

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: *Комп'ютеризована система для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі*

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи СІс-41  
спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Залецький І.Є.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Лецишин Ю.З.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Луцик Н.С.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Осухівська Г.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Осухівська Г.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня \_\_\_\_\_

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

студенту \_\_\_\_\_

Залецькому Ігору Євгеновичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи \_\_\_\_\_

Комп'ютеризована система для адаптивного управління  
освітленням у навчальному корпусі

Керівник роботи \_\_\_\_\_

Лецишин Юрій Зіновійович, к.т.н., доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 28 » 02 2023 року № 4/7-237

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20.06.2023

3. Вихідні дані до роботи Технічне завдання

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ

1. Аналіз технічного завдання

2. Проектна частина

3. Практична частина

4. Безпека життєдіяльності, основи охорона праці

Висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Функціональна схема

2. Структурна схема

3. Схема електрична принципова

4. Блок-схема алгоритму програми

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Безпека життєдіяльності</i>	<i>Пилипець М.І., д.т.н., професор</i>		
<i>основи охорона праці</i>	<i>кафедри МТ</i>		

7. Дата видачі завдання 28.02.2023р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Розробка та затвердження технічного завдання</i>	<i>28.02 – 31.03</i>	<i>Виконано</i>
2	<i>Аналіз технічного завдання та обґрунтування можливих рішень</i>	<i>01.04 – 10.04</i>	<i>Виконано</i>
3	<i>Розробка структурної та функціональної схеми</i>	<i>11.04 – 15.04</i>	<i>Виконано</i>
4	<i>Вибір елементної бази</i>	<i>16.04 – 30.04</i>	<i>Виконано</i>
5	<i>Розробка програмного забезпечення для проектованої системи</i>	<i>16.04 – 30.04</i>	<i>Виконано</i>
6	<i>Опрацювання питань розділу «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці»</i>	<i>01.05 – 15.05</i>	<i>Виконано</i>
7	<i>Оформлення пояснювальної записки кваліфікаційної роботи</i>	<i>16.05 – 20.05</i>	<i>Виконано</i>
8	<i>Оформлення графічної частини</i>	<i>21.05 – 03.06</i>	<i>Виконано</i>
9	<i>Попередній захист кваліфікаційної роботи бакалавра</i>	<i>04.06 – 13.06</i>	<i>Виконано</i>
10	<i>Захист кваліфікаційної роботи бакалавра</i>	<i>20.06 – 24.06</i>	<i>Виконано</i>

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

*Залецький І. Є.*

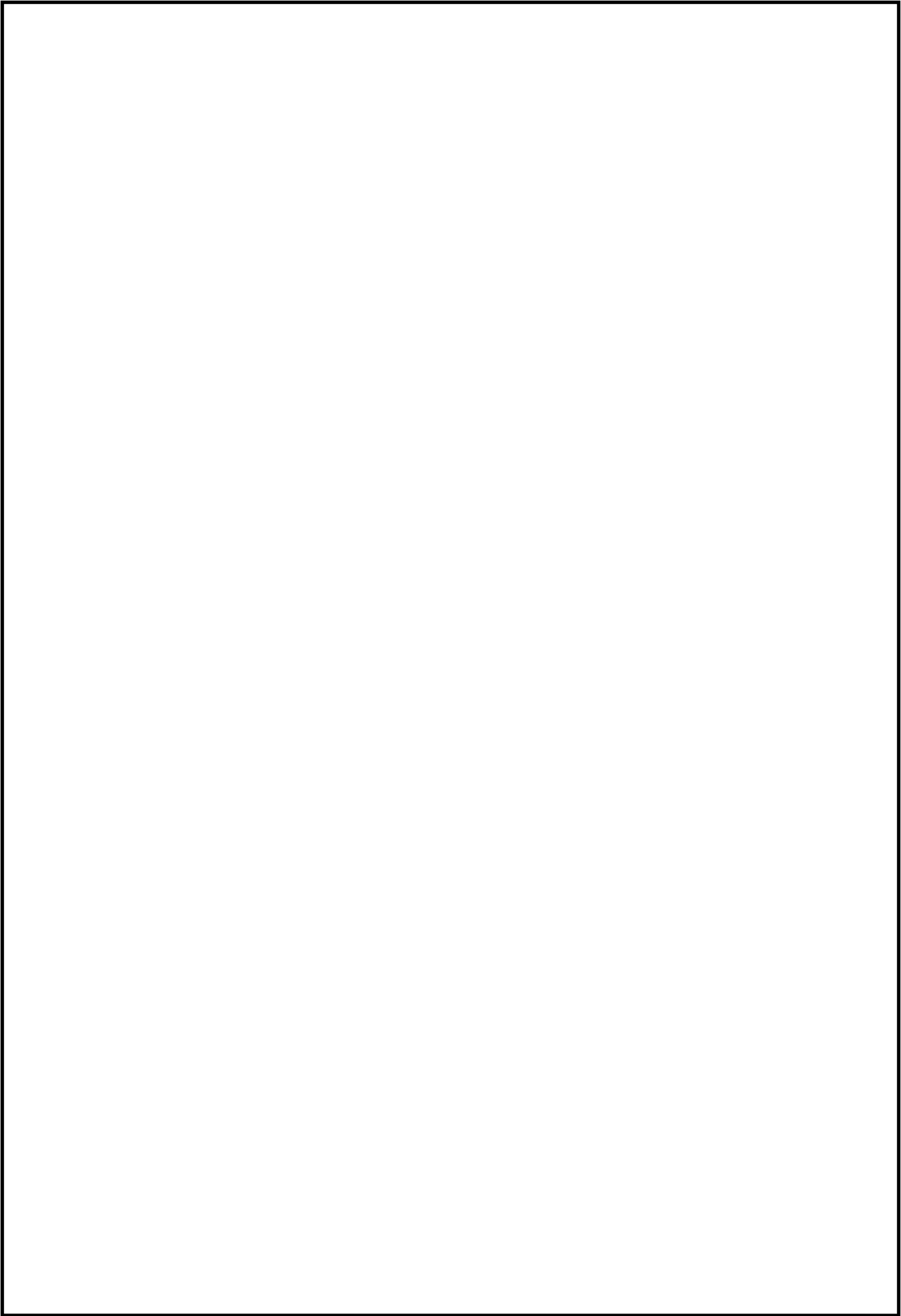
\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

*Лецишин Ю.З.*

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)



					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

## АНОТАЦІЯ

Комп'ютеризована система для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі // Кваліфікаційна робота бакалавра // Залецький Ігор Євгенович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних систем та мереж, група СІс-41 // Тернопіль, 2023 // с. – 58, рис. – 32, табл. – 1, кресл. – 4, додат. – 15, бібліогр. – 17.

Ключові слова: адаптивного управління, освітлення, Arduino, I<sup>2</sup>C, UART.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з чотирьох розділів.

У першому розділі виконано аналіз технічного завдання, та укладено вимоги до комп'ютеризованої системи для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі.

В другому розділі описується процес проектування та реалізації комп'ютеризованої системи для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі. Проводиться розробка апаратного забезпечення для функціонування системи. Описуються бібліотеки та їх функціональні можливості.

В третьому розділі виконано програмну реалізацію та тестування комп'ютеризованої системи для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі в реальних умовах експлуатації.

Четвертий розділ описує питання безпеки життєдіяльності та основи охорони праці.

## ABSTRACT

Computerized system for adaptive control of lighting in the educational building  
// Bachelor's qualification work // Ihor Yevhenovich Zaletskii // Ivan Pulyuy Ternopil  
National Technical University, Faculty of Computer Information Systems and  
Software Engineering, Department of Computer Systems and Networks, group SIs-41  
// Ternopil, 2023 // p. - 58, Fig. - 32, tab. - 1, chair. - 4, add. – 15, bibliography - 17.

Keywords: adaptive control, lighting, Arduino, I2C, UART.

The bachelor's qualification work consists of four sections.

In the first section, the analysis of the technical task was carried out, and the requirements for the computerized system for adaptive control of lighting in the educational building were concluded.

The second chapter describes the process of designing and implementing a computerized system for adaptive lighting control in the educational building. The development of hardware for the functioning of the system is underway. Libraries and their functionality are described.

In the third section, the software implementation and testing of the computerized system for adaptive control of lighting in the educational building in real operating conditions is performed.

The fourth chapter describes the issues of life safety and the basics of labor protection.

## ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ.....	8
ВСТУП.....	9
Розділ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ.....	10
1.1 Основні вимоги до комп'ютеризованої системи для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі.....	10
1.2 Основні технічні вимоги до комп'ютеризованої системи.....	12
1.3 Аналіз можливих рішень поставленого завдання.....	13
1.3.1 Огляд аналогів системи керування освітленням.....	13
1.3.2 Переваги та недоліки існуючих систем управління освітленням.....	15
Розділ 2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА.....	17
2.1 Розробка структури комп'ютеризованої системи для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі.....	17
2.2 Обґрунтування вибору апаратного забезпечення проектованої системи.....	20
2.2.1 Вибір мікроконтролера Arduino Uno.....	20
2.2.2 Вибір трансформатора струму та давача струму і напруги.....	22
2.2.3 Вибір давача освітленості.....	24
2.2.4 Вибір давача руху.....	26
2.2.5 Вибір радіомодема Wi-Fi.....	27
2.2.6 Вибір реле.....	29
2.2.7 Вибір джерела живлення.....	30
2.3 Опис шин обміну даними I2C.....	31
2.4 Опис шин обміну даними UART.....	33
2.5 Опис алгоритму роботи комп'ютеризованої системи для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі.....	35

					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Комп'ютеризована система для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі			Літ.	Арк.	Аркуші		
Розроб.		Залецький І. Є.								6	58	
Перевір.		Лецишин Ю.З.										
Н. Контр.		Лушук Н.С.						ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-41				
Затверд.		Осухівська Г.М.										

Розділ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.....	39
3.1 Підключення і налаштування комп'ютеризованої системи для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі.....	39
3.1.1 Підключення датчика освітленості TSL2591.....	39
3.1.2 Підключення датчика струму і напруги INA219.....	41
3.1.3 Підключення радіомодема Wi-Fi ESP8266 ESP-01S.....	43
3.1.4 Підключення датчика руху HC-SR501.....	46
3.1.5 Підключення кнопок.....	47
3.1.6 Підключення реле Songle SRD-05VDC-SL-C.....	49
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	51
4.1 Долікарська допомога при кровотечах.....	51
4.2 Вплив електромагнітних полів (ЕМП) на людину та заходи щодо зменшення їх впливу на обслуговуючий персонал.....	53
ВИСНОВКИ.....	57
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	58
ДОДАТОК А. Технічне завдання.....	60
ДОДАТОК Б. Переліки елементів.....	66
ДОДАТОК В. Код програми.....	70

					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7



## СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

I2C — Inter-Integrated Circuit

UART — universal asynchronous receiver-transmitter

					КС КРБ 123.173.00.00 ПЗ	Арк.
						8
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## ВСТУП

Призначення комп'ютеризованої системи для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі полягає в оптимізації освітлення в приміщеннях з метою покращення комфорту та ефективності навчального процесу. Основні завдання такої системи включають:

Система забезпечує автоматичне регулювання рівня освітлення відповідно до змінних умов. Наприклад, вона може знижувати освітлення в приміщеннях з високим природним освітленням або забезпечувати достатній рівень освітлення в приміщеннях з обмеженим природним освітленням.

Система дозволяє ефективно використання електроенергії шляхом автоматичного вимикання або зниження освітлення в не використовуваних приміщеннях або в періоди, коли немає активності.

Система може надавати можливість користувачам налаштовувати рівень освітлення відповідно до їхніх особистих вподобань або потреб. Наприклад, викладачі можуть мати можливість налаштувати яскравість світла для викладацьких приміщень, а студенти - для навчальних аудиторій.

Система може бути інтегрована з іншими комп'ютеризованими системами в навчальному корпусі, такими як системи керування будівлею, системи безпеки або системи автоматизації. Це дозволяє встановлювати взаємозв'язок і спільну роботу між різними системами для забезпечення максимальної ефективності та зручності.

Система може здійснювати моніторинг параметрів освітлення, збирати дані та здійснювати аналіз для виявлення паттернів, удосконалення налаштувань та планування технічного обслуговування.

Застосування комп'ютеризованої системи для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі дозволяє забезпечити оптимальні умови освітлення для навчального процесу, зменшити споживання енергії та підвищити зручність користувачів приміщеннями.

					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

## РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

### 1.1 Основні вимоги до комп'ютеризованої системи для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі

Основні вимоги до комп'ютеризованої системи для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі можуть включати наступні пункти.

Для комп'ютеризованої системи адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі можуть бути різні вимоги в залежності від конкретних потреб і специфікацій закладу.



Рисунок 1.1 – Загальний приклад комп'ютеризованої системи для адаптивного управління освітленням

Система повинна мати вбудовані датчики освітленості, які здатні вимірювати рівень освітлення в кожному приміщенні навчального корпусу.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ			
Розроб.		Залецький І.Є			Комп'ютеризована система для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Лецишин Ю.З.					10	66
Н. Контр.		Лушук Н.С.				ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-41		
Затверд.		Осухівська Г.М.						

Ці датчики можуть бути розташовані по всьому корпусу, щоб забезпечити точне вимірювання.

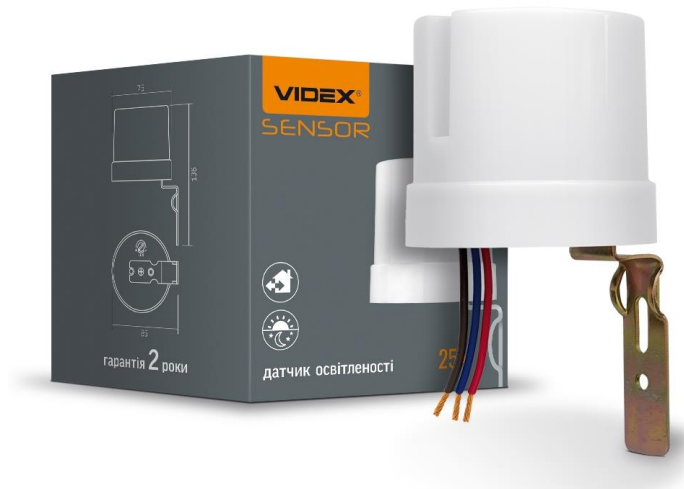


Рисунок 1.2 – Приклад датчика освітленості

Система повинна мати можливість автоматичного керування освітленням відповідно до отриманих даних від датчиків освітленості. Вона повинна здатися на зміну освітлення в реальному часі, враховуючи різні фактори, такі як природне освітлення, час дня, присутність людей тощо.

Система повинна бути здатна адаптуватися до змінних потреб користувачів та враховувати їхні вподобання. Наприклад, вона повинна змінювати рівень освітлення залежно від типу діяльності, яка відбувається в приміщенні, або враховувати особливості людей з різними вимогами до освітлення.

Система повинна бути спроектована з орієнтацією на енергоефективність. Вона повинна використовувати енергію ефективно, регулюючи освітлення відповідно до потреб і забезпечуючи економію електроенергії.

Система може бути інтегрована з іншими комп'ютеризованими системами, такими як система керування будівлею або система безпеки. Це може дозволити забезпечити синхронізовану роботу різних систем і покращити ефективність управління освітленням.

					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Система повинна мати інтерфейс для налаштування параметрів освітлення, а також можливість програмування розкладу освітлення відповідно до різних сценаріїв або потреб.

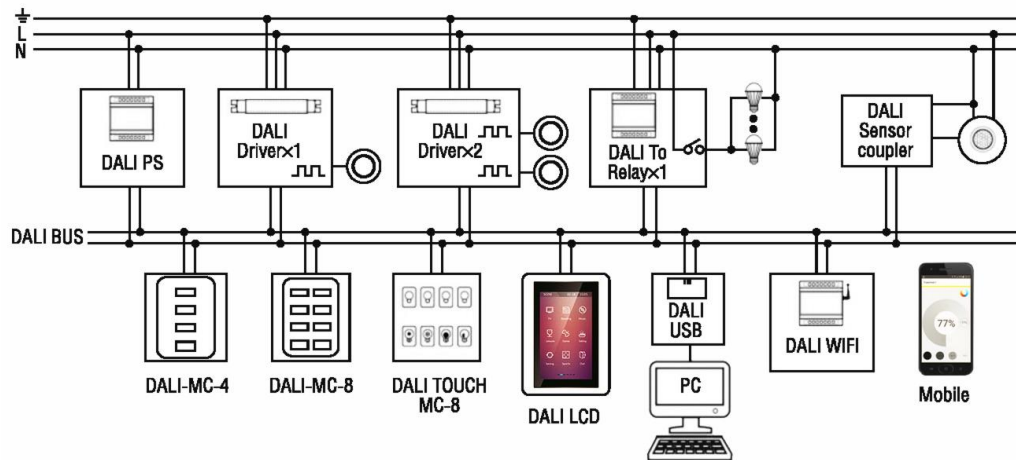


Рисунок 1.3 – Приклад типової структурної схеми управління на базі DALIPro

Ці вимоги можуть бути додатково розширені або змінені в залежності від конкретних потреб і бюджету навчального закладу.

## 1.2 Основні технічні вимоги до комп'ютеризованої системи

Основні технічні характеристики комп'ютеризованої системи для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі можуть включати наступні елементи:

**Датчики освітленості:** Система повинна мати вбудовані датчики освітленості, які здатні вимірювати рівень освітлення в кожному приміщенні. Датчики повинні бути точними і здатними виявляти навіть незначні зміни в рівні освітлення.

**Керуюче обладнання:** Система повинна мати керуюче обладнання, таке як реле або диммери, які можуть контролювати рівень освітлення в приміщеннях. Це дозволяє регулювати яскравість світла або вимикати/увімкнути освітлення за допомогою комп'ютерної системи.

					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Комп'ютерна система: Система повинна мати комп'ютерну систему, що забезпечує обробку даних від датчиків та прийняття рішень щодо керування освітленням. Комп'ютерна система може бути базовою станцією або сервером, що забезпечує обробку і аналіз даних.

Комунікаційна інфраструктура: Система повинна мати комунікаційну інфраструктуру для зв'язку між датчиками освітленості, керуючим обладнанням і комп'ютерною системою. Це можуть бути бездротові або проводові мережі зв'язку, такі як Wi-Fi, Ethernet або RS-485.

Програмне забезпечення: Система повинна мати відповідне програмне забезпечення, яке забезпечує збір і аналіз даних від датчиків, реалізацію алгоритмів управління освітленням та інтерфейс для користувачів.

Інтеграція з іншими системами: Система може бути здатна інтегруватися з іншими комп'ютеризованими системами, такими як система керування будівлею або система безпеки, для забезпечення взаємодії та спільної роботи між різними системами.

Ці технічні характеристики можуть варіюватися залежно від конкретних вимог і рішень, що використовуються в навчальному корпусі. Рекомендується проконсультуватися з фахівцями в галузі освітлення та автоматизації, щоб визначити найкращі технічні характеристики для конкретної системи управління освітленням.

### 1.3 Аналіз можливих рішень поставленого завдання

#### 1.3.1 Огляд аналогів системи керування освітленням

На сьогоднішній день існує кілька аналогів комп'ютеризованих систем для адаптивного управління освітленням у навчальних корпусах.

Системи управління освітленням Philips Dynalite. Компанія Philips пропонує рішення для автоматизації освітлення, включаючи систему Dynalite. Вона дозволяє програмувати розклад освітлення, налаштовувати яскравість та

					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

кольорову температуру світла, а також інтегруватися з іншими системами керування будівлею.



Рисунок 1.4 – Системи управління освітленням Philips Dynalite

Системи управління освітленням Lutron. Lutron є відомим постачальником систем управління освітленням, які забезпечують адаптивне керування освітленням. Вони пропонують різні продукти, такі як Lutron Homeworks QS або Lutron Quantum, які можуть бути використані для навчальних корпусів.

Системи управління освітленням Schneider Electric. Schneider Electric пропонує рішення для автоматизації освітлення в будівлях, включаючи навчальні корпуси. Їх система SmartStruxure забезпечує адаптивне управління освітленням, враховуючи різні фактори, такі як присутність людей, природне освітлення та енергоефективність.

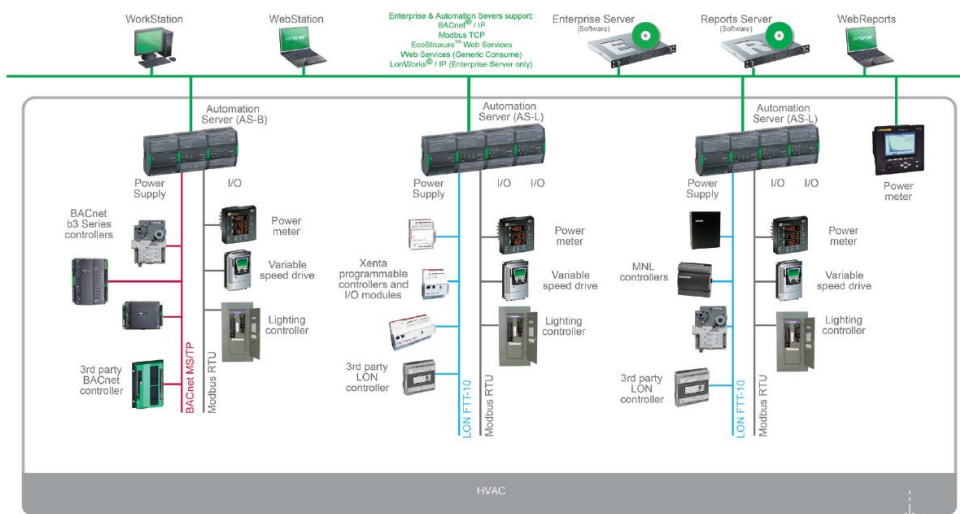


Рисунок 1.5 – Системи управління освітленням Schneider Electric

Системи управління освітленням Crestron. Crestron є виробником комп'ютеризованих систем управління будівлями, включаючи системи управління освітленням. Їх продукти, такі як Crestron Pyng або Crestron Fusion, можуть бути використані для адаптивного управління освітленням у навчальних корпусах.

Це лише кілька прикладів компаній та їх продуктів, які пропонують комп'ютеризовані системи для адаптивного управління освітленням. Вибір конкретного аналогу буде залежати від ваших потреб, бюджету та вимог до системи управління освітленням в навчальному корпусі. Рекомендується провести детальне дослідження ринку та консультиватися з фахівцями для вибору найбільш підходящого рішення.

### 1.3.2 Переваги та недоліки існуючих систем управління освітленням

Існують переваги та недоліки комп'ютеризованих систем для адаптивного управління освітленням у навчальних корпусах.

#### Переваги:

Комп'ютеризовані системи дозволяють оптимізувати використання світла, що призводить до значних енергозбережень. Системи можуть автоматично регулювати яскравість світла відповідно до рівня природного освітлення та присутності людей, що допомагає уникнути зайвого споживання електроенергії.

Адаптивне управління освітленням дозволяє створити комфортні умови для користувачів. Системи можуть регулювати яскравість, колір та розподіл світла в приміщеннях, що сприяє покращенню настрою, концентрації та загального комфорту під час навчання.

Комп'ютеризовані системи можуть автоматично керувати освітленням згідно з певними розкладами, вимогами або налаштуваннями. Вони можуть працювати в режимі автоматичного керування або бути легко налаштовуваними за допомогою програмного забезпечення. Це надає гнучкість і зручність управління освітленням.

					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15



Комп'ютеризовані системи можуть збирати дані про використання освітлення, рівень освітленості та енергоспоживання. Це дозволяє проводити моніторинг та аналіз ефективності системи, виявляти потенційні проблеми та вдосконалювати налаштування.

Недоліки:

Комп'ютеризовані системи для адаптивного управління освітленням можуть бути високою вартістю, особливо при врахуванні встановлення обладнання, програмного забезпечення та інтеграції з іншими системами. Витрати на покупку та установку системи можуть бути значними.

Впровадження комп'ютеризованої системи може бути складним процесом, особливо якщо потрібно інтегрувати її з існуючою інфраструктурою. Це може потребувати професійної підготовки та експертизи для правильної установки та налагодження системи.

Комп'ютеризовані системи підлягають залежності від працездатності комп'ютерної системи, програмного забезпечення та комунікаційної інфраструктури. В разі відмови або проблем з цими елементами можуть виникнути перебої у роботі системи управління освітленням.

Комплексні системи вимагають регулярної технічної підтримки та обслуговування. Це може включати оновлення програмного забезпечення, налаштування системи та виправлення можливих помилок.

Ці переваги та недоліки повинні бути враховані при виборі комп'ютеризованої системи для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі. Важливо ретельно оцінити потреби, бюджет та можливості перед впровадженням такої системи.

					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

### 2.1 Розробка структури комп'ютеризованої системи для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі

Комп'ютеризована система для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі має відповідати таким основним вимогам:

Вбудована система повинна мати наступні параметри:

- |                                                          |          |
|----------------------------------------------------------|----------|
| 1) Діапазон вимірюваного освітлення, Лк°                 | 0...100  |
| 2) Діапазон вимірюваного змінного струму, А°             | 0...5    |
| 3) Діапазон вимірюваної напруги, В°                      | 0...220В |
| 4) Кількість каналів вимірювання напруги і струму, шт.   | 2        |
| 5) Кількість каналів керування освітленням, шт.          | 2        |
| 6) Дальність визначення руху, м.                         | 7        |
| 7) Кут спрацьовування на дистанції до 7 м., °:           | 110      |
| 8) Протоколи обміну даними                               | Wi-Fi    |
| 9) Система повинна живитись напругою, В                  | +5±10%   |
| 10) Система повинна керувати напругою змінного струму, В | 220±10%  |

Комп'ютеризована система для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі повинна обмінюватись інформацією та керуватись від віддаленого сервера за допомогою безпроводового зв'язку Wi-Fi. Система повинна збирати інформацію про поточний стан системи і споживану потужність лампами, якщо споживана потужність падає, це означає що лампи необхідно скоро замінити.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ			
Розроб.		Залецький І.Є			Комп'ютеризована система для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Лецишин Ю.З.					17	66
Н. Контр.		Лушук Н.С.				ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-41		
Затверд.		Осухівська Г.М.						

Також віддалений сервер зберігає інформацію про нештатні ситуації спрацювання детектора руху, що актуально для охорони та має можливість змінювати налаштування системи.

За цими вимогами було розроблено структурну схему комп'ютеризованої системи для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі рис. 2.1.

Структурна схема для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі враховує вимоги технічного завдання та передбачає застосування відомих і доступних модулів і компонентів, які зазначені в ТЗ.

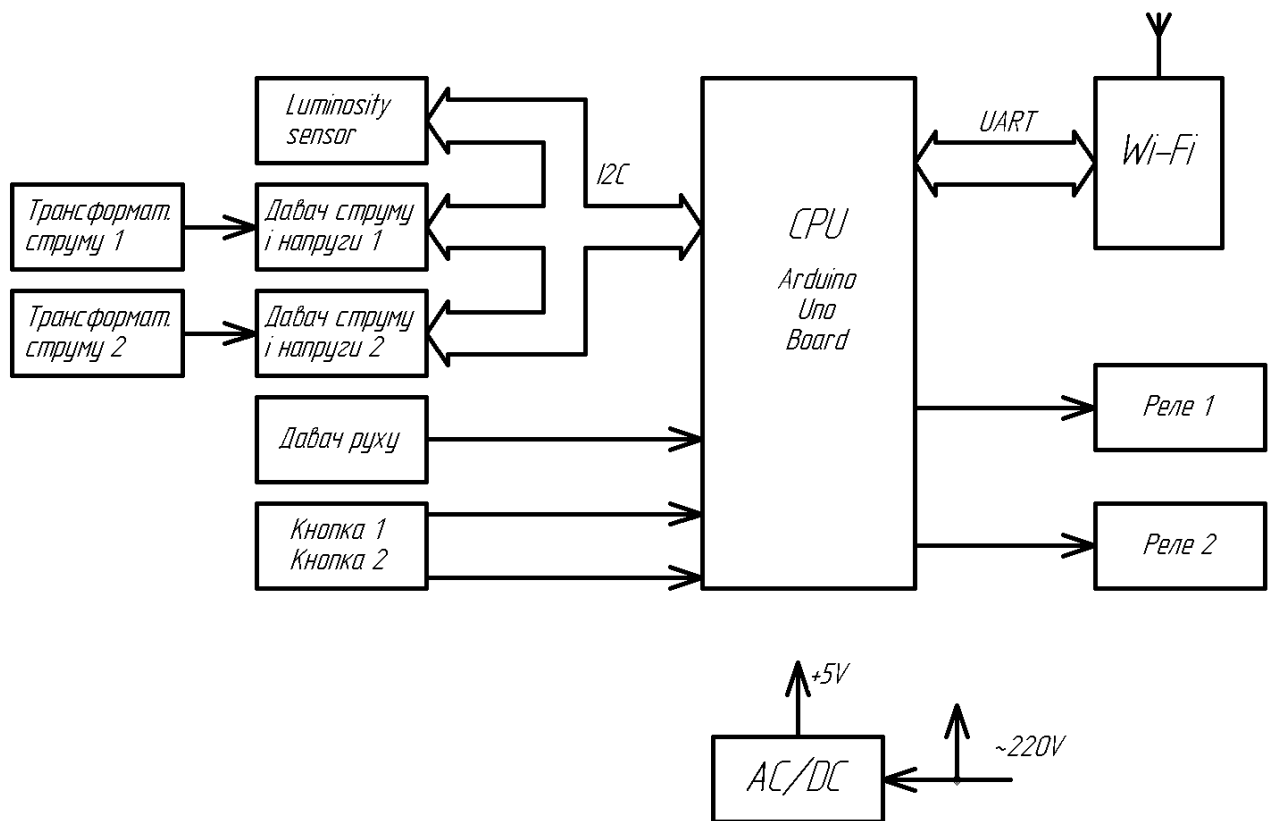


Рисунок 2.1 – Структурна схема комп'ютеризованої системи для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі

Комп'ютеризована система для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі складається з таких блоків:

- Плати мікроконтролера Arduino Uno,
- Двох трансформаторів струму,
- Двох датчиків струму і напруги,

Давача освітленості,  
Давача руху,  
Двох кнопок включення освітлення,  
Джерела живлення від мережі 220 В.,  
Радіомодема Wi-Fi,  
Двох реле включення освітлення.

Система працює наступним чином. Дві кнопки та детектор руху виконують функцію включення освітлення, а давач освітленості керує виконанням команди та контролює параметри освітлення автоматично при зменшенні освітлення ввечері. Дві кнопки необхідні для управління двома каналами або двома рядами ламп. Обмін даними між Давача освітленості

Трансформатор струму виконує функцію перетворення високої напруги та високого струму в низьку напругу та струм, щоб давач струму і напруги міг вимірювати поточні значення споживання лампами освітлення. Також трансформатор струму виконує роль гальванічної розвязки для високої напруги, що захищає систему від пошкоджень.

Плата Arduino Uno виконує роль керування процесами в системі та обміну інформацією з віддаленим сервером за допомогою радіомодема Wi-Fi. Обмін даними з радіо модемом проходить через протокол UART. З давачами освітленості та здавачами струму та напруги обмін даними відбувається через протокол I2C, решта пристроїв приєднані до цифрових портів плати Arduino Uno.

Реле 1 та 2 комутують лампи освітлення по своїх лініях.

Модуль живлення забезпечує напругу живлення для всіх модулів комп'ютерної системи.

					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

## 2.2 Обґрунтування вибору апаратного забезпечення проекрованої системи

### 2.2.1 Вибір мікроконтролера Arduino Uno

Обґрунтування вибору мікроконтролера Arduino Uno для комп'ютеризованої системи для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі може бути таким:

Arduino Uno є платформою з відкритим вихідним кодом, що означає, що ви маєте доступ до документації, схем, бібліотек та іншого ресурсного матеріалу.

Це сприяє більшій гнучкості та можливості вдосконалення системи за потреби.

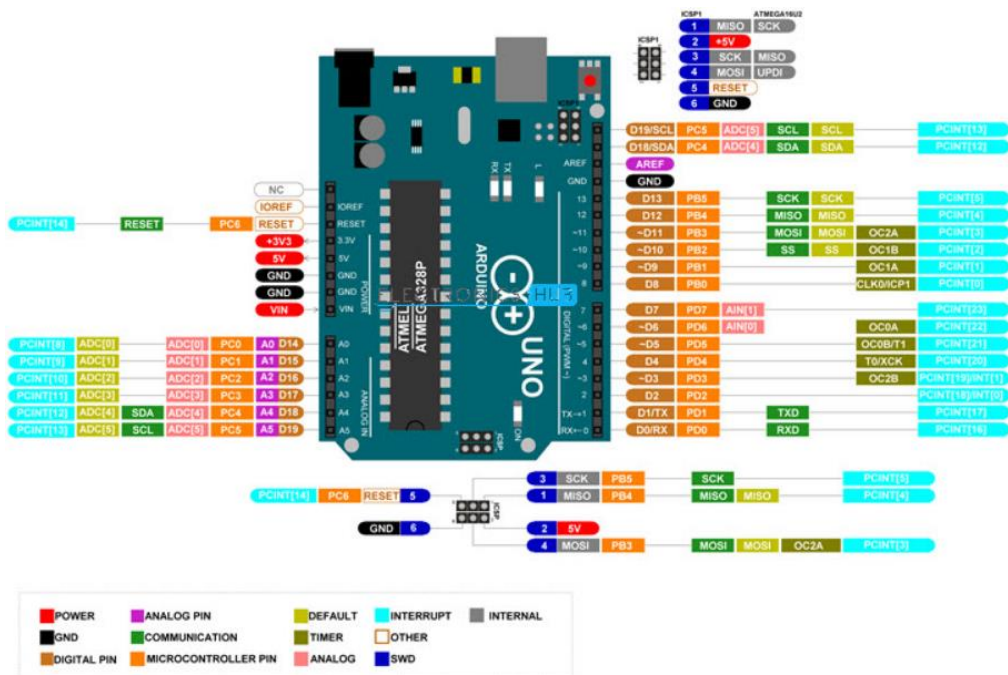


Рисунок 2.2 – Виводи мікроконтролера Arduino Uno

Arduino Uno має простий та зрозумілий інтерфейс, що робить його доступним для початківців та досвідчених користувачів. Він пропонує зручне середовище розробки, у якому можна програмувати та налагоджувати код для управління освітленням.

Arduino Uno є досить доступним мікроконтролером, що робить його привабливим з точки зору вартості. Він широко доступний на ринку та може бути придбаний за помірну ціну, що дозволяє знизити загальні витрати на розробку системи.

MCU	ATmega328P
Architecture	AVR
Operating Voltage	5V
Input Voltage	6V – 20V (limit) 7V – 12V (recommended)
Clock Speed	16 MHz
Flash Memory	32 KB (2 KB of this used by bootloader)
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Digital IO Pins	24 (of which 6 can produce PWM)
Analog Input Pins	6

Рисунок 2.3 –Зарактеристики мікроконтролера Arduino Uno

Arduino Uno має широкий спектр додаткових модулів та сенсорів, які можуть бути легко підключені для розширення функціональності системи. Крім того, він сумісний з багатьма іншими модулями та сенсорами, що робить його гнучким у виборі необхідного обладнання.

Arduino Uno має широку спільноту користувачів, що забезпечує доступ до підтримки, форумів, проектів та прикладів коду. Це дозволяє отримувати допомогу та інспірацію від інших користувачів, а також спрощує розвиток та удосконалення вашої системи.

Загалом, Arduino Uno є привабливим вибором для комп'ютеризованої системи для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі завдяки своїй доступності, легкості використання, широким можливостям розширення та підтримкою спільноти. Враховуючи ці фактори, він може задовольнити потреби проекту та бути ефективним рішенням.

## 2.2.2 Вибір трансформатора струму та давача струму і напруги

Обґрунтування вибору трансформатора струму та датчика струму і напруги для комп'ютеризованої системи для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі може бути таким.

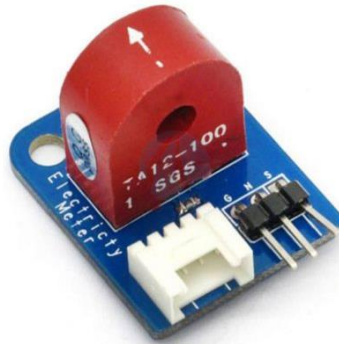


Рисунок 2.4 – Трансформатор струму і його характеристики:

- Коефіцієнт перетворення, трансформації: 1000: 1
- Діапазон вимірюваного струму: 0 - 5 А
- Діапазон вихідного струму: 0 - 5 мА
- Навантажувальний опір: 200 Ом
- Вихідна напруга вторинної обмотки: 0 - 1 В
- Діапазон вимірюваних частот 20 - 20000 Гц
- Робоча температура середовища: -55 – 85 С
- Діелектрична міцність трансформатора: - 6 - КАС / 1хв

Трансформатори струму та датчики струму і напруги забезпечують точне вимірювання струму та напруги в електричних колах. Це важливо для правильного контролю та управління освітленням, оскