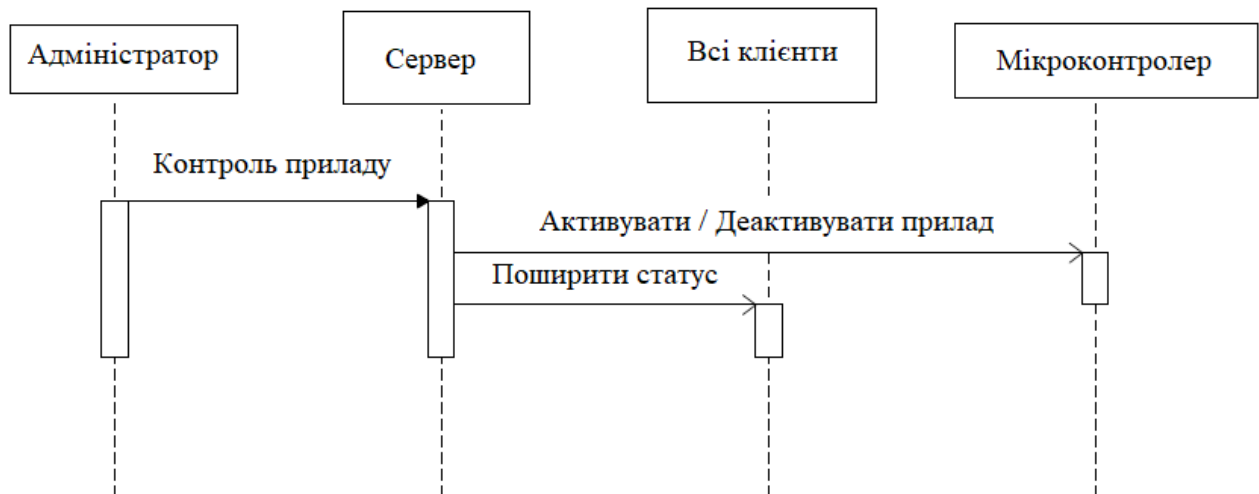


Рисунок 1.5 – Керування з серверу

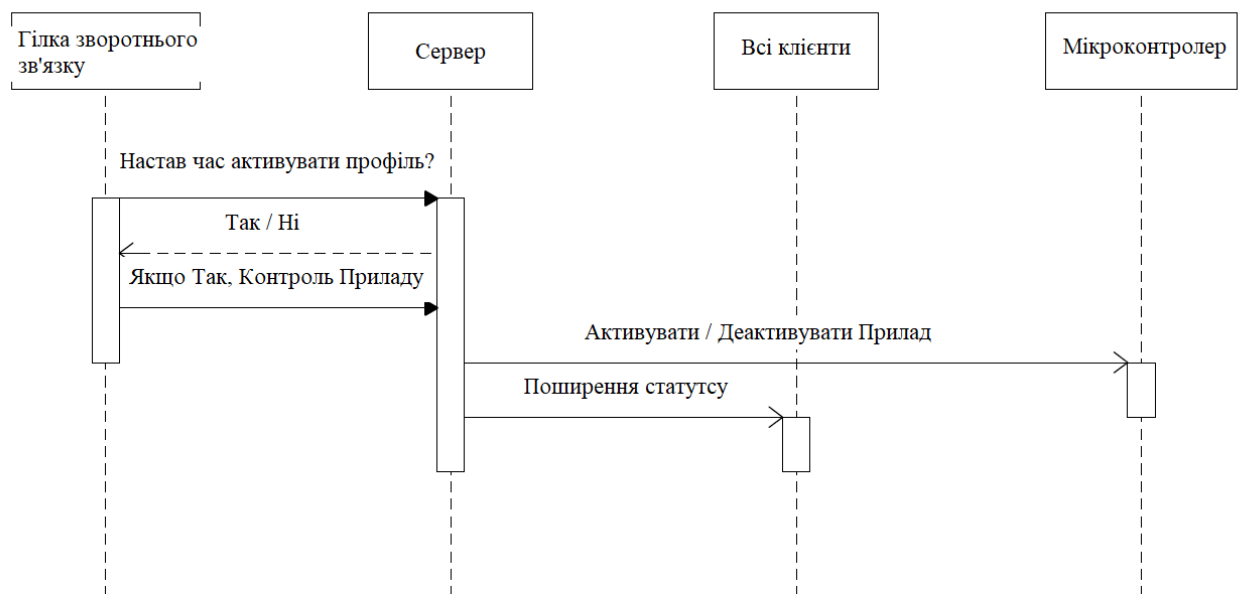


Рисунок 1.6 – Керування часом активації профілів

Серверний модуль отримує команди керування або безпосередньо з власного інтерфейсу, або від клієнтів (рис. 1.7). Налаштування профілей за часом виконується на інтерфейсі сервера. На сервері відбувається внутрішня перевірка

на елемент того, чи прийшов час активувати той чи інший профіль за часом. Також від серверу відбувається поширення стану пристроїв АСКПБ всім клієнтам.

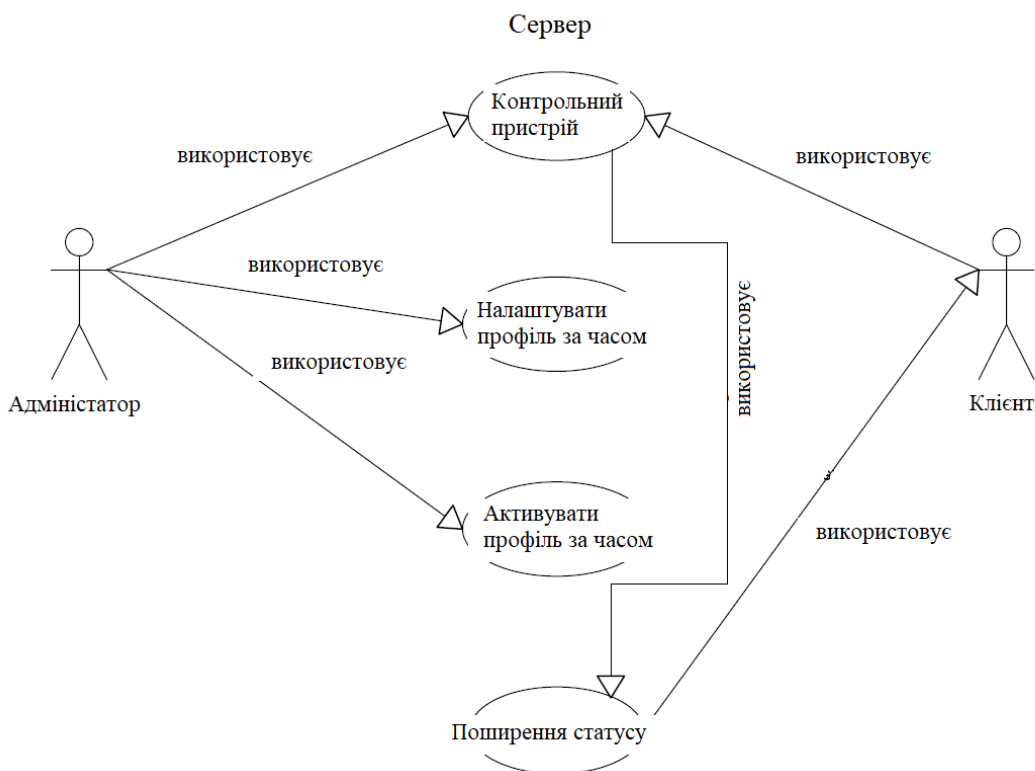


Рисунок 1.7 – Діаграма сценарію використання серверу

Клієнтський інтерфейс дає змогу користувачу керувати приладами в межах АСКПЮ. Оновлення статусу клієнтського інтерфейсу відбувається через сервер (рис. 1.8). В свою чергу, команди від сервера на мікроконтролер передаються через USB.

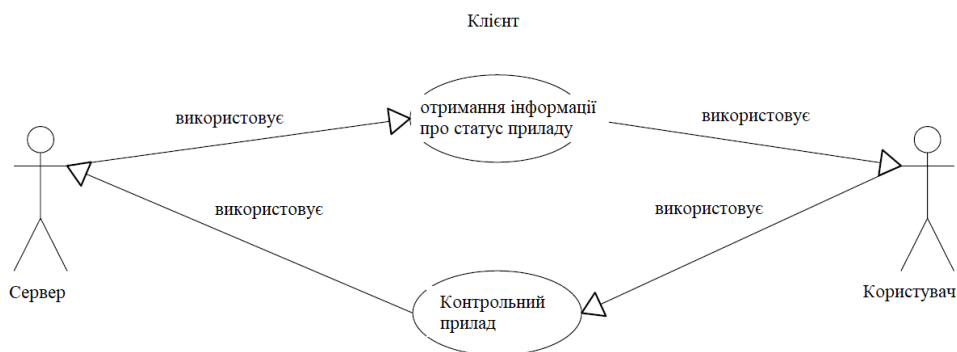


Рисунок 1.8 – Використання інтерфейсу клієнта

#### 1.4 Висновки до першого розділу

В першому розділі проведено огляд та аналіз підходів до автоматизації систем керування приватними будинками. Було розглянуто існуючі системи автоматизованого керування, встановлено системні вимоги до АСКПБ, яка буде проєктуватись, а також наведена специфікація та компоненти АСКПБ.

В загальному АСКПБ, що проєктується, передбачається у складі п'яти різних модулів, яка містить три модулі на різних платформ. Тобто склад АСКПБ включає в себе сервер для Windows, клієнт Bluetooth для мобільних телефонів, апаратна схема та вбудована програма для мікроконтролера, клієнт Wi-Fi для Sony Playstation Portable і Wi-Fi клієнт для ноутбуків на базі Windows.

					<i>КВРАКІТ.2020023.01.02.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		17

## 2 РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРИВАТНИМ БУДИНКОМ

### 2.1 Опис об'єкту автоматизації

В якості об'єкта автоматизації було обрано одноповерховий приватний будинок, загальна площа якого становить 116 м<sup>2</sup>. На рис. 2.1 наведено загальний план будинку.

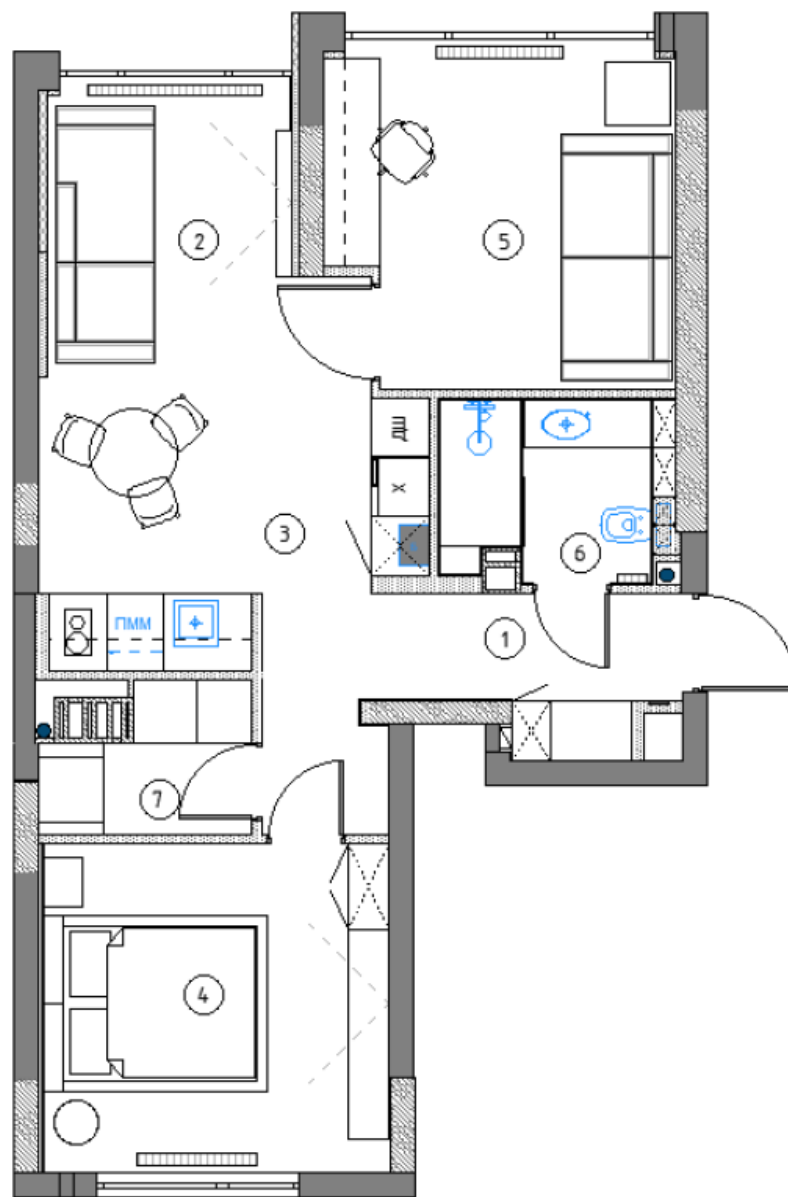


Рисунок 2.1 – План приватного будинку

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2020023.01.02.ПЗ

Арк.  
18

Будинок складається із коридору (1), який веде до кухні (3), суміщеної із залом (2). Із залу можна перейти у кабінет (5). По ліву сторону від коридору знаходиться вхід у пральну кімнату (7) та в спальню (4). Вхід у ванну кімнату (6) передбачений з коридору.

В АСКПБ передбачається декілька варіантів роботи системи освітлення. Для керування освітленням у прохідних зонах передбачається використання датчиків руху. Вмикання світла буде відбуватись у разі появи користувача у приміщенні. Крім того, можна передбачити використання світлового сценарію в рамках АСКПБ. Наприклад, можна створити окремий сценарій під назвою «Перегляд кіно», при якому АСКПБ буде автоматично приглушувати світло у кімнаті.

Система освітлення передбачається із використанням світильників із властивістю зміни яскравості (димерування). На рис. 2.2-2.3 наведено план розміщення світильників по приміщеннях приватного будинку. В АСКПБ передбачається як значення за замовченням така кількість світильників, при якій освітлення без додаткових налаштувань буде відповідати діючим нормам ДБН В.2.5:29-2018 Природне і штучне освітлення [27]. Ці норми для приміщень наступні:

- ванна кімната та коридор – 50 люкс;
- дитяча кімната – 200 лк;
- бібліотека та кабінет – 300 лк;
- вітальня, спальня, кухня – 150 лк.

В якості системи забезпечення нормального стану повітря у приватному будинку використовується система клімат-контролю, яка складається із:

- нагрівальних матів DEVIcomfort 150T, модель DTIR-150 (рис. 2.4, а) [2];
- підлогових конвекторів моделі MiniB COIL-T 60.243.900 (рис. 2.4, б) [36];
- кондиціонерів MITSUBISHI ELECTRIC MSZ-HR50VF (рис. 2.4, в) [8];

План розташування обладнання системи опалення приватного будинку та відповідно кабельну мережу наведено на рис. 2.5.

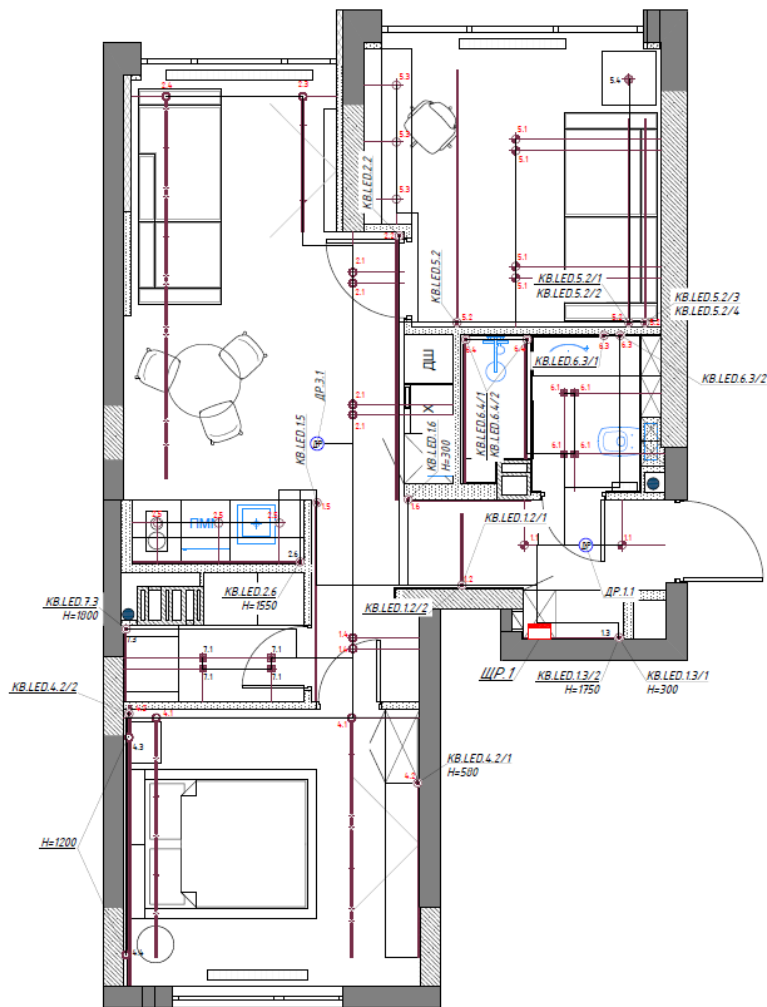


Рисунок 2.2 – План розміщення світильників у приватному будинку

Умовні позначення

- шинопровід та трекові світильники
- врізний точковий світильник
- накладний точковий світильник
- підвісний світильник
- гіпсовий врізний точковий світильник
- світильник з вологозахистом
- вивід для б'ра (220V)
- вивід на підсвітку (12/24 V)
- LED-стрічка

- ЩР(розподільчий щит);
- ДР - датчик руху.

- KB.LED 13
- Порядковий номер;
  - Номер приміщення;
  - KB.LED - вивід кабельний на LED ленту;
  - ЩР - розподільчий щит;
  - ДР - датчик руху.

Рисунок 2.3 – Умовні позначення до плану розміщення світильників

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
-----	------	---------	--------	------

КВРАКІТ.2020023.01.02.ПЗ

Арк.  
20



а)



б)



в)

Рисунок 2.4 – Елементи системи клімат-контролю в АСКПБ:  
а – нагрівальний мат DTIR-150; б – конвектор моделі MiniB COIL-T 60.243.900; в – кондиціонер MITSUBISHI ELECTRIC MSZ-HR50VF

Встановлений кондиціонер характеризується низьким енергоспоживанням, достатньою потужністю для підтримання оптимальних параметрів мікроклімату приміщення, має широкий спектр додаткових функцій, а також не вимагає регулярного та дорогого сервісного обслуговування. Керування кондиціонером цієї моделі передбачений через пульт дистанційного керування, або ж з будь-якого іншого приладу, що підключений до мережі Інтернет.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2020023.01.02.ПЗ

Арк.  
21

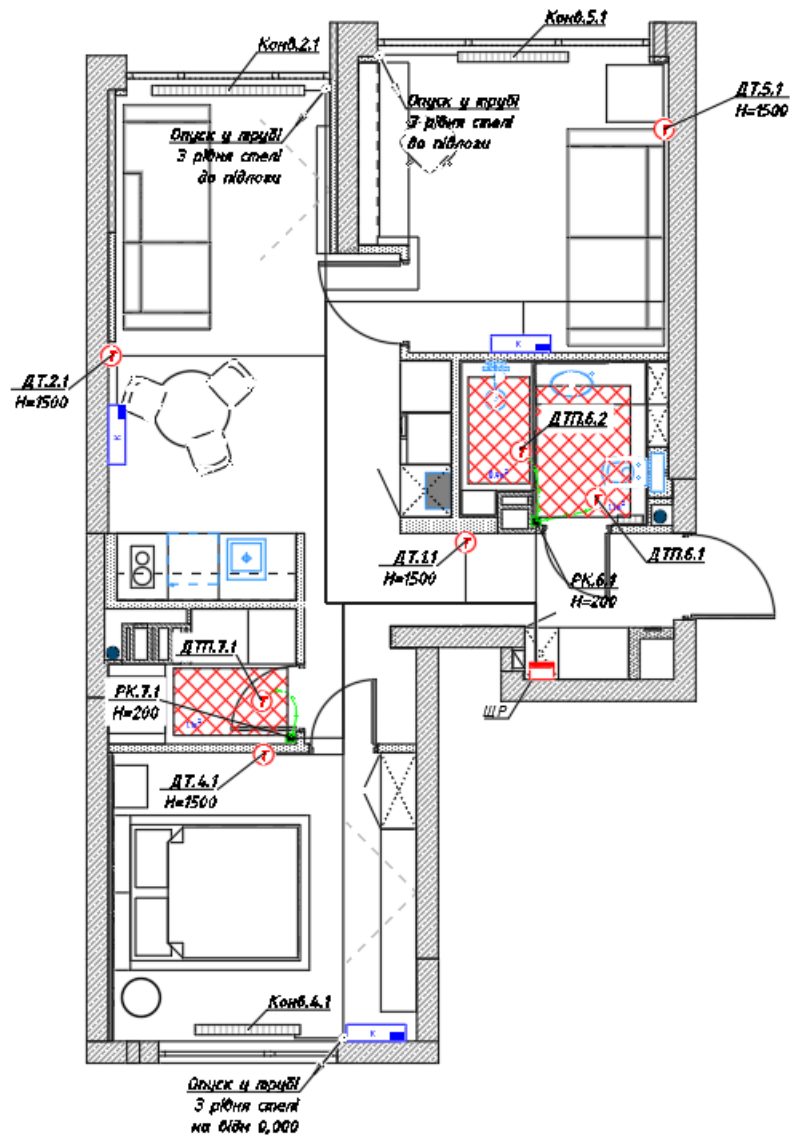


Рисунок 2.5 – Система опалення приватного будинку

(ДТП – датчик температури підлоги; ДП – датчик температури; ЩР – щит розподільчий; РК – розподільча коробка; К – кондиціонер; Конв – підлоговий конвектор)

Встановлені в приватному будинку підлогові конвектори характеризуються наявністю примусової системи циркуляції із можливістю її поєднання з іншими системами опалення. Крім того, таким конвекторам характерна функція підігріву без примусової циркуляції повітря. Аналогічно до кондиціонеру, цим приладом можна керувати дистанційно через мережу Інтернет.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2020023.01.02.ПЗ

Арк.

22

## 2.2 Розробка функціональної схеми автоматизації приватного будинку

Функціональна схема АСКПБ представлена на рис. 2.6.

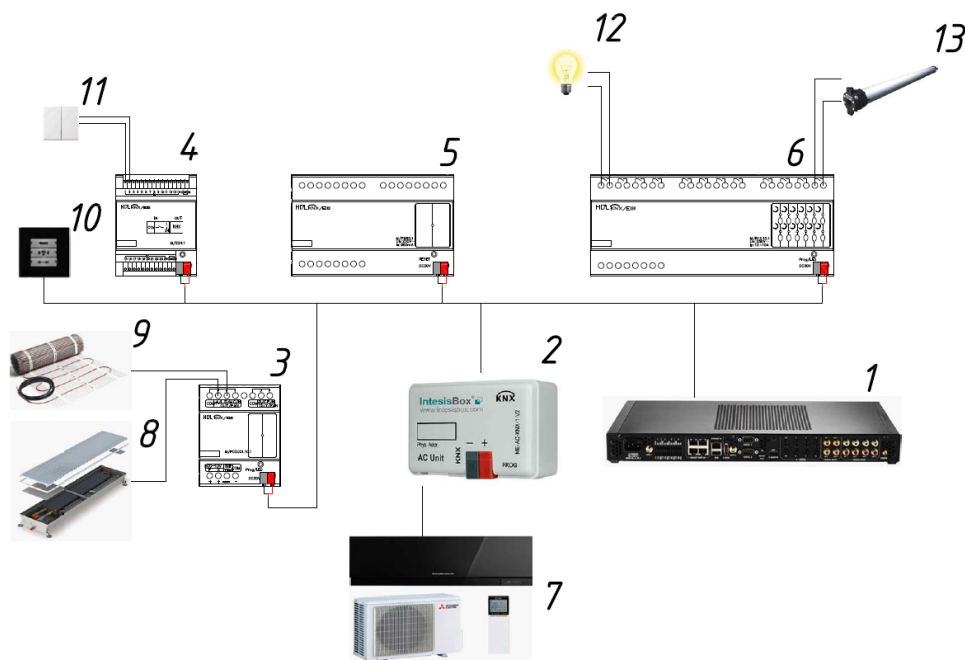


Рисунок 2.6 – Функціональна схема АСКПБ:

1 – мікроконтролер; 2 – інтерфейс серверу; 3 – модуль контролю системи опалення; 4 – модуль сухих контактів; 5 – живлення; 6 – релейний блок; 7 – кондиціонер; 8 – конвектор підлоговий; 9 – нагрівальні мати; 10 – панель керування; 11 – вимикач; 12 – освітлення; 13 – привід керування шторами

На рис. 2.7 показана діаграма, в якій зображена використання фізичних компонент АСКПБ і їх взаємодія один із одним. Як видно з рис. 1.9, в системі передбачається використання мобільного телефону, ноутбуку та портативної Playstation. В АСКПБ, що проектується, передбачається передача даних через бездротову мережу від клієнтських елементів до сервера.

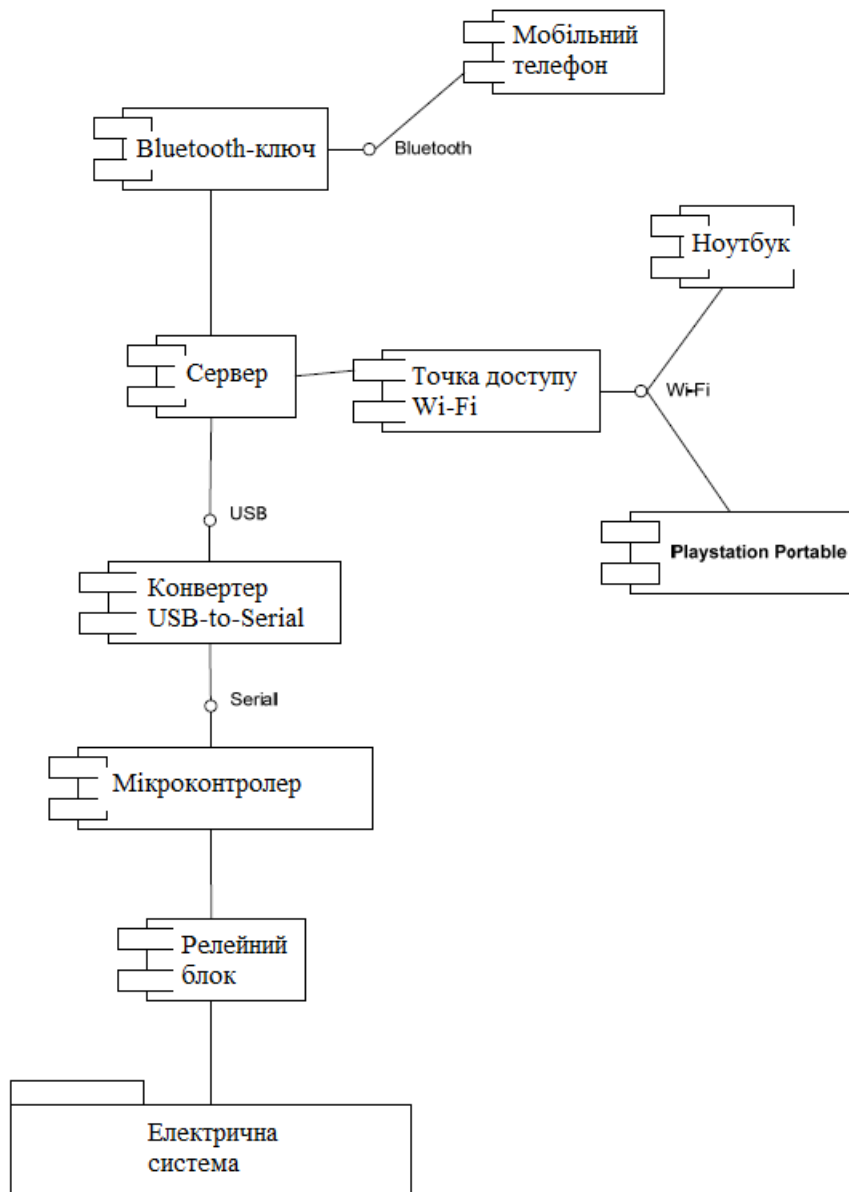


Рисунок 2.7 – Діаграма взаємодії компонентів АСКПБ

### 2.3 Підбір обладнання для автоматизованої системи керування приватним будинком

Керування світильниками із властивістю зміни яскравості передбачається через модуль HDL-M/R12.101, який зображено на рис. 2.8. Характеристики реле наведені у таблиці 2.1.



Рисунок 2.8 – Реле для керування світильниками (HDL-M/R12.101)

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики реле HDL-M/R12.101

Підключення	KNX/EIB
Робоча напруга	DC21~30V
Ємність	<300μF
Максимальний струм реле	10A
Кількість каналів	12
Робоча відносна вологість	до 90%
Робочі температури	-5...+45°C
Клас захисту	IP20
Потужність в режимі очікування	150 мВт
Потужність під навантаженням	450 мВт

В системі освітлення приватного будинку передбачається підключення світильників із властивістю зменшення яскравості (диммерування) до модулю HDL-M/DALI.1, який зображений на рис. 2.9. Основна функція майстер модулю DALI полягає у підтримці зв'язку між системою BUS DALI і HDL KNX.

В якості датчику руху для ввімкнення/вимкнення системи освітлення передбачається установка датчиків EMOS G1130 [24] (рис. 2.10). Вартість такого датчика становить 278 грн., кут огляду – 360°, відстань огляду 6 м, тип датчика PIR, максимальне ємнісне навантаження 300 Вт, а чутливість близько 3 люкс.



Рисунок 2.9 – Майстер модуль DALI



Рисунок 2.10 – Датчик руху для системи освітлення

					<i>КВРАКІТ.2020023.01.02.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		26

Підключення обладнання системи опалення приватного будинку передбачається за допомогою модулю контролю опалення моделі HDL-M/FCU01.10.1, який зображений на рис. 2.11. За допомогою такого модулю можна проводити вимірювання температури, керувати елементами системи обігріву приміщення, а також приймати рішення стосовно роботи приладів опалення. Підібраний модуль проводить одночасно контроль семи зон.



Рисунок 2.11 – Модуль опалення HDL-M/FCU01.10.1

В АСКПБ передбачається підключення 7 цифрових датчиків температури. Підключення датчиків передбачається напряму до модуля в якості шинних пристроїв через виходи COM ш DIGIT TEMP.

В АСКПБ передбачається використання двох типів датчиків температури: датчик температури повітря та датчик температури підлоги. В якості датчику температури підлоги (ДТП) було обрано Livolo (VL-XQ001) [25] вартістю 528 грн. (рис. 2.12, а). Технічні характеристики наведені у табл. 2.2. В якості датчику температури повітря було обрано датчик DALLAS DS18B20 [26] вартістю 118 грн (рис. 2.12, б). Технічні характеристики наведені в табл. 2.3.

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики датчика Livolo (VL-XQ001)

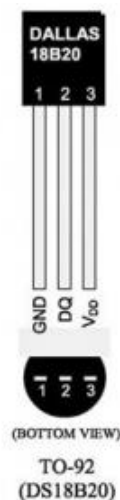
Характеристика	Показник
Температури	5...35°C
Габарити (Д x Ш x Г)	3 м x 0,006 м x 0,003 м
Клас захисту	IP68
Напруга мережі	5В
Виробник	Wenzhou Livolo Electric Co., Ltd

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики датчика DALLAS DS18B20

Характеристика	Показник
Температури	-55...125°C
Дрейф виміру	± 0,2 °C
Точність виміру	± 0,5 °C в діапазоні від -10 до 85 °C ± 2 °C в діапазоні від -55 до 125 °C
Напруга мережі	3-5,5В



а)



б)

Рисунок 2.12 – Датчики температури:

а - Livolo (VL-XQ001); б - DALLAS DS18B20

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
-----	------	---------	--------	------

КВРАКІТ.2020023.01.02.ПЗ

Арк.

28

Модуль HDL-M/FCU01.10.1 містить 7 термостатів керування системою опалення, які представляють собою повноцінне PWM регулювання. Цей пристрій має також в своїй конструкції фізичні елементи управління.

До того ж, в АСКПБ передбачається автоматизоване керування розетками за допомогою голосового управління. Використання таких розеток дозволяє керувати будь-яким електроприладом [17], в якого відсутня можливість підключення до мережі Інтернет. В загальному керування розеток зводиться до схеми, показаної на рис. 2.13.

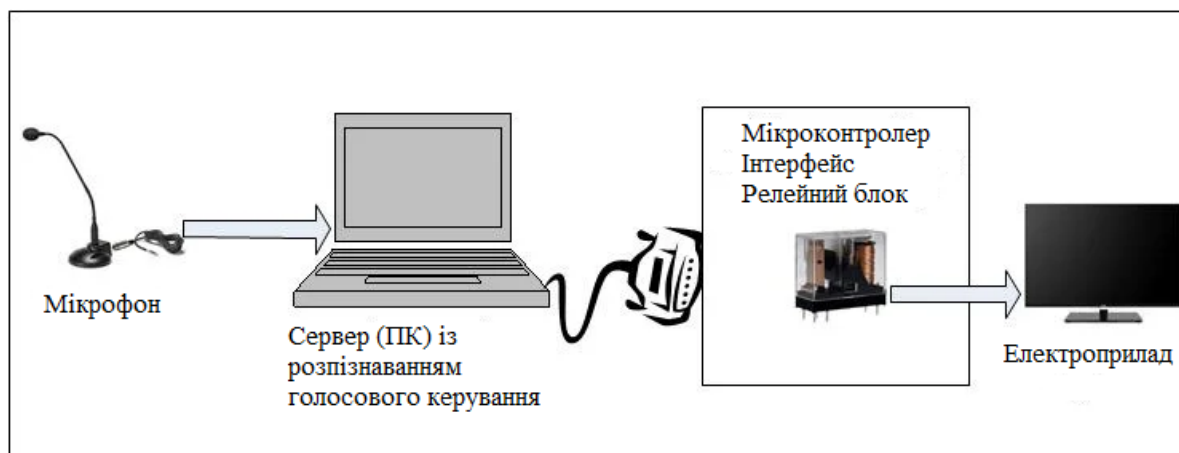


Рисунок 2.13 – Умовна схема керування розетками

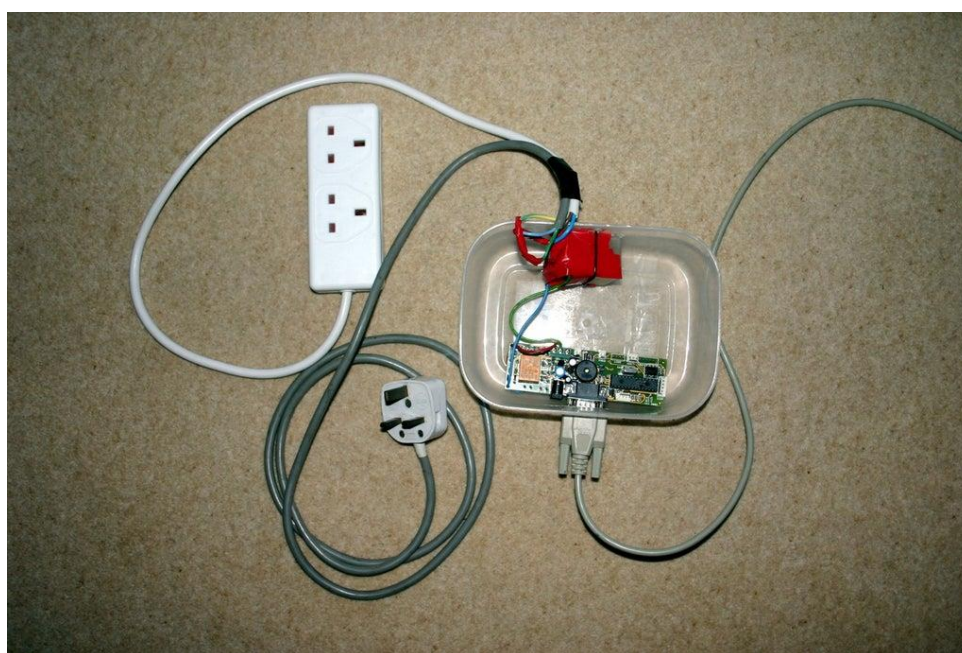


Рисунок 2.14 – Підключення розетки

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2020023.01.02.ПЗ

Арк.  
29

Для роботи розеток в АСКПБ необхідно на серверний модуль, який в системі передбачений у вигляді персонального комп'ютера, встановити систему розпізнавання мови. Функціональність такої системи полягає у розпізнаванні голосових команд і подальшому їх запуску через програму. Для прикладу було обрано систему розпізнавання мови Tazti [15].

Основними перевагами цієї системи є те, що вона дозволяє користувачу створювати власні команди голосового керування, а також запускати програми власної розробки. Програмний код наведений у додатку Б.

#### 2.4 Висновки до другого розділу

У другому розділі була розроблена функціональна схема підключення елементів АСКПБ, підбрано відповідне обладнання та датчики. Крім того, наведено діаграму взаємодії компонентів АСКПБ між собою та процес передачі сигналу від клієнтських модулів до серверу.

					<i>КВРАКІТ.2020023.01.02.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		30



Як видно з рис. 3.1, в АСКПБ передбачається не лише керування системами освітлення та опалення в приватному будинку, але й вимкнення / ввімкнення розеток.

У вікні Connected clients відобразатимуться клієнти, які підключені на даний момент до сервера АСКПБ через Інтернет. У випадку підключення клієнтів до АСКПБ в цьому вікні буде відобразатись IP-адреса клієнта (рис. 3.2) та віддалений порт на його стороні.

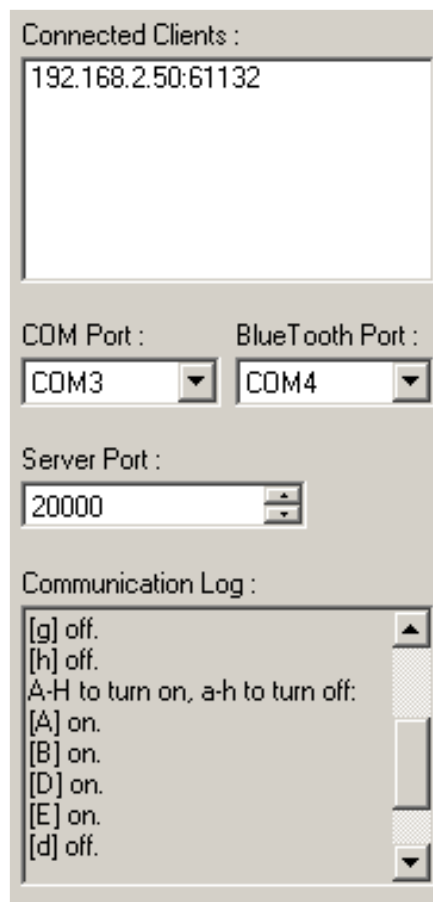


Рисунок 3.2 – Вікно конфігурації сервера

При моделюванні роботи АСКПБ кожен із модулів був протестований двома методами – чорної та білої скриньки. При проведенні тестування методом чорної скриньки можна отримати результати стосовно коректності виводу даних системи при різних вхідних даних.

Програмний код для серверного модулю наведено на рис. 3.3.

```

System::Void ServerCommon::ReceiveThread(void) {
    IPEndPoint^ sender = gnew IPEndPoint(IPAddress::Any, 0);
    EndPoint^ senderRemote = safe_cast<EndPoint^>(sender);
    IPEndPoint^ iplocalep = gnew IPEndPoint(IPAddress::Any,
int::Parse(spnPort->Text));
    EndPoint^ localep = safe_cast<EndPoint^>(iplocalep);
    sock = gnew Socket(AddressFamily::InterNetwork, SocketType::Dgram,
ProtocolType::Udp);

    try
    {
        sock->SetSocketOption(SocketOptionLevel::Socket,
SocketOptionName::ReuseAddress, 1);
        sock->Bind(localep);
        UdpPortOpen = true;
    }
    catch (Exception^ e)
    {
        MessageBox::Show(e->ToString());
        return;
    }

    array<unsigned char, 1>^ msg = gnew array<unsigned char, 1>(50);

    while (UdpPortOpen)
    {
        try
        {
            int bytesRead = sock->ReceiveFrom(msg, senderRemote);
            if (bytesRead > 0)
            {
                String^ client = senderRemote->ToString();
                if (!lstClients->Items->Contains(client))
                {
                    AddListString(client);
                }

                DontSend = true;
                for (int i = 0; i < bytesRead; i++)
                {
                    for (int j = 0; j < 8; j++)
                    {
                        if (msg[i] == j + 'A')
                        {

                            SetControlPropertyValue(chkRelay[j], "Checked", true);
                            break;
                        }
                        else if(msg[i] == j + 'a')
                        {

                            SetControlPropertyValue(chkRelay[j], "Checked", false);
                            break;
                        }
                    }
                }

                SendAll();
                DontSend = false;
            }
        }
        catch (...)
        {
            //MessageBox::Show(e->ToString());
        }
    }
}

```

Рисунок 3.3 – Програмний код серверного модулю

					<i>КВРАКІТ.2020023.01.02.ПЗ</i>	Арк. 33
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

При проведенні тестування методом білої скриньки в АСКПБ подаються розрахункові вхідні дані, на основі яких проводиться перевірка внутрішньої структури системи на елемент наявності помилок в її роботі. Наприклад, тестування програмного модуля методом білої скриньки передбачає надання серверу різних вхідних даних, які в подальшому перевіряють всі можливі шляхи коду в програмі АСКПБ.

При запуску керуючої програми на сервері відбувається зчитування попередніх налаштувань із файлу конфігурації. Файл конфігурації має формат xml. Всі зчитані дані проходять перевірку на допустимість по відношенню о типу даних і на предмет того, чи не перевищують вони встановлені граничні верхі та/або нижні межі. У випадку, якщо певна функція відсутня або пошкоджена, у файлі конфігурації можна використати безпечне значення за замовченням при проведенні ручного редагування такого файлу напряду користувачем.

Міст USB-to-Serial (рис. 3.4) використовується у якості віртуального COM-порта на сервері. Через віртуальний COM-порт також відбувається функціонування протоколу BTSP. Прослуховування вхідних з'єднань мережі Wi-Fi та Інтернет передбачається через Bluetooth порт.

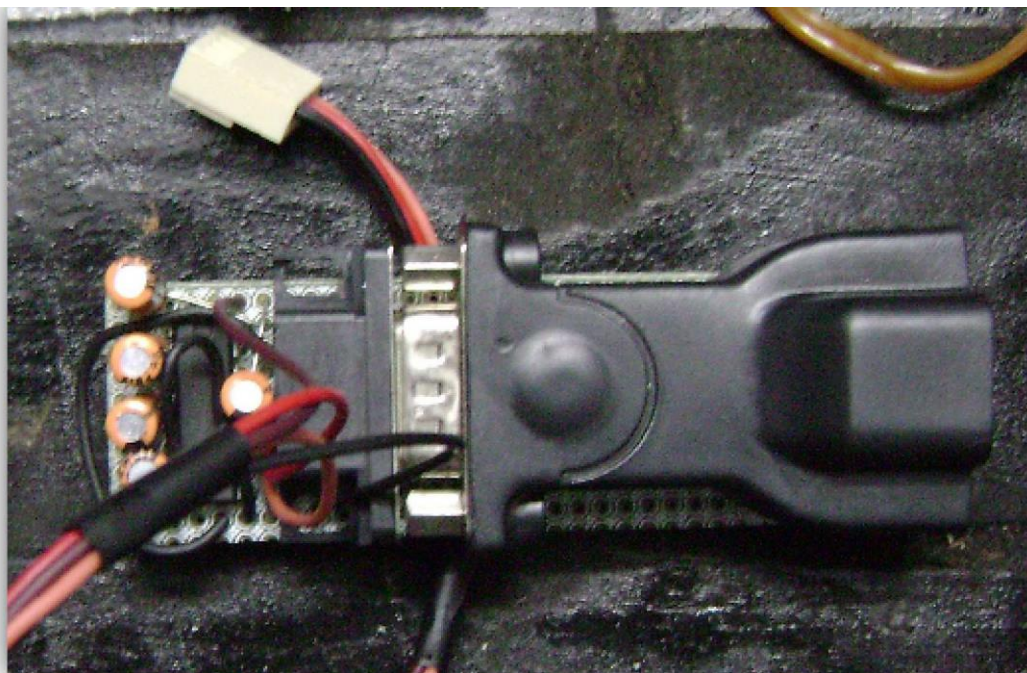


Рисунок 3.4 – USB-to-Serial

У випадку, якщо при запуску АСКПБ у файл конфігурації був збережений адрес СОМ-порту, який існував раніше, але вже не існує по різних причинах, в АСКПБ теж передбачено захист від такої помилки. Щоб запобігти такій помилці перераховуються СОМ-порти, з яких активується лише останній використаний порт, який знаходиться у поточному переліку. Така помилка може виникнути у тому випадку, коли мікроконтролер підключено до іншого USB-порту, а не до того, до якого відбувалося підключення при попередньому використанні АСКПБ.

При використанні АСКПБ можна налаштувати сервер таким чином, щоб прилади автоматично вмикалися та/або вимикалися у певний час. У програмному забезпеченні на стороні сервера для цього передбачено відповідне меню, яке знаходиться у правій частині головного інтерфейсу керування АСКПБ (рис. 3.5).

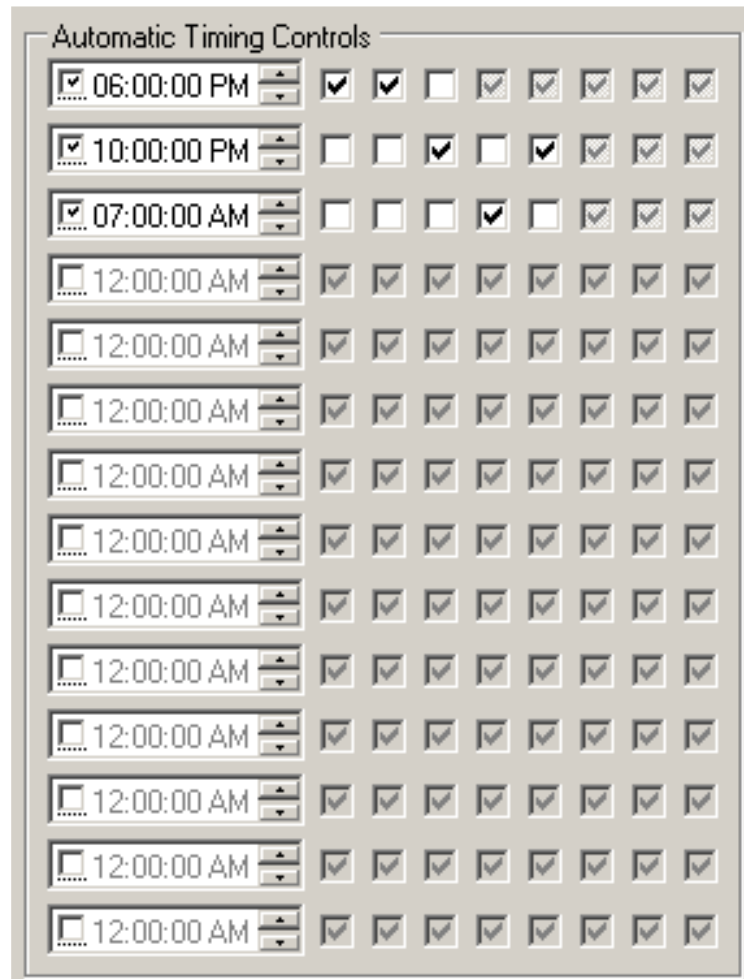


Рисунок 3.5 – Активація приладів за часом (створення профілю часу роботи приладу)

В рамках роботи серверу передбачається встановлення до 14 різних конфігурацій для різних проміжків часу, які будуть представляти собою створення профілю роботи приладу в межах АСКПБ за часом.

Кожен горизонтальний рядок відповідає певному проміжку часу, а встановлені прапорці позначають релейний блок (рис. 3.6). Якщо посередині поля встановити маленький прапорець, то цей часовий профіль стає активним і буде виконуватись відповідними приладами АСКПБ. Відсутність прапорця означає, що відповідне реле буде вимкнено і підключені до нього прилади також будуть вимкнені.

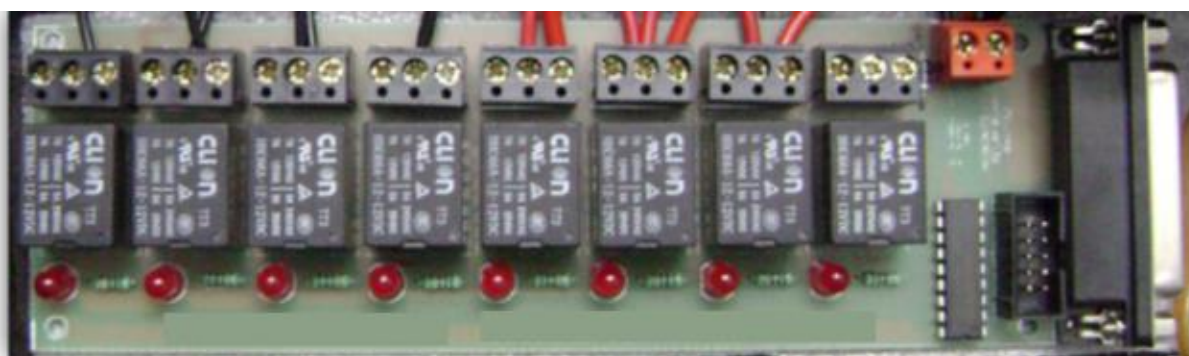


Рисунок 3.6 – Релейний блок

Заштрихований прапорець означає, що відповідне реле не буде змінено навіть після активації профілю за часом. Наприклад, у наведеному прикладі о 18:00 Реле 1, яке відповідає Освітленню 1, а також Реле 2 (Освітлення 2) будуть ввімкнені. При цьому реле 3, який відповідає за використання нічника, буде вимкнено. Решта реле залишаться без змін і в тому стані, в якому вони перебували до налаштування АСКПБ на стороні серверу.

При активації АСКПБ система проводить перевірку, чи настав час активувати той чи інший часовий профіль, шляхом співставлення поточного часу із встановленим на сервері часом активації профілю.

### 3.2 Апаратний модуль та мікроконтролер

В АСКПБ передбачається використання мікроконтролера PIC16F877A (рис. 3.7) виробництва Microchip Technology Inc. Цей мікроконтролер виготовлений із корпусу DIP-40, має живлення 4...5,5 В та ядро PIC. Частота мікроконтролера становить 20 МГц, розрядність 8 біт, робоча температура лежить в межах від -40 до +85 °С. Вартість мікроконтролера становить 242 гривні [10].

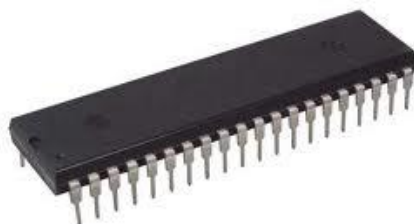


Рисунок 3.7 – Мікроконтролер PIC16F877A

Зв'язок мікроконтролера із сервером передбачається за допомогою послідовного зв'язку через USB. Такий мікроконтролер має кілька виходів для керування релейним блоком. Структурна схема мікроконтролера наведена на рис. 3.8, а блок-схема виводів RA3:RA0 наведена на рис. 3.9, а розпіновка плати мікроконтролера наведена на рис. 3.10.

Плата для роботи мікроконтролера містить зовнішній генератор, а також порти вводу/виводу. Вмикання або вимикання приладів здійснюється за допомогою електромеханічного реле. Плата релейного блоку підключається до одного із наявних вихідних портів мікроконтролера. Релейна плата працює від напруги 12 В. Неefективна робота реле може відбуватися у випадку падіння напруги до значень, нижчих за 12 В. Цієї проблеми можна уникнути шляхом використання трансформатора вищої напруги, а також стабілізатора напруги.

Наприклад, в АСКПБ передбачається використання трьох розеток 220В, які приєднані до релейної плати. Максимальна комутаційна здатність навантаження кожного із релейних блоків в такому випадку становитиме:

- 5 ампер при 26 В постійного струму;

- 5 ампер при 240 В змінного струму;
- 7 ампер при 12 В постійного струму;
- 7 ампер при 125 В змінного струму.

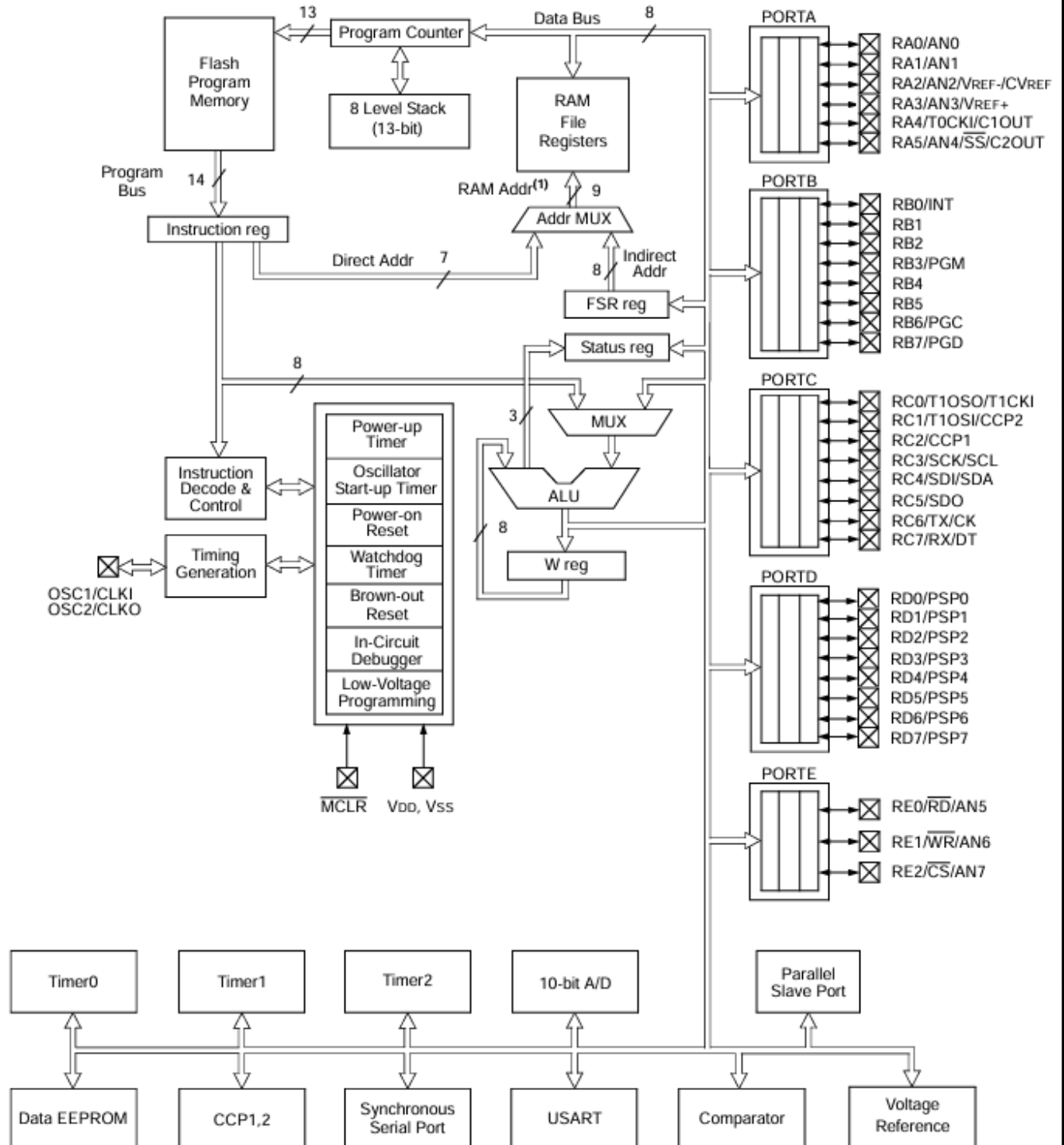


Рисунок 3.8 – Структурна схема мікроконтролера PIC16F877A



Програмний код апаратного модуля та мікроконтролера наведено на рис. 3.11.

```
#include <stdio.h>
#include <htc.h>
#include "usart.h"

/* A simple demonstration of serial communications which
 * incorporates the on-board hardware USART of the Microchip
 * PIC16Fxxx series of devices. */

__CONFIG(HS & WDTDIS);

void main(void)
{
    unsigned char input;

    INTCON=0; // purpose of disabling the interrupts.

    init_comms(); // set up the USART - settings defined in usart.h

    ADCON1 = 0x06;
    TRISA = 0x00; // make all PORTA bits output
    PORTA = 0x00; // initialize all bits to ON
    TRISD = 0x00; // make all PORTD bits output
    PORTD = 0x00; // initialize all bits to OFF

    printf("A-H to turn on, a-h to turn off:\r\n");
    while(1)
    {
        input = getch();

        if ((input >= 'A') && (input <= 'H'))
        {
            switch(input)
            {
                case 'A':
                    RD0 = 1;
                    RA0 = 1;
                    break;
                case 'B':
                    RD1 = 1;
                    RA1 = 1;
                    break;
                case 'C':
                    RD2 = 1;
                    RA2 = 1;
                    break;
                case 'D':
                    RD3 = 1;
                    RA3 = 1;
                    break;
                case 'E':
                    RD4 = 1;
                    RA4 = 1;
                    break;
                case 'F':
                    RD5 = 1;
                    RA5 = 1;
                    break;
                case 'G':
                    RD6 = 1;
                    break;
                case 'H':
                    RD7 = 1;
                    break;
            }
            printf("[%c] on.\r\n", input);
        }
    }
}
```

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

*КВРАКІТ.2020023.01.02.ПЗ*

Арк.

40

```

else if ((input >= 'a') && (input <='h'))
{
    switch(input)
    {
        case 'a':
            RD0 = 0;
            RA0 = 0;
            break;
        case 'b':
            RD1 = 0;
            RA1 = 0;
            break;
        case 'c':
            RD2 = 0;
            RA2 = 0;
            break;
        case 'd':
            RD3 = 0;
            RA3 = 0;
            break;
        case 'e':
            RD4 = 0;
            RA4 = 0;
            break;
        case 'f':
            RD5 = 0;
            RA5 = 0;
            break;

            case 'g':
                RD6 = 0;
                break;
            case 'h':
                RD7 = 0;
            }
        printf("[%c] off.\r\n", input);
    }
else
{
    printf("[%c] unrecognized.\r\n", input);
}
}
}

```

Рисунок 3.11 – Програмний код мікроконтролера

На рис. 3.12 наведений набір виходів мікроконтролера PIC16F877A.

В АСКПБ використовується USB-міст (рис. 3.13), який заснований на мікросхемі Prolific PL2303 (рис. 3.14). Цей міст приймає напругу від 0 до 5 В, а вивід сигналу передбачається через віртуальний СОМ-порт, в ролі якого в АСКПБ виступає персональний комп'ютер (серверний модуль). Для перетворення рівнів від 0 до 5В використовується лінійний драйвер MAX232N [29].

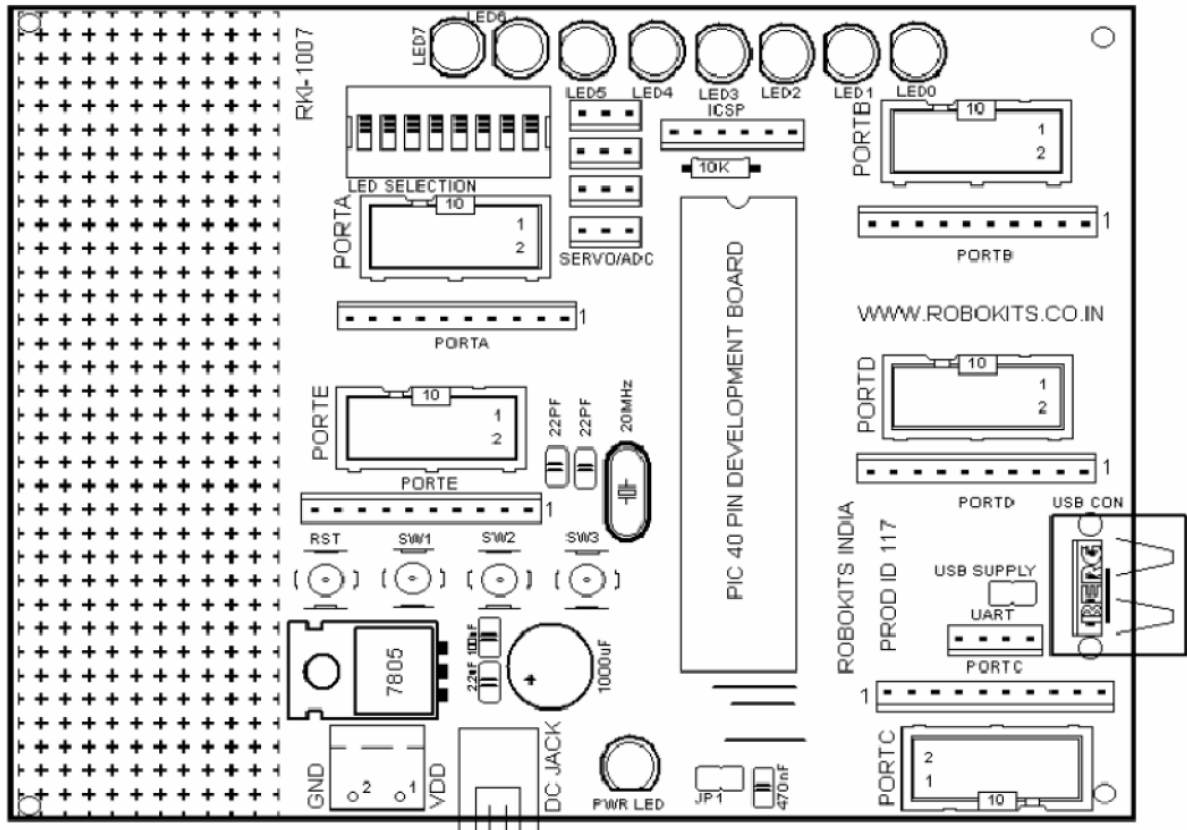


Рисунок 3.12 – Набір виходів мікроконтролера PIC16F877A

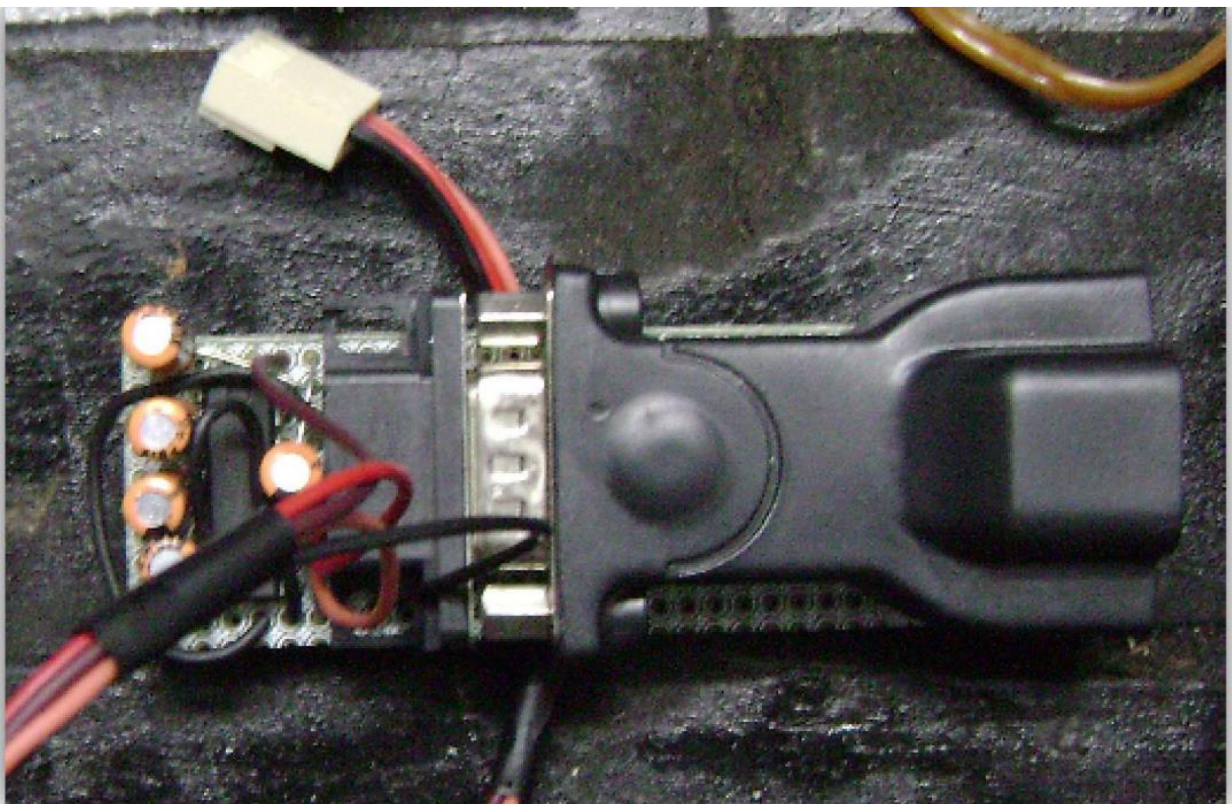


Рисунок 3.13 – Міст, який використовується в АСКПБ

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2020023.01.02.ПЗ

Арк.  
42



Рисунок 3.14 – Інтерфейсна ІМСРL2303 Profilic Technology

При тестуванні апаратного модуля (рис. 3.15) та мікроконтролеру було виявлено, що мікроконтролер міг самостійно скидувати значення. В деяких випадках відбувалось навіть стирання EEPROM, після чого його необхідно було перепрограмувати. В звичайному USB-з'єднанні функцію заземлення виконує сітчасті обмотка. Заземлення пристрою реалізовано шляхом її під'єднання до ПК. Підключення мікроконтролеру до ПК виконувалось через USB-кабель типу А, який забезпечує живлення та передачу даних.

При перших тестування блукаючі струми від трансформатора протікали через зібрану схему, в результаті чого викликалось спрацювання контакту скидання на мікроконтролері. Для уникнення цієї проблеми було використано функцію мікроконтролера PIC16F877A, що має назву LVP (низьковольтне програмування). Ця функція дозволяє виконати програмування мікроконтролера з низьковольтного послідовного порту, який в основному використовується в ноутбуках. Якщо протягом кількох секунд на виводи LVP подати постійну низьку напругу, мікроконтролер проводить стирання EEPROM, після чого переходить в режим програмування. Блукаючі струми від трансформатора також час від часу могли активувати LVP, що призводило до стирання EEPROM. Наведену проблему було вирішено шляхом заміни штепсельної вилки на триконтактну з прямим підключенням.

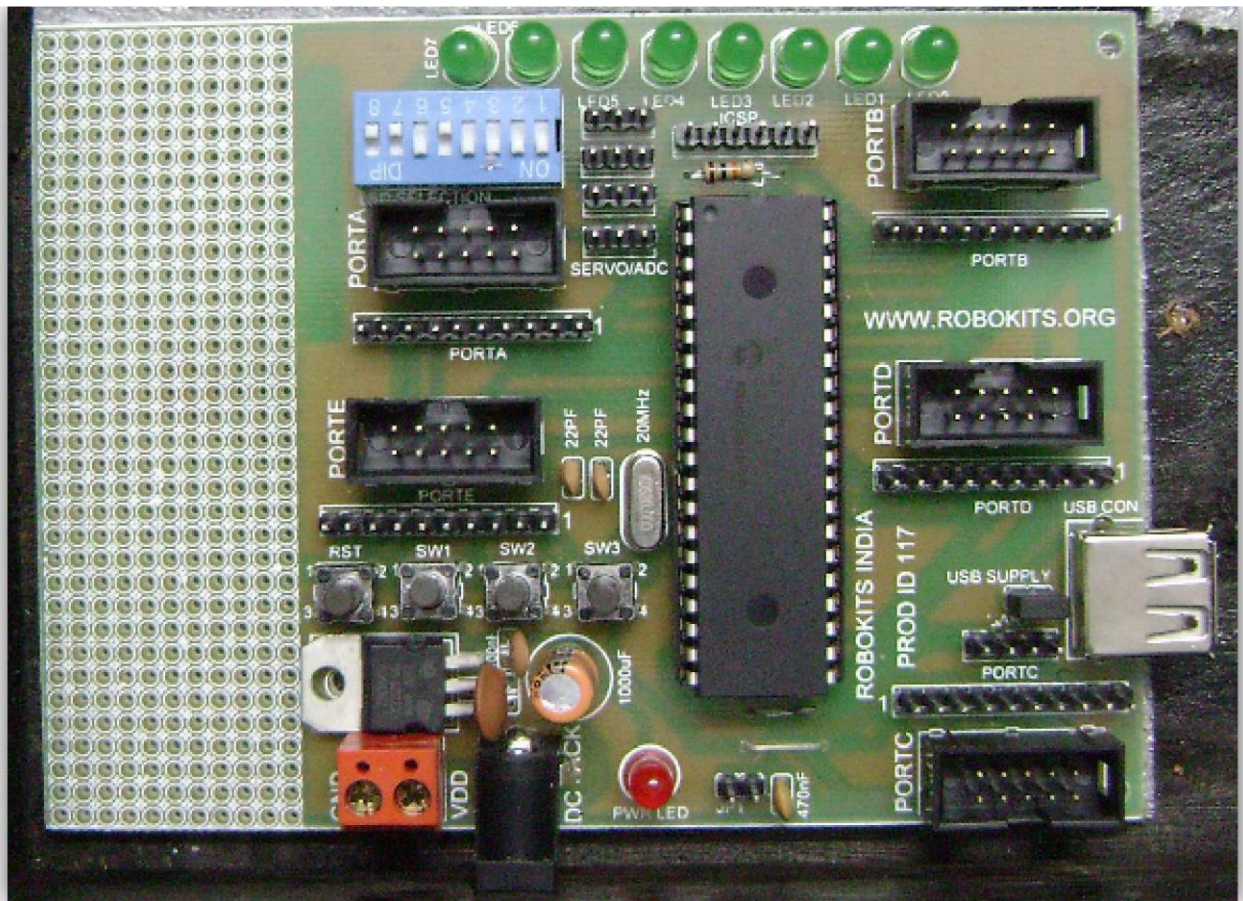


Рисунок 3.15 – Апаратний модуль

### 3.3 Клієнтський модуль Bluetooth для J2ME

На сьогоднішній день більшість мобільних телефонів підтримують MIDP 2.0 та J2ME. Тому в АСКПБ було передбачено можливість керування нею через клієнтський модуль Bluetooth, призначений для роботи на мобільних телефонах.

Для керування АСКПБ через Bluetooth з мобільного телефону було розроблено відповідний додаток, програмний код якого наведений на рис. 3.16.

При запуску мобільного додатку головне вікно за замовченням представляє собою вікно ініціалізації Bluetooth (рис. 3.17). Якщо телефон не підтримує таку функцію, то з'являється відповідна помилка.

```

public void itemStateChanged(Item item)
{
    if (item == chkRelay)
    {
        int c=0;
        byte[] msg = new byte[8];

        for (int i=0; i<RELAY_COUNT; i++)
        {
            if (chkRelay.isSelected(i) != relayState[i])
            {
                relayState[i] = chkRelay.isSelected(i);
                if (relayState[i])
                {
                    msg[c] = (byte)((int)'A'+1);
                }
                else
                {
                    msg[c] = (byte)((int)'a'+1);
                }
                c++;
            }
        }

        if (!dontSend)
        {
            bt_client.send(msg, c);
        }

        return;
    }
}

public void commandAction(Command c, Displayable d)
{
    if (c == EXIT_CMD)
    {
        destroyApp(true);
        notifyDestroyed();

        return;
    }
    if (c == SCR_MAIN_SEARCH_CMD)
    {
        Form f = new Form("Home Automation");
        f.addCommand(SCR_SEARCH_CANCEL_CMD);
        f.setCommandListener(this);
        f.append(new Gauge("Searching for servers...", false,
Gauge.INDEFINITE, Gauge.CONTINUOUS_RUNNING));
        Display.getDisplay(this).setCurrent(f);
        bt_client.requestSearch();

        return;
    }
}

```

```

    if (c == SCR_SEARCH_CANCEL_CMD)
    {
        bt_client.cancelSearch();
        Display.getDisplay(this).setCurrent(frmConnect);

        return;
    }
    if (c == SCR_LIST_BACK_CMD)
    {
        bt_client.requestConnect(-1);
        Display.getDisplay(this).setCurrent(frmConnect);

        return;
    }
    if (c == SCR_LIST_CONNECT_CMD)
    {
        Form f = new Form("Home Automation");
        f.addCommand(SCR_CONNECT_CANCEL_CMD);
        f.setCommandListener(this);
        f.append(new Gauge("Connecting to server...", false,
Gauge.INDEFINITE, Gauge.CONTINUOUS_RUNNING));
        Display.getDisplay(this).setCurrent(f);
        bt_client.requestConnect(lstServers.getSelectedIndex());

        return;
    }
    if (c == SCR_CONNECT_CANCEL_CMD)
    {
        bt_client.requestDisconnect();
        Display.getDisplay(this).setCurrent(lstServers);

        return;
    }
    if (c == SCR_RELAY_DISCONNECT_CMD)
    {
        bt_client.requestDisconnect();
        Display.getDisplay(this).setCurrent(lstServers);

        return;
    }

    isInit = true;
}

```

Рисунок 3.16 – Програмний код клієнтського модуля для мобільних телефонів

Для керування АСКПБ через розроблений додаток, користувачу після успішної ініціалізації необхідно виконати пошук серверного модуля. Для цього необхідно натиснути кнопку “Search” в лівому нижньому кутку головного вікна додатку (рис. 3.17), після чого додаток виконає пошук серверного модуля АСКПБ та найближчих Bluetooth-пристроїв (рис. 3.18).

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

*КВРАКІТ.2020023.01.02.ПЗ*

Арк.

46



Рисунок 3.17 – Ініціалізація клієнтського модуля на мобільному телефоні

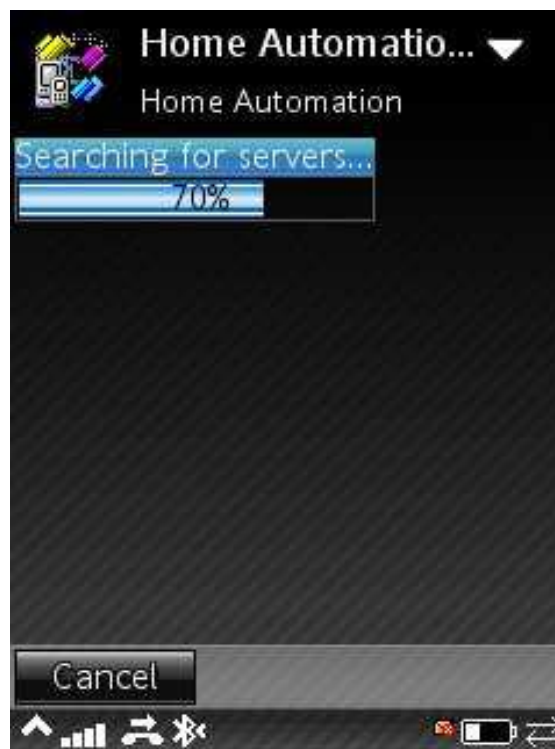


Рисунок 3.18 – Пошук серверного модуля з мобільного додатку

Після успішного пошуку, список знайдених серверів відображається у вікні додатку (рис. 3.19). Для підключення користувачу необхідно обрати серверний

модуль на натиснути кнопку «Connect». Після підключення до серверу у мобільному додатку будуть відображатись список пристроїв в АСКПБ та їх поточний стан (рис. 3.20).



Рисунок 3.19 – Відображення серверного модулю після успішного пошуку



Рисунок 3.20 – Стан пристроїв в АСКПБ

Через цей клієнтський модуль можна вимикати та вмикати пристрої, підключені до АСКПБ, шляхом установки відповідних прапорців. При зміні стану певного пристрою в АСКПБ, його стан передається до всіх інших підключених клієнтських модулів. Аналогічно, у випадку якщо пристрій вимикається з іншого клієнтського модулю, то у мобільному додатку автоматично відбувається оновлення його стану.

Для відключення мобільного телефону від клієнтського модулю керування АСКПБ достатньо натиснути кнопку «Disconnect» (рис. 3.20). При повторному підключенні через мобільний додаток необхідно повторити описані вище кроки.

При створенні Bluetooth служби в основному надається унікальний UUID для того, щоб клієнтський модуль можна було запрограмувати на підключення до виявлених служб, що, в свою чергу відповідають безпосередньо цьому UUID. Однак у випадку, коли BTSPR служба розміщується на ПК, на ньому одночасно розміщуються декілька служб, які можуть використовувати однаковий UUID. При цьому кожен із окремих UUID відповідає окремому віртуальному СОМ-порту. Тобто, при звичайному підключенні до АСКПБ через Bluetooth, телефон автоматично вибере перший сервіс з відповідним UUID, який він знайде.

Для уникнення проблеми підключенні різних служб до UUID та виборі на телефоні саме необхідної служби для користувача було передбачено додатковий крок, на якому він обирає конкретну службу для підключення. Після завершення ініціалізації, підключення до серверного модулю та виявлення пристрою, користувачу будуть відображатись список всіх MAC-адрес, які збігаються із певним UUID. Користувач повинен обрати одну із наявних MAC-адрес, яка відповідає окремому віртуальному СОМ-порту.

### 3.4 Клієнтський модуль Wi-Fi для ноутбуків

В АСКПБ серверним модулем виступає саме стаціонарний персональний комп'ютер. Крім того, при підключенні ноутбуку до АСКПБ, він представлятиме

собою окремий клієнтський модуль. Програмний код розробки такого клієнтського модулю наведений на рис. 3.21.

```

try
{
    sock->SetSocketOption(SocketOptionLevel::Socket,
SocketOptionName::ReuseAddress, 1);
    sock->Connect(txtServer->Text, int::Parse(spnPort->Text));
    UdpPortOpen = true;
    sock->Send(gcnew array<unsigned char, 1>{'x'});
}
catch (Exception^ e)
{
    MessageBox::Show(e->ToString());
    return;
}

array<unsigned char, 1>^ msg = gcnew array<unsigned char, 1>(50);

while (UdpPortOpen)
{
    try
    {
        int bytesRead = sock->Receive(msg);
        if (bytesRead > 0)
        {
            DontSend = true;
            for (int i = 0; i < bytesRead; i++)
            {
                for (int j = 0; j < 8; j++)
                {
                    if (msg[i] == j + 'A')
                    {
                        SetControlPropertyValue(chkRelay[j], "Checked", true);
                        break;
                    }
                    else if(msg[i] == j + 'a')
                    {
                        SetControlPropertyValue(chkRelay[j], "Checked", false);
                        break;
                    }
                }
            }
            DontSend = false;
        }
    }
    catch (...)
    {
        //MessageBox::Show(e->ToString());
    }
}

private: System::Void chkRelay_CheckedChanged(System::Object^ sender,
System::EventArgs^ e) {
    int index = Int32::Parse(((CheckBox^) sender)->Tag-
>ToString());

    array<unsigned char, 1>^ s = gcnew array<unsigned char,
1>(1);

```

```

if (chkRelay[index] ->Checked)
{
    s[0] = 'A' + index;
}
else
{
    s[0] = 'a' + index;
}

if (!common->DontSend)
{
    common->SendSock(s, 1);
}
}

```

Рисунок 3.21 – Програмний код клієнтського модулю на ноутбуці

Інтерфейс вікна програми на клієнтському модулі, який призначений для використання на ноутбуках та підключення до АСКПБ по Wi-Fi зображений на рис. 3.22.

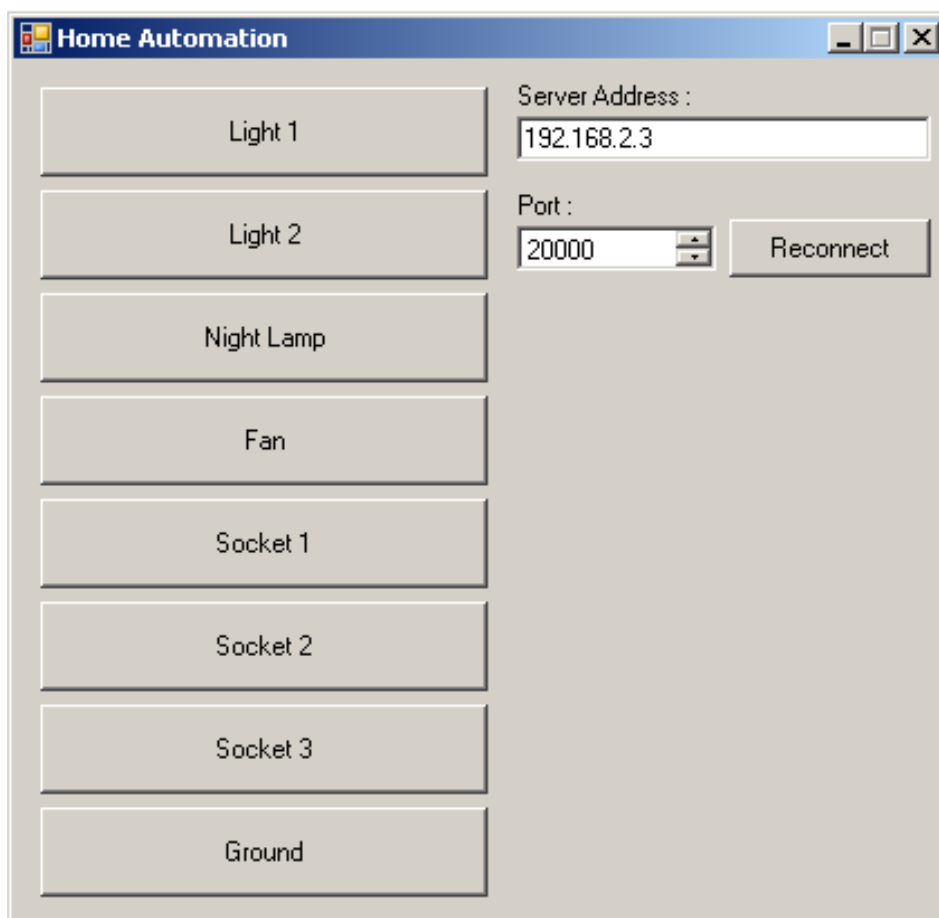


Рисунок 3.22 – Клієнтський модуль на ноутбуці

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

*КВРАКІТ.2020023.01.02.ПЗ*

Арк.  
51

Як видно з рис. 3.22, в лівій частині передбачена можливість керування окремими елементами АСКПБ, а в правій частині розташовується IP адреса серверного модуля, до якого підключений клієнтський модуль та порт підключення.

В загальному інтерфейс клієнтського модулю (рис. 3.22) схожий на інтерфейс серверного модулю (рис. 3.1) і призначений для використання на операційній системі Windows. Кнопки з лівої частини екрану призначені для вимкнення та ввімкнення відповідних релейних блоків, тобто для активації пристроїв в АСКПБ.

Зверніть увагу, що завдяки підключенню через мережу Інтернет до серверного модулю шляхом введення IP-адреси у відповідне вікно, в цьому клієнтському модулі передбачена можливість керування АСКПБ віддалено, наприклад із офісу. У випадку підключення через Bluetooth таке віддалене керування неможливе по причині обмеження доступу сигналу за відстанню.

Після користування клієнтським модулем на ноутбуці та закриття програми, налаштування будуть зберігатись у відповідний XML файл. Такі налаштування будуть встановлені як налаштування за замовченням при наступному запуску програми на ноутбуці.

Слід відзначити, що при такому повторному запуску на клієнтському модулі відбувається зчитування попередніх налаштувань. Всі зчитані значення із файлу конфігурації перевіряються на допустимість для зазначеного типу даних. У випадку, якщо ці дані перевищують встановлені верхі або нижні граничні значення, параметр вважається пошкодженим або взагалі відсутнім. Така помилка може виникати у тих випадках, коли користувач проводив налаштування файлу конфігурації на відповідному ноутбуці в ручному режимі. Для вирішення зазначеної проблеми в АСКПБ передбачено, що в такому випадку на клієнтському модулі буде використано безпечне значення за замовченням.

### 3.5 Клієнтський модуль Wi-Fi для Sony Playstation Portable

В АСКПБ окрім керування з мобільного телефону, персонального комп'ютеру та ноутбуку, передбачено також можливість керування через Sony Playstation Portable (PSP). Програмний код такого клієнтського модулю наведений на рис. 3.23.

```
int OnOffMenuSelect(int enter)
{
    if (enter)
    {
        if (bConnected)
        {
            unsigned char msg;
            switch (vlfGuiCentralMenuSelection())
            {
                case 0:
                    msg = 'A' + (unsigned char)g_relaySel;
                    sceNetInetSend(g_sock, &msg, 1, 0);
                    break;

                case 1:
                    msg = 'a' + (unsigned char)g_relaySel;
                    sceNetInetSend(g_sock, &msg, 1, 0);
                    break;
            }
            vlfGuiSetRectangleFade(0, 56, 480, 272 - 56,
VLF_FADE_MODE_OUT, VLF_FADE_SPEED_SUPER_FAST, 0, NULL, NULL, 0);
            vlfGuiSetTextFadeFinishCallback(relayname, OnOffFadeOut,
NULL, 0);
            return VLF_EV_RET_REMOVE_HANDLERS;
        }

        vlfGuiMessageDialog("No connection to Home Automation Server.",
VLF_MD_TYPE_ERROR);
        return VLF_EV_RET_NOTHING;
    }

    vlfGuiSetRectangleFade(0, 56, 480, 272 - 56, VLF_FADE_MODE_OUT,
VLF_FADE_SPEED_SUPER_FAST, 0, NULL, NULL, 0);
    vlfGuiSetTextFadeFinishCallback(relayname, OnOffFadeOut, NULL, 0);
    return VLF_EV_RET_REMOVE_HANDLERS;
}

int recv_thread(SceSize args, void *argp)
{
    char buf[50];
    int readbytes;

    while(bConnected)
    {
        readbytes = sceNetInetRecv(g_sock, buf, 50, 0);
        if (readbytes <= 0) break;

        int i, j;
```

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

*КВРАКІТ.2020023.01.02.ПЗ*

Арк.

53

```

for (i = 0; i < readbytes; i++)
{
    for (j = 0; j < 8; j++)
    {
        if (buf[i] == 'A'+j)
        {
            g_relayStatus[j] = 1;
            if (OnOff[j] != NULL)
            {
                vlfGuiSetText(OnOff[j], "ON");
            }
            break;
        }
        else if (buf[i] == 'a'+j)
        {
            g_relayStatus[j] = 0;
            if (OnOff[j] != NULL)
            {
                vlfGuiSetText(OnOff[j], "OFF");
            }
            break;
        }
    }
}
th_recv = -1;
return sceKernelExitDeleteThread(0);
}

```

Рисунок 3.23 – Програмний код додатку для PSP

Для підключення PSP до серверу АСКПБ через клієнтський модуль використовується мереж Wi-Fi. Клієнтський модуль написаний на мові С, в результаті чого був створений окремий додаток, інтерфейс якого зображений на рис. 3.24.



Рисунок 3.24 – Інтерфейс додатку на PSP

В цьому модулі передбачено відстеження пересування користувача в межах приватного будинку. За це відповідає показник сила сигналу (рис. 3.25), який відображається у лівому верхньому кутку розробленого додатку. Завдяки вимірювання зміни сили сигналу в АСКПБ можна відстежувати пересування користувача відносно точки доступу до Wi-Fi, тобто коли користувач зайшов або вийшов з певного приміщення. В такому випадку в системі передбачено автоматичне ввімкнення та вимкнення світла у встановлений на серверному модулі час доби.



Рисунок 3.25 – Відображення сили сигналу в додатку на PSP

При зміні відстані від точки доступу, тобто при зміні сили сигналу на PSP, він оновлюється в інтерфейсі розробленого додатку. Порогові значення встановлюються на серверному модулі. У випадку, якщо рівень сигналу стає менший, ніж вказане встановлене значення, відбувається виклик події під назвою «Залишити приміщення». І навпаки, якщо відстежується перевищення зазначеного порогового значення, генерується подія «Вхід до кімнати». Слід зауважити, що таку дію можна в подальшому співставити із ввімкненням або

вимкненням ряду елементів релейного блоку, які налаштовані не тільки на ввімкнення світла.



Рисунок 3.26 – Приклад керування з клієнтського модулю на Playstation Portable



Рисунок 3.27 – Оновлення статусу на клієнтському модулі

Після успішного підключення до серверного модулю на PSP можна обрати пристрій в межах АСКПБ (рис. 3.26) шляхом натискання кнопок ввєрх/вниз. Для

підтвердження операції ввімкнення або вимкнення приладу в АСКПБ через PSP необхідно натиснути кнопку X. Стан обраного пристрою буде автоматично оновлений на екрані PSP (рис. 3.27) та переданий іншим клієнтським модулям в межах АСКПБ.

У випадку відсутності підключення до мережі інтернет або втрати зв'язку із сервером по іншим причинам, на екран додатку на PSP буде виведено відповідне повідомлення (рис. 3.28).

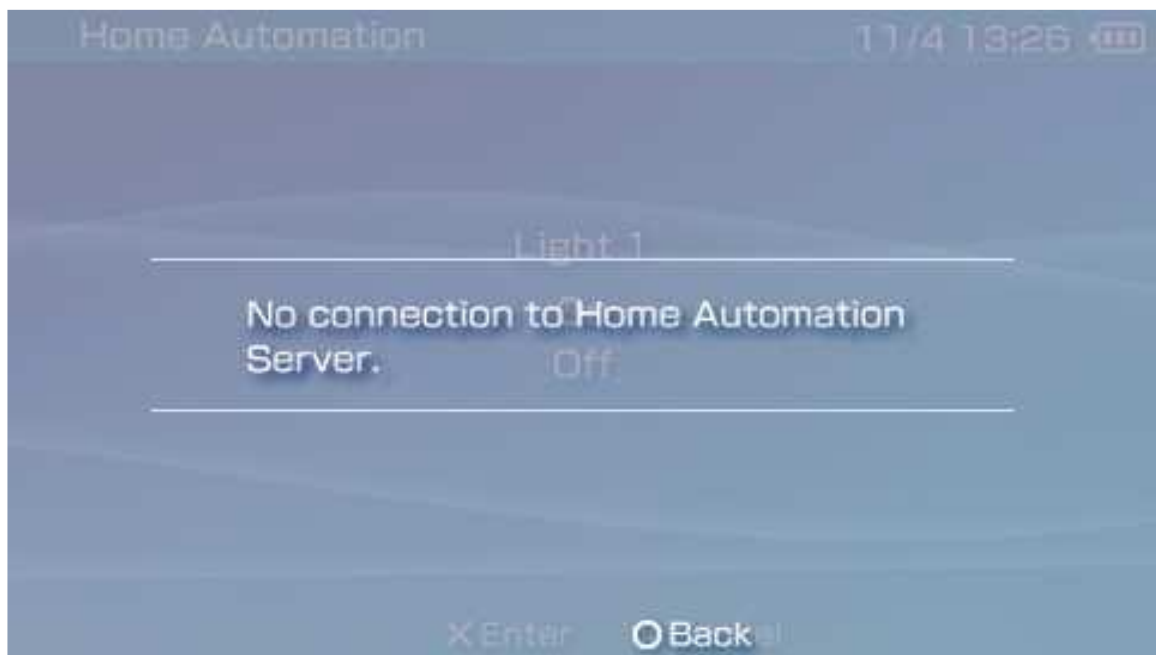


Рисунок 3.28 – Повідомлення про відсутність зв'язку із сервером

Для зберігання налаштувань клієнтського модуля на PSP використовується файл конфігурації, який називається config.cfg. На рис. 3.29 наведено приклад файлу конфігурації.

Елемент під назвою «autoon» перераховує реле, які необхідно змінити при виникненні події під назвою «Вхід до кімнати». Великі літери відповідають за ввімкнення відповідних реле, в той час як літери нижнього регістру навпаки, за вимкнення.

Елемент «autooff» використовує той самий формат роботи, що й елемент «autoon». Єдиною відмінністю у їх роботі є те, що він спрацьовує при виході користувача з кімнати.

```
autoon = ABCDEFGH
host = 192.168.2.3
autooff = abcdefgh
config = 1
threshold = 90
port = 20000
```

Рисунок 3.29 – Файл конфігурації клієнтського модулю на PSP

IP-адреса сервера, до якого необхідно провести підключення, вказується в елементі файлу конфігурації під назвою «host». Елемент «port» відповідає за зазначення віддаленого порту, до якого необхідно провести підключення.

Елемент під назвою «config» визначає, до якої точки доступу із доступних в межах АСКПБ мережевих конфігурацій клієнтський модуль буде намагатись підключатись. «threshold» - це відповідне порогове значення сили сигналу, за яким відслідковується переміщення користувача по кімнатах. При отриманні сигналу, що менший, ніж зазначене, викликається подія «Вихід із кімнати» і навпаки, при перевищенні цього значення викликається подія «Вхід до кімнати».

### 3.6 Моделювання системи опалення в автоматизованій системі керування приватним будинком

В АСКПБ передбачено керування освітленням, розетками та системою кондиціонування через розроблені модулі. Окрім того, було проведено моделювання роботи системи опалення. Схема підключення елементів АСКПБ в

розрізі системи опалення наведена на рис. 3.30. Схема була розроблена в програмі Simulink [14], яка входить до пакету MATLAB.

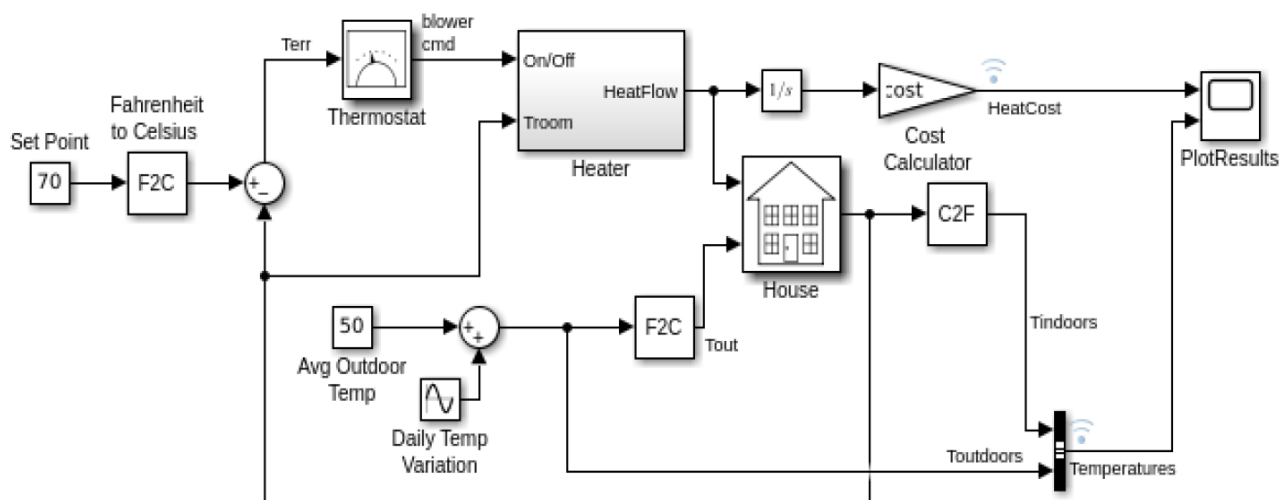


Рисунок 3.30 – Модель опалення приватного будинку

Окремим елементом була розроблена система термостату (рис. 3.31), яка відповідно містить блок реле (Relay). Наявність термостату робить можливим коливання температури в межах  $\pm 5^\circ\text{C}$ . Якщо температура повітря опускається нижче порогового значення, яке становить  $18^\circ\text{C}$ , то система термостату викликає вмикання підсистеми нагрівача (рис. 3.32).

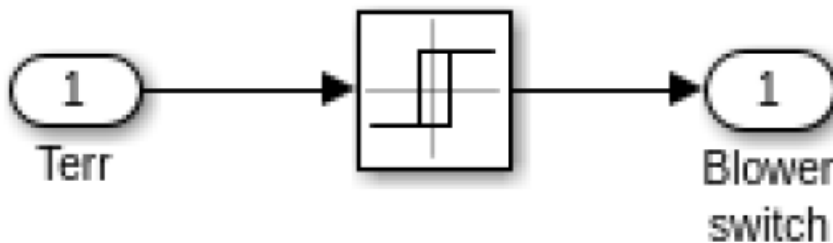


Рисунок 3.31 – Система термостату

Зазначена підсистема нагрівача виконує моделювання постійного рівню повітряного потоку в приміщенні в межах АСКПБ. Сигнал з термостату відповідає за вимкнення або ввімкнення нагрівача.

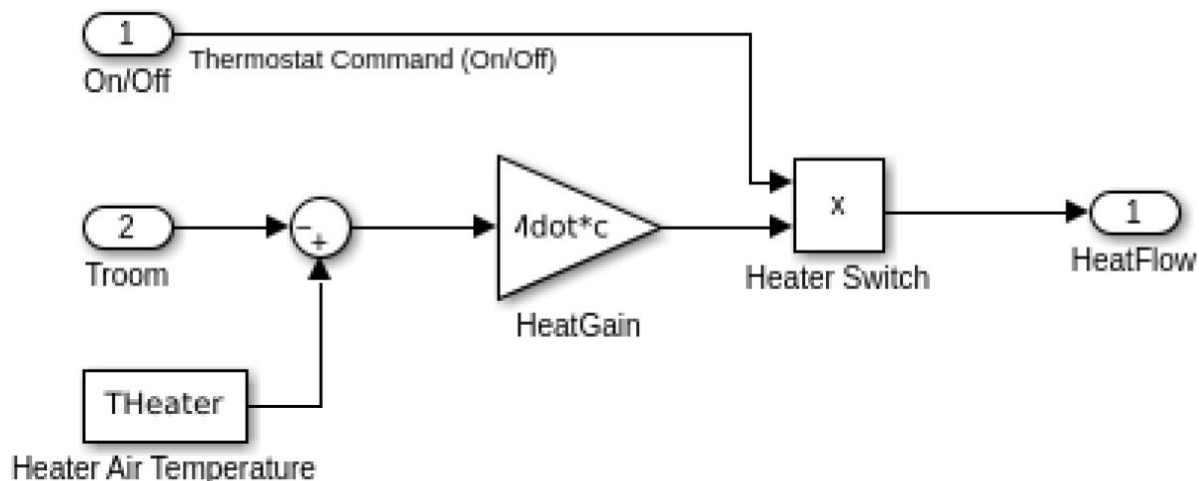


Рисунок 3.32 – Підсистема нагрівача в АСКПБ

Тепловий потік в кімнаті можна описати за допомогою наступного рівняння:

$$\frac{dQ}{dt} = c \cdot M_{dot} \cdot (T_{heat} - T_{room}), \quad (3.1)$$

де  $T_{room}$  – температура кімнати, °C;

$T_{heat}$  – температура нагрівача, °C;

$M_{dot}$  – масова витрата повітря по причині роботи нагрівача, кг/г;

$c$  – теплоємність повітря за умови постійного тиску;

$\frac{dQ}{dt}$  – потік тепла в кімнату від нагрівача.

На рис. 3.33-3.36 наведено графіки залежностей температури в кімнатах та потужності роботи конвектору опалення для різних приміщень в межах приватного будинку протягом доби. Суцільною лінією позначається температура в кожному окремому приміщенні, а штрихованою лінією – потужність роботи

конвектора опалення. Точковою лінією позначається встановлений в АСКПБ рівень необхідної температури в приміщенні.

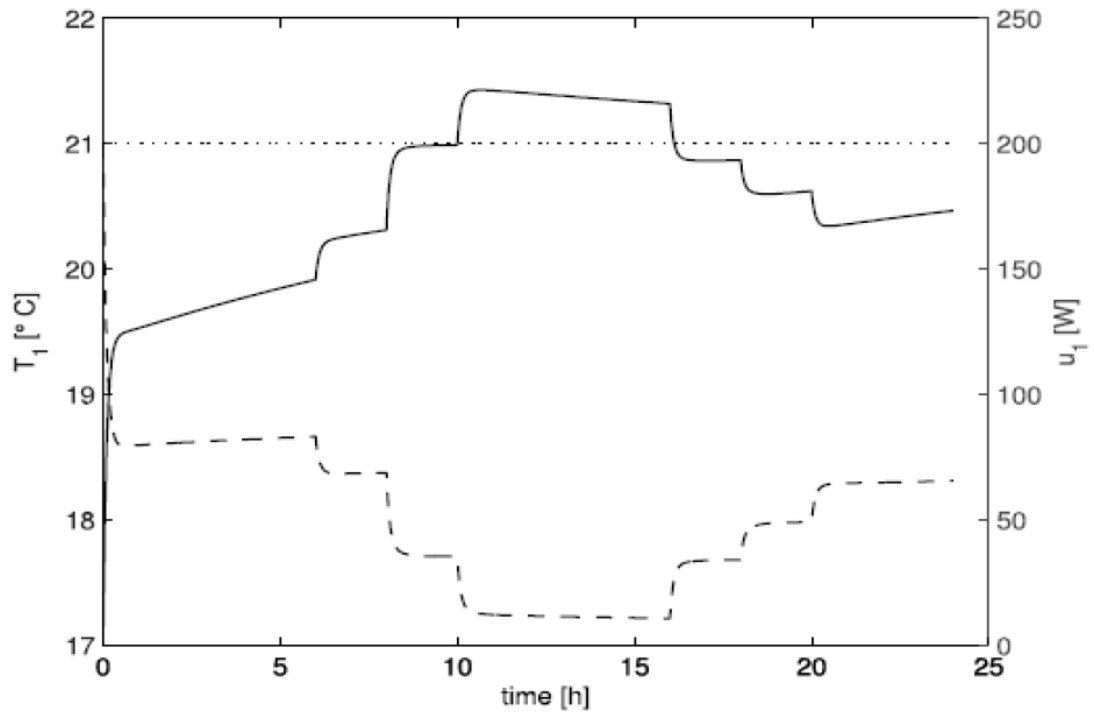


Рисунок 3.33 – Температура в спальні та потужність роботи конвектора опалення

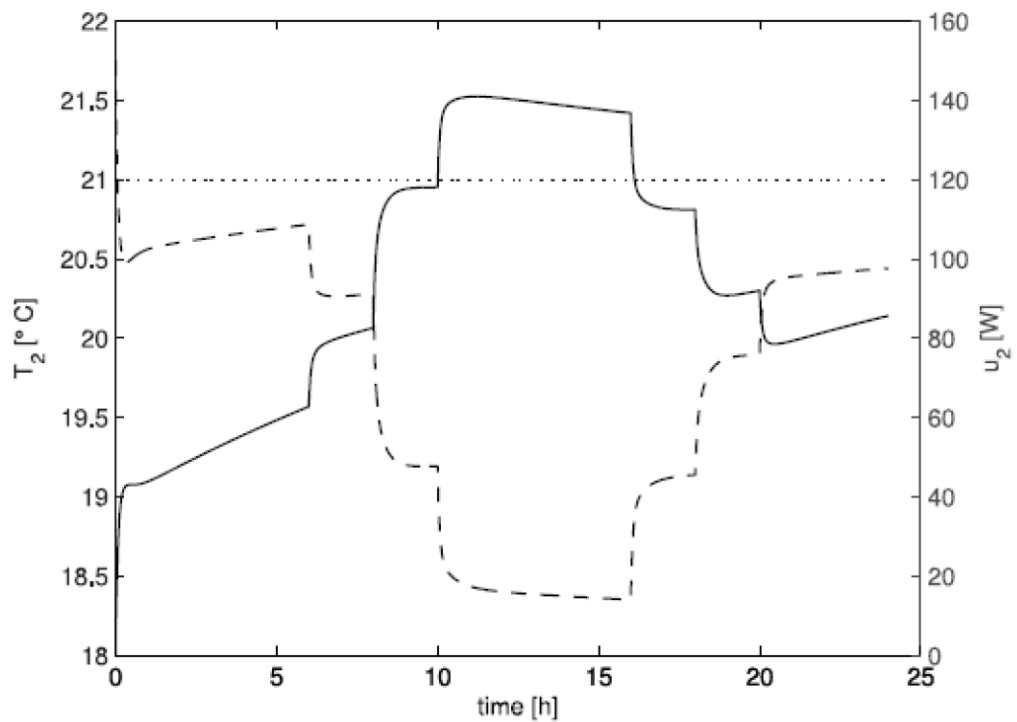


Рисунок 3.34 – Температура в ванній та потужність роботи конвектора опалення

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРАКІТ.2020023.01.02.ПЗ

Арк.

61

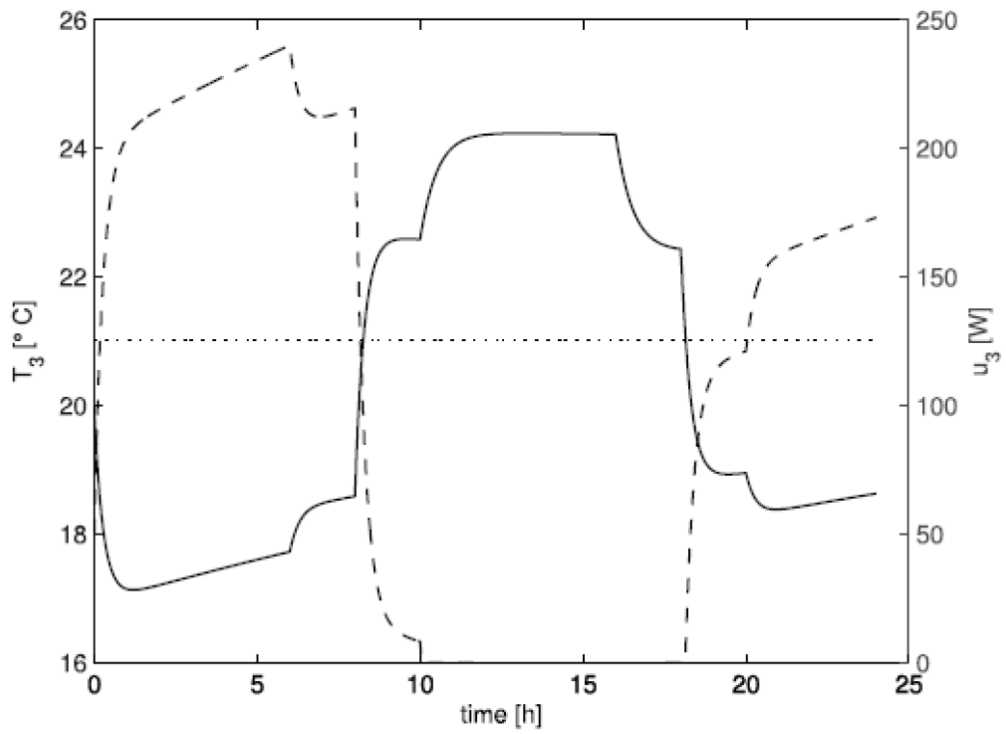


Рисунок 3.35 – Температура у вітальні та потужність роботи конвектора опалення

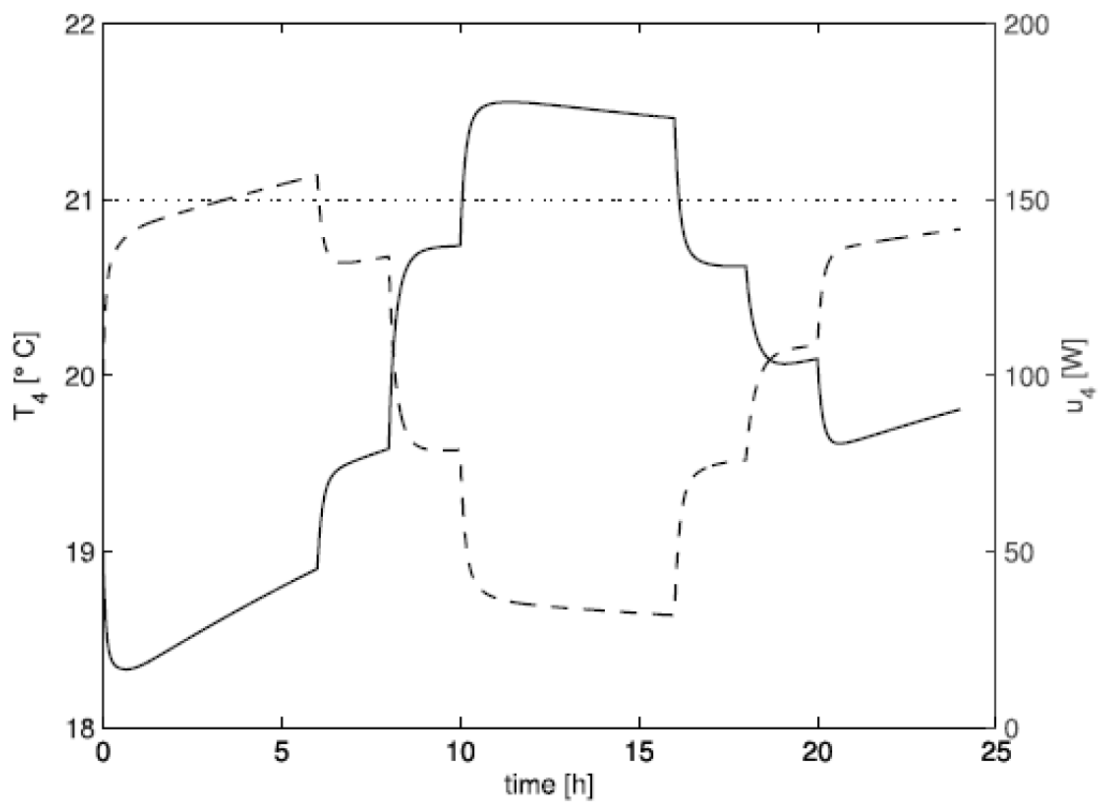


Рисунок 3.36 - Температура на кухні та потужність роботи конвектора опалення

Розроблена модель опалення приватного будинку (рис. 3.30) дозволить провести розрахунок витрат на опалення. Завдяки відповідній симуляції за допомогою осцилографа PlotResults можна провести візуалізацію результатів, яка представлена на рис. 3.37. Зазначений осцилограф буде графік вартості тепла в залежності від показника зовнішньої температури. Зовнішня температура поза межами приватного будинку змінюється із синусоїдальним характером. При цьому в закритому приміщенні, тобто в межах приватного будинку, температура коливається в межах  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ . Вісь часу на графіку налаштована на години, а отримані залежності показані на рис. 3.37.

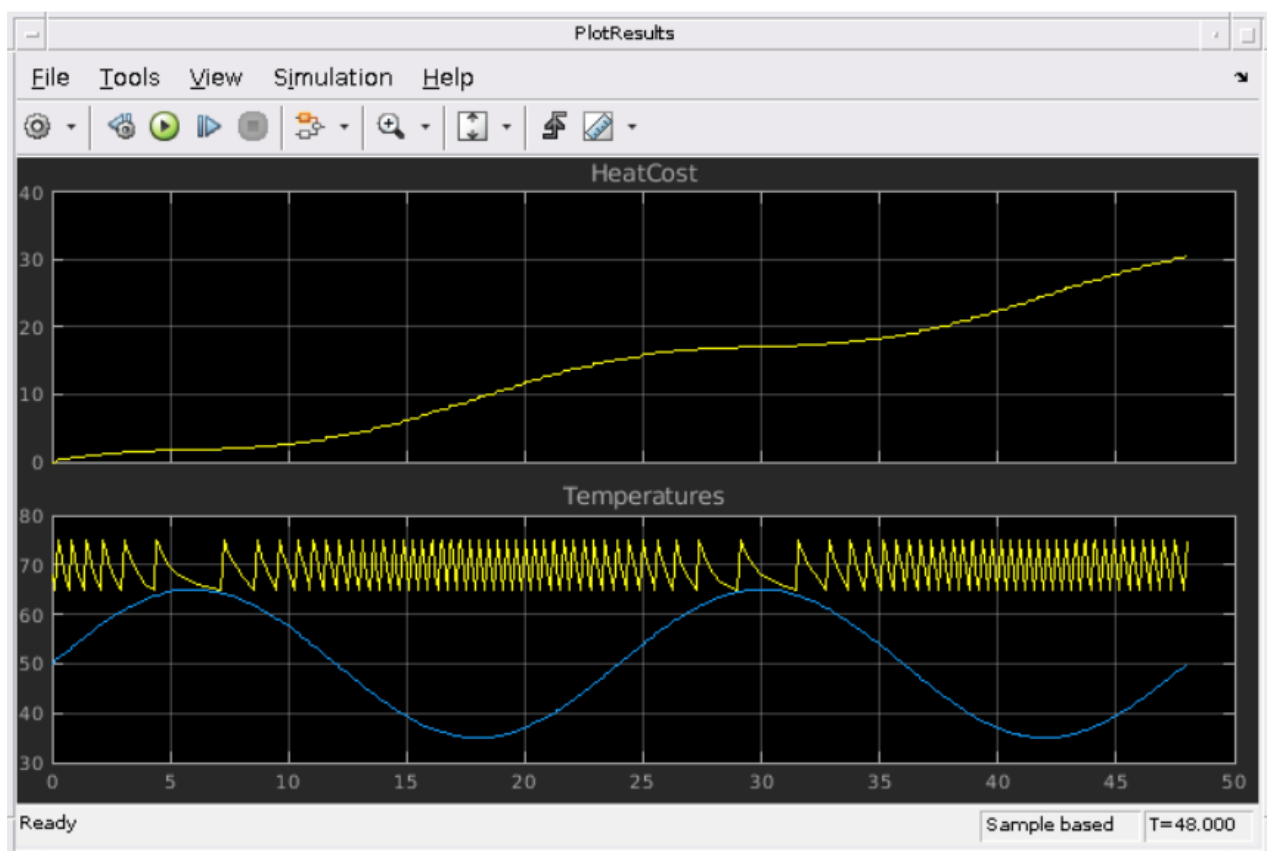


Рисунок 3.37 – Діаграма вартості тепла в системі опалення приватного будинку

### 3.7 Висновки до третього розділу

В третьому розділі наведений опис та принцип роботи основних елементів автоматизованої системи керування приватним будинком. До цих елементів

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

*КВРАКІТ.2020023.01.02.ПЗ*

Арк.

63

входять серверний модуль, який розміщується на персональному комп'ютері на операційній системі Windows. На серверному модулі відбувається програмування режимів роботи окремих елементів АСКПБ.

В АСКПБ передбачено використання трьох видів клієнтських модулів, а саме: керування через мобільний телефон, через ноутбук та PSP. В розділі описано принцип роботи кожного із модулів, а також наведено розроблені додатки для роботи із АСКПБ. Також в програмному середовищі Simulink було проведено моделювання роботи системи опалення будинку і побудовано діаграму вартості тепла в такій АСКПБ.

					<i>КВРАКІТ.2020023.01.02.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		64

## ВИСНОВКИ

В першому розділі проведено огляд та аналіз підходів до автоматизації систем керування приватними будинками. Було розглянуто існуючі системи автоматизованого керування, встановлено системні вимоги до АСКПБ, яка буде проектуватись, а також наведена специфікація та компоненти АСКПБ.

В загальному АСКПБ, що проектується, передбачається у складі п'яти різних модулів, яка містить три модулі на різних платформах. Тобто склад АСКПБ включає в себе сервер для Windows, клієнт Bluetooth для мобільних телефонів, апаратна схема та вбудована програма для мікроконтролера, клієнт Wi-Fi для Sony Playstation Portable і Wi-Fi клієнт для ноутбуків на базі Windows.

У другому розділі була розроблена функціональна схема підключення елементів АСКПБ, підібрано відповідне обладнання та датчики. Крім того, наведено діаграму взаємодії компонентів АСКПБ між собою та процес передачі сигналу від клієнтських модулів до серверу.

В третьому розділі наведений опис та принцип роботи основних елементів автоматизованої системи керування приватним будинком. До цих елементів входять серверний модуль, який розміщується на персональному комп'ютері на операційній системі Windows. На серверному модулі відбувається програмування режимів роботи окремих елементів АСКПБ.

В АСКПБ передбачено використання трьох видів клієнтських модулів, а саме: керування через мобільний телефон, через ноутбук та PSP. В розділі описано принцип роботи кожного із модулів, а також наведено розроблені додатки для роботи із АСКПБ. Також в програмному середовищі Simulink було проведено моделювання роботи системи опалення будинку і побудовано діаграму вартості тепла в такій АСКПБ.

					<i>КВРАКІТ.2020023.01.02.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		65



12. Rothermel C. Your Smart Home Upgrade / C. Rothermel. - Computer Science Graduate & Smart Home Enthusiast, 2024. – 149 p.

13. Schwartz M. Home Automation with Arduino: Automate your Home using Open-Source Hardware / M. Schwartz. – CreateSpace Independent Publishing Platform, 2013. – 176 p.

14. Simulink. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.mathworks.com/products/simulink.html> (дата звернення 30.04.2024)

15. Tazti [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.tazti.com/> (дата звернення 10.04.2024)

16. The Future of Home Automation. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.firgelliauto.com/blogs/actuators/the-future-of-home-automation> (дата звернення 10.03.2024)

17. Voice Activated Power Sockets. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.instructables.com/Voice-Activated-Power-Sockets-Home-Automation/> (дата звернення 10.04.2024)

18. What Is Home Automation and How Does it Work? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.security.org/home-automation/> (дата звернення 10.03.2024)

19. Береза А. М. Основи створення інформаційних систем: навч. посіб. / А. М. Береза. – 2 вид., перероб. і доп. – К.: КНЕУ, 2001. – 214 с.

20. Бобух А.О. Автоматизація інженерних систем: Навч. посібник. - Харків: ХНАМГ, 2005. - 212с.

21. Бурау Н.І. Теорія автоматичного управління. Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Н.І. Бурау, Д.О. Півторак; КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. - 57 с.

22. Гнедюк В.Л. Тенденції розвитку технологій розумних будинків і їх використання людьми з обмеженими можливостями в сучасному соціумі / В.Л.



32. Куцик А. Автоматизовані системи керування на програмованих логічних контролерах: навч. посіб. / А. Куцик, В. Місюренко. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. – 200 с.

33. Левченко О.І. Основи автоматизації теплоенергетичних процесів та установок. Навчальний. посібник / Левченко О.І., Сідлецький В.М. – К.:НУХТ, 2014. – 227с.

34. Моніт Я.В. Система «Розумний будинок» з відкритим програмним забезпеченням / Я.В. Моніт // XIX науково-технічна конференція студентів та молодих учених «Гідротехнології, навігація, керування рухом та конструювання авіаційно-космічної техніки», 15-16 лютого 2016 р. – К.: «Політехніка», 2016. – с. 43-44

35. Паньків В. Г. Український ринок систем автоматизації та диспетчеризації. Мережі та бізнес системи, 2011. №3. С. 58–62.

36. Підлоговий конвектор з вентилятором MiniB COIL-T 60.243.900 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://teploradost.com.ua/vnutripolnyj-konvektor-s-ventilyatorom-minib-coilt-60243900> (дата звернення 04.04.2024)

37. Проць Я.І., Автоматизація виробничих процесів. Навчальний посібник для технічних спеціальностей вищих навчальних закладів./ Я.І. Проць, В.Б. Савків, О.К. Шкодзінський, О.Л. Ляшук – Тернопіль: ТНТУ ім. І.Пулля, 2011. – 344с.

38. Ситник В.Ф. Основи інформаційних систем: Навч. посібник. – Вид. 2-ге, перероб. і доп. / В. Ф. Ситник, Т. А. Писаревська, Н. В. Єрьоміна, О. С. Краєва; За ред. В. Ф. Ситника. — К.: КНЕУ, 2001. — 420 с.

39. Соколан Ю.С. Інженерне обладнання будівель. Навчальний посібник для студентів, які навчаються за освітньо-професійною програмою підготовки бакалавра за спеціальністю 191 «Архітектура та містобудування» / Ю.С. Соколан. - Хмельницький: ХНУ, 2021. - 228 с.

40. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації. Навч. пос. — К: Видавництво Ліра-К., 2014. — 344с.

					<i>КВРАКІТ.2020023.01.02.ПЗ</i>	Арк.
						69
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

# Додатки

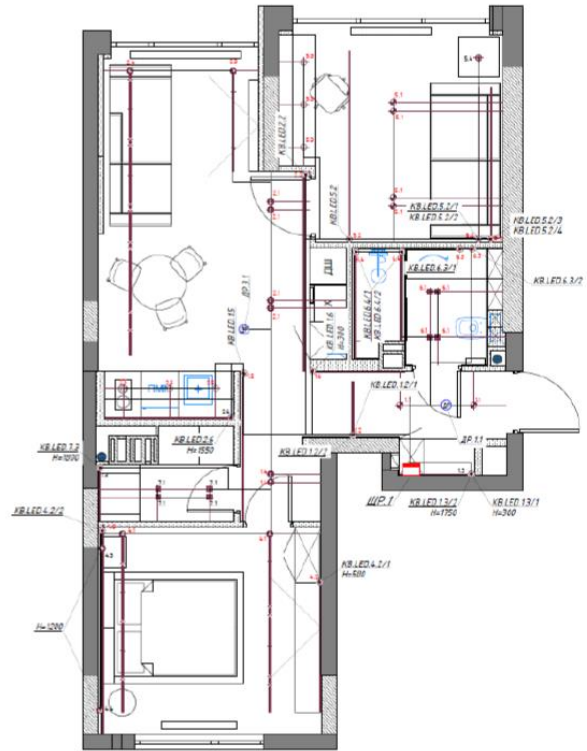
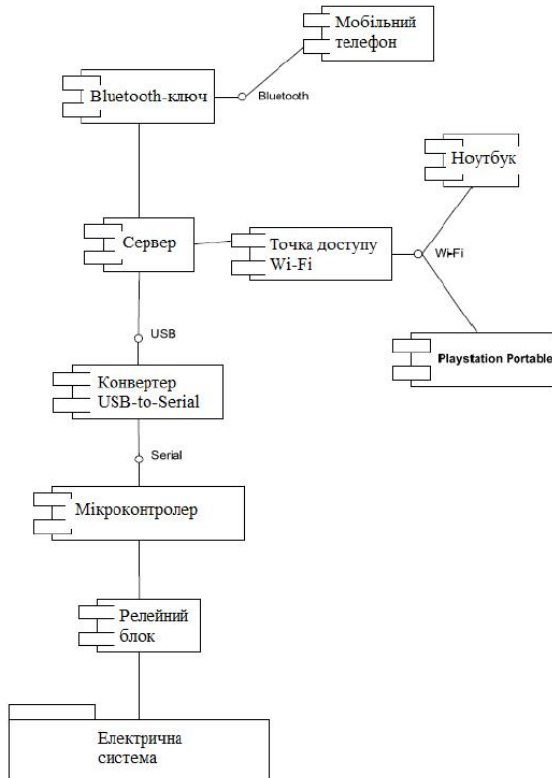
## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА НА ТЕМУ:

### «АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПРИВАТНИМ БУДИНКОМ»

## ВСТУП ТА МЕТА РОБОТИ

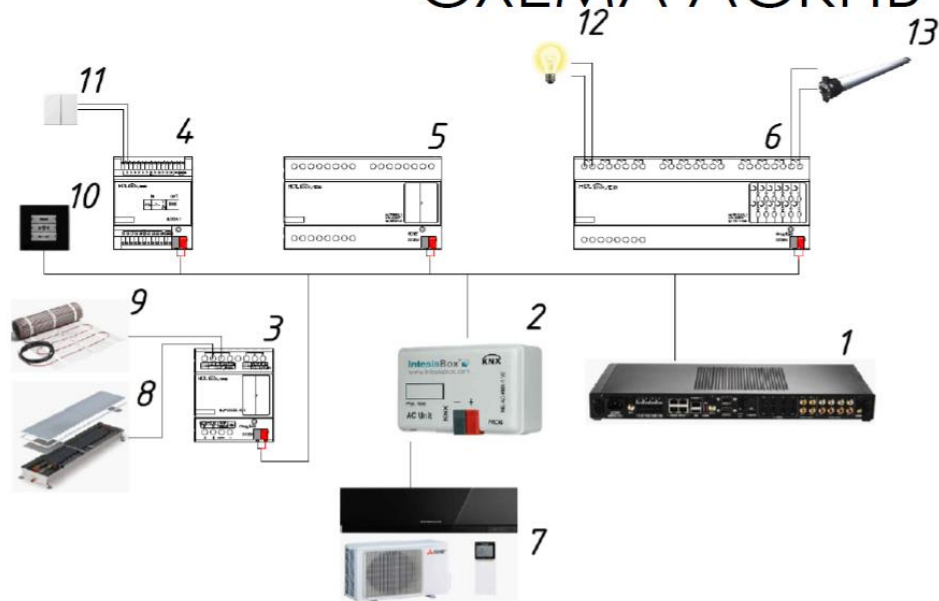
- Автоматизація приватних будинків передбачає запровадження певного рівня автоматичного або комп'ютеризованого керування електричними та електронними системами, які присутні в будинках. До таких систем відносяться системи безпеки, освітлення, контроль мікроклімату приміщень шляхом керування системами опалення, вентиляції та кондиціонування, керування гаражними воротами, тощо.
- Метою роботи є розробка автоматизованої системи керування приватним будинком та налаштування такої системи із використанням мобільного телефону або планшету

# МОДУЛІ АСКПБ



3

# ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА АСКПБ



1 – мікроконтролер; 2 – інтерфейс серверу; 3 – модуль контролю системи опалення; 4 – модуль сухих контактів; 5 – живлення; 6 – релейний блок; 7 – кондиціонер; 8 – конвектор підлоговий; 9 – нагрівальні мати; 10 – панель керування; 11 – вимикач; 12 – освітлення; 13 – привід керування шторами

4

# СКЛАДОВІ АПАРАТНОГО МОДУЛЮ



Мікроконтролер PIC16F877A

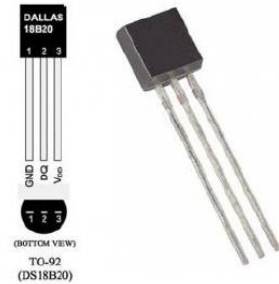


Майстер модуль DALI

Реле для керування світильниками (HDL-M/R12.101)



Модуль опалення HDL-M/FCU01.10.1



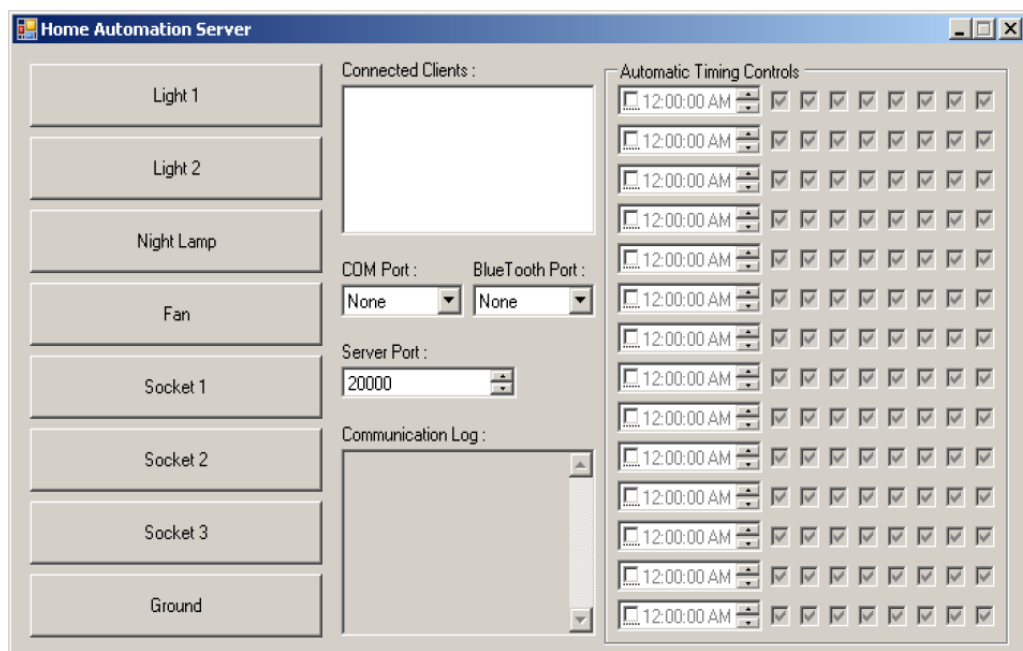
Датчики температури:

а - Livolo (VL-XQ001) для теплої підлоги; б - DALLAS DS18B20 для повітря

# СЕРВЕРНИЙ МОДУЛЬ

Список підключених клієнтів

Прилади в приватному будинку



Налаштування автоматичного ввімкнення приладів за часом доби

Лог оновлення статусу приладів

# КЛІЄНТСЬКИЙ МОДУЛЬ BLUETOOTH ДЛЯ ТЕЛЕФОНУ



Ініціалізація клієнтського модуля на мобільному телефоні



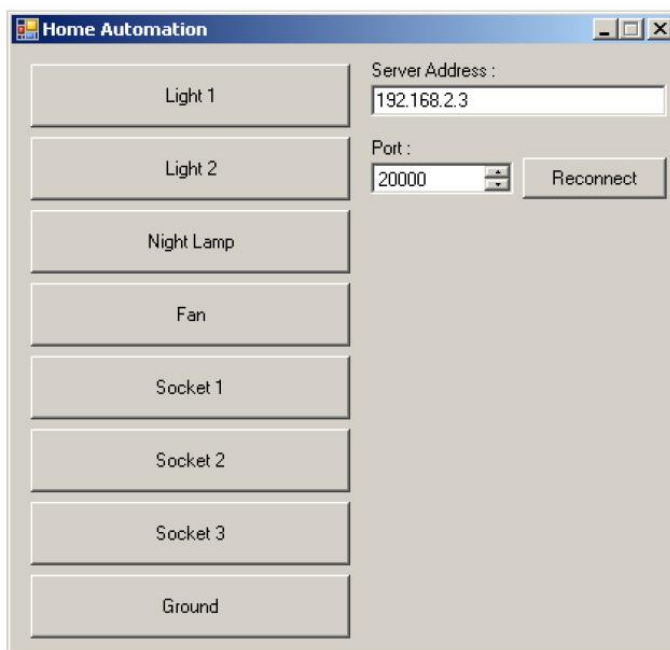
Пошук серверного модуля з мобільного додатку



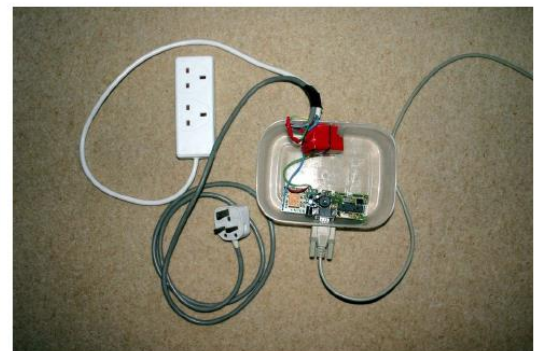
Стан пристроїв в АСКПБ

7

# КЛІЄНТСЬКИЙ МОДУЛЬ ДЛЯ НОУТБУКУ



Інтерфейс клієнтського модуля на ноутбуці



Підключення розетки

8

# КЛІЄНТСЬКИЙ МОДУЛЬ ДЛЯ SONY PLAYSTATION PORTABLE



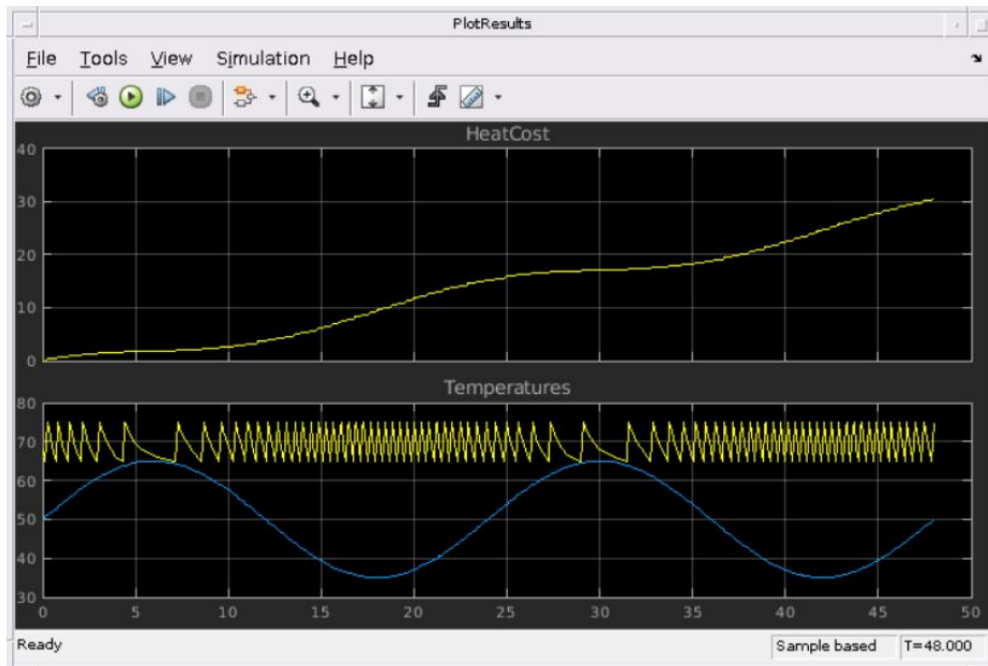
Приклад керування з клієнтського модулю на Playstation Portable 9

# МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ



Модель опалення приватного будинку

# МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ



Діаграма вартості тепла в системі опалення приватного будинку

11

## ВИСНОВКИ

- В роботі розроблено автоматизовану систему керування приватним будинком, яка складається із серверного модулю на ПК, апаратного модулю та 3 клієнтських модулів (для ноутбуку, для мобільного телефону та для PSP).
- Проведено підбір обладнання апаратного модулю, а саме мікроконтролер, реле, датчики руху для освітлення, датчики температури для системи опалення.
- Також в роботі в Simulink Matlab проведено моделювання роботи системи опалення приватного будинку.

**Дякую за увагу!**

12

## Додаток Б Програмні коди

### 1. Серверний модуль

```
System::Void ServerCommon::ReceiveThread(void) {
    IPEndPoint^ sender = gcnew IPEndPoint(IPAddress::Any, 0);
    EndPoint^ senderRemote = safe_cast<EndPoint^>(sender);
    IPEndPoint^ iplocalep = gcnew IPEndPoint(IPAddress::Any,
int::Parse(spnPort->Text));
    EndPoint^ localep = safe_cast<EndPoint^>(iplocalep);
    sock = gcnew Socket(AddressFamily::InterNetwork, SocketType::Dgram,
ProtocolType::Udp);

    try
    {
        sock->SetSocketOption(SocketOptionLevel::Socket,
SocketOptionName::ReuseAddress, 1);
        sock->Bind(localep);
        UdpPortOpen = true;
    }
    catch (Exception^ e)
    {
        MessageBox::Show(e->ToString());
        return;
    }

    array<unsigned char, 1>^ msg = gcnew array<unsigned char, 1>(50);
    while (UdpPortOpen)
    {
        try
        {
            int bytesRead = sock->ReceiveFrom(msg, senderRemote);
            if (bytesRead > 0)
            {
                String^ client = senderRemote->ToString();
                if (!lstClients->Items->Contains(client))
                {
                    AddListString(client);
                }

                DontSend = true;
                for (int i = 0; i < bytesRead; i++)
                {
                    for (int j = 0; j < 8; j++)
                    {
                        if (msg[i] == j + 'A')
                        {

SetControlPropertyValue(chkRelay[j], "Checked", true);
                            break;
                        }
                        else if(msg[i] == j + 'a')
                        {

SetControlPropertyValue(chkRelay[j], "Checked", false);
                            break;
                        }
                    }
                }

                SendAll();
                DontSend = false;
            }
        }
        catch (...)
        {
            //MessageBox::Show(e->ToString());
        }
    }
}
```

## 2. Апаратний модуль та мікроконтролер

```
#include <stdio.h>
#include <htc.h>
#include "usart.h"

/* A simple demonstration of serial communications which
 * incorporates the on-board hardware USART of the Microchip
 * PIC16Fxxx series of devices. */

__CONFIG(HS & WDTDIS);

void main(void)
{
    unsigned char input;

    INTCON=0;    // purpose of disabling the interrupts.

    init_comms();    // set up the USART - settings defined in usart.h

    ADCON1 = 0x06;
    TRISA = 0x00;    // make all PORTA bits output
    PORTA = 0x00;    // initialize all bits to ON
    TRISD = 0x00;    // make all PORTD bits output
    PORTD = 0x00;    // initialize all bits to OFF

    printf("A-H to turn on, a-h to turn off:\r\n");
    while(1)
    {
        input = getch();

        if ((input >= 'A') && (input <='H'))
        {
            switch(input)

            {
                case 'A':
                    RD0 = 1;
                    RA0 = 1;
                    break;
                case 'B':
                    RD1 = 1;
                    RA1 = 1;
                    break;
                case 'C':
                    RD2 = 1;
                    RA2 = 1;
                    break;
                case 'D':
                    RD3 = 1;
                    RA3 = 1;
                    break;
                case 'E':
                    RD4 = 1;
                    RA4 = 1;
                    break;
                case 'F':
                    RD5 = 1;
                    RA5 = 1;
                    break;
                case 'G':
                    RD6 = 1;
                    break;
                case 'H':
                    RD7 = 1;
            }
            printf("[%c] on.\r\n", input);
        }
        else if ((input >= 'a') && (input <='h'))
        {
            switch(input)
            {
```

```

        case 'a':
            RD0 = 0;
            RA0 = 0;
            break;
        case 'b':
            RD1 = 0;
            RA1 = 0;
            break;
        case 'c':
            RD2 = 0;
            RA2 = 0;
            break;
        case 'd':
            RD3 = 0;
            RA3 = 0;
            break;
        case 'e':
            RD4 = 0;
            RA4 = 0;
            break;
        case 'f':
            RD5 = 0;
            RA5 = 0;
            break;

        case 'g':
            RD6 = 0;
            break;
        case 'h':
            RD7 = 0;
    }
    printf("[%c] off.\r\n", input);
}
else
{
    printf("[%c] unrecognized.\r\n", input);
}
}
}

```

### 3. Клієнтський модуль BLUETOOTH для J2ME

```

public void itemStateChanged(Item item)
{
    if (item == chkRelay)
    {
        int c=0;
        byte[] msg = new byte[8];

        for (int i=0; i<RELAY_COUNT; i++)
        {
            if (chkRelay.isSelected(i) != relayState[i])
            {
                relayState[i] = chkRelay.isSelected(i);
                if (relayState[i])
                {
                    msg[c] = (byte)((int)'A'+i);
                }
                else
                {
                    msg[c] = (byte)((int)'a'+i);
                }
                c++;
            }
        }

        if (!dontSend)
        {
            bt_client.send(msg, c);
        }

        return;
    }
}

```

```

public void commandAction(Command c, Displayable d)
{
    if (c == EXIT_CMD)
    {
        destroyApp(true);
        notifyDestroyed();

        return;
    }
    if (c == SCR_MAIN_SEARCH_CMD)

        {
            Form f = new Form("Home Automation");
            f.addCommand(SCR_SEARCH_CANCEL_CMD);
            f.setCommandListener(this);
            f.append(new Gauge("Searching for servers...", false,
Gauge.INDEFINITE, Gauge.CONTINUOUS_RUNNING));
            Display.getDisplay(this).setCurrent(f);
            bt_client.requestSearch();

            return;
        }
    if (c == SCR_SEARCH_CANCEL_CMD)
    {
        bt_client.cancelSearch();
        Display.getDisplay(this).setCurrent(frmConnect);

        return;
    }
    if (c == SCR_LIST_BACK_CMD)
    {
        bt_client.requestConnect(-1);
        Display.getDisplay(this).setCurrent(frmConnect);

        return;
    }
    if (c == SCR_LIST_CONNECT_CMD)
    {
        Form f = new Form("Home Automation");
        f.addCommand(SCR_CONNECT_CANCEL_CMD);
        f.setCommandListener(this);
        f.append(new Gauge("Connecting to server...", false,
Gauge.INDEFINITE, Gauge.CONTINUOUS_RUNNING));
        Display.getDisplay(this).setCurrent(f);
        bt_client.requestConnect(lstServers.getSelectedIndex());

        return;
    }
    if (c == SCR_CONNECT_CANCEL_CMD)
    {
        bt_client.requestDisconnect();
        Display.getDisplay(this).setCurrent(lstServers);

        return;
    }
    if (c == SCR_RELAY_DISCONNECT_CMD)
    {
        bt_client.requestDisconnect();
        Display.getDisplay(this).setCurrent(lstServers);

        return;
    }
    isInit = true;
}

```

## 4. Клієнтський модуль Wi-Fi для ноутбуків

```
try
{
    sock->SetSocketOption(SocketOptionLevel::Socket,
SocketOptionName::ReuseAddress, 1);
    sock->Connect(txtServer->Text, int::Parse(spnPort->Text));
    UdpPortOpen = true;
    sock->Send(gcnew array<unsigned char, 1>{'x'});
}
catch (Exception^ e)
{
    MessageBox::Show(e->ToString());
    return;
}

array<unsigned char, 1>^ msg = gcnew array<unsigned char, 1>(50);

while (UdpPortOpen)
{
    try
    {
        int bytesRead = sock->Receive(msg);
        if (bytesRead > 0)
        {
            DontSend = true;
            for (int i = 0; i < bytesRead; i++)
            {
                for (int j = 0; j < 8; j++)
                {
                    if (msg[i] == j + 'A')
                    {
                        SetControlPropertyValue(chkRelay[j], "Checked", true);
                        break;
                    }
                    else if(msg[i] == j + 'a')
                    {
                        SetControlPropertyValue(chkRelay[j], "Checked", false);
                        break;
                    }
                }
            }
            DontSend = false;
        }
    }
    catch (...)
    {
        //MessageBox::Show(e->ToString());
    }
}

private: System::Void chkRelay_CheckedChanged(System::Object^ sender,
System::EventArgs^ e) {
    int index = Int32::Parse(((CheckBox^) sender)->Tag-
>ToString());

    array<unsigned char, 1>^ s = gcnew array<unsigned char,
1>(1);
```

```

        if (chkRelay[index]->Checked)
        {
            s[0] = 'A' + index;
        }
        else
        {
            s[0] = 'a' + index;
        }

        if (!common->DontSend)
        {
            common->SendSock(s, 1);
        }
    }
}

```

## 5. Клієнтський модуль Wi-Fi для Sony Playstation Portable

```

int OnOffMenuSelect(int enter)
{
    if (enter)
    {
        if (bConnected)
        {
            unsigned char msg;
            switch (vlfGuiCentralMenuSelection())
            {
                case 0:
                    msg = 'A' + (unsigned char)g_relaySel;
                    sceNetInetSend(g_sock, &msg, 1, 0);
                    break;

                case 1:
                    msg = 'a' + (unsigned char)g_relaySel;
                    sceNetInetSend(g_sock, &msg, 1, 0);
                    break;
            }
            vlfGuiSetRectangleFade(0, 56, 480, 272 - 56,
VLF_FADE_MODE_OUT, VLF_FADE_SPEED_SUPER_FAST, 0, NULL, NULL, 0);
            vlfGuiSetTextFadeFinishCallback(relayname, OnOffFadeOut,
NULL, 0);
            return VLF_EV_RET_REMOVE_HANDLERS;
        }

        vlfGuiMessageDialog("No connection to Home Automation Server.",
VLF_MD_TYPE_ERROR);
        return VLF_EV_RET_NOTHING;
    }

    vlfGuiSetRectangleFade(0, 56, 480, 272 - 56, VLF_FADE_MODE_OUT,
VLF_FADE_SPEED_SUPER_FAST, 0, NULL, NULL, 0);
    vlfGuiSetTextFadeFinishCallback(relayname, OnOffFadeOut, NULL, 0);
    return VLF_EV_RET_REMOVE_HANDLERS;
}

int recv_thread(SceSize args, void *argp)
{
    char buf[50];
    int readbytes;
}

```

```

while(bConnected)
{
    readbytes = sceNetInetRecv(g_sock, buf, 50, 0);
    if (readbytes <= 0) break;

    int i, j;
    for (i = 0; i < readbytes; i++)
    {
        for (j = 0; j < 8; j++)
        {
            if (buf[i] == 'A'+j)
            {
                g_relayStatus[j] = 1;
                if (OnOff[j] != NULL)
                {
                    vlfGuiSetText(OnOff[j], "ON");
                }
                break;
            }
            else if (buf[i] == 'a'+j)
            {
                g_relayStatus[j] = 0;
                if (OnOff[j] != NULL)
                {
                    vlfGuiSetText(OnOff[j], "OFF");
                }
                break;
            }
        }
    }
}
th_recv = -1;

return sceKernelExitDeleteThread(0);
}

```

## 6. Модуль голосового керування розетками через Tazti

```

#include <dos.h>
#include <stdio.h>
#include <conio.h>

/* Serial Ports Address, using COM2 */

#define PORT2 0x2F8

void main(void)
{
    char command;
    /* Turn off interrupts on Port2 */

    outportb(PORT2 + 1 , 0);

    /* Setting DLAB ON */

    outportb(PORT2 + 3 , 0x80);

    /* Setting Baud rate to 9600 - Divisor Latch Low Byte */

```

```
outportb(PORT2 + 0 , 0x0C);
/* Set Baud rate - Divisor Latch High Byte */
outportb(PORT2 + 1 , 0x00);
/* 8 Bits, No Parity, 1 Stop Bit */
outportb(PORT2 + 3 , 0x03);
/* FIFO Control Register */
outportb(PORT2 + 2 , 0xC7);
/* Turn on DTR, RTS, and OUT2 */
outportb(PORT2 + 4 , 0x0B);
command = 27;
/* Sending the command to the Serial Port */
outportb(PORT2, command);
}
```

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Вересюк Костянтин Михайлович

Тема: Автоматизована система керування приватним будинком

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

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість листів креслень 12 Кількість сторінок записки 69

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: створено автоматизовано систему керування приватним будинком

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Робота повністю відповідає поставленому завданню

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У проведено огляд та аналіз підходів до автоматизації систем керування приватними будинками. Було розглянуто існуючі системи автоматизованого керування, встановлено системні вимоги до АСКПБ, яка буде проєктуватись, а також наведена специфікація та компоненти АСКПБ. У другому розділі була розроблена функціональна схема підключення елементів АСКПБ, підбрано відповідне обладнання та датчики. Крім того, наведено діаграму взаємодії компонентів АСКПБ між собою та процес передачі сигналу від клієнтських модулів до серверу. В третьому розділі наведений опис та принцип роботи основних елементів автоматизованої системи керування приватним будинком. До цих елементів входять серверний модуль, який розміщується на персональному комп'ютері на операційній системі Windows. На серверному модулі відбувається програмування режимів роботи окремих елементів АСКПБ.

4. Позитивні сторони роботи: висока практична цінність роботи.

5. Негативні сторони роботи: у роботі розглядається можливість автоматизованого керування лише системою повітряного опалення, а не будь-якого опалення, незалежно від теплоносія в системі

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Пояснювальна записка оформлена коректно, згідно діючих стандартів оформлення документації

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на належному науково-технічному рівні.

8. Інші зауваження: відсутні

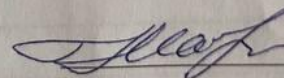
9. Оцінка дипломної роботи: задов. (3,25/10)

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

Машовець Наталія Сергіївна, доцент кафедри архітектури та містобудування

Хмельницького національного університету

"13" 06 2024 р.

 (підпис)

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

Вересюк К.М.

ІІІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 4 курсу, групи АКІТ-20-1

### ЗАЯВА

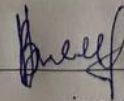
З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності,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

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

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

01.06.2024

дата



підпис

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

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

Назва: Автоматизована система керування приватним будинком

Автор: Костянтин ВЕРЕСЮК

Спеціальність: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегрованих технологій

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

Науковий керівник: к.т.н., доц. Денис МАКАРИШКІН

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

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

Підтвердження:

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

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

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

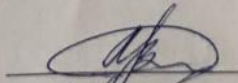

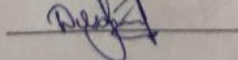
3) виявлені модифікації тексту не впливають на відсоток схожості.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів ідентичності/схожості, складає 1,29% і адресується до 36 джерел, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру теми і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Завідувач кафедри

Гарант освітньої програми

Керівник кваліфікаційної роботи

Валерій МАРТИНЮК

Юрій ФОРКУН

Денис МАКАРИШКІН

## Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 3.0%

Словнички перевірки: eu\_US, ru\_RU, ua\_UA. Помилки в документах: 13%

ID: 130173 Назва: БКР Автоматизована система керування приватним будинком Додано в БД: 2024-06-13 Автора: Костянтин ВЕРЕСЮК Керівники: Денис МАКАРІШКІН Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даніх	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	42645	645	1570 (4%)	25 (4%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

Ім'я користувача:  
Кафедра АКІТІТК

ID перевірки:  
1016357838

Дата перевірки:  
14.06.2024 01:19:22 EEST

Тип перевірки:  
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:  
14.06.2024 12:13:06 EEST

ID користувача:  
100005862

Назва документа: Вересюк антиплагіат

Кількість сторінок: 69 Кількість слів: 7565 Кількість символів: 60119 Розмір файлу: 3.20 MB ID файлу: 1016162146

1107 слів позначені як "вилучені" та не враховуються у підрахунку слів

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

## 1.29% Схожість

Найбільша схожість: 0.37% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1016162145)

0.84% Джерела з Інтернету	32	.....	Сторінка 71
0.6% Джерела з Бібліотеки	4	.....	Сторінка 71

## 0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

## 0.05% Вилучень

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

Немає вилучених Інтернет-джерел

0.05% Вилученого тексту з Бібліотеки	10	.....	Сторінка 71
--------------------------------------	----	-------	-------------

## Модифікації

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

Замінені символи 3

Підозріле форматування 20 сторінок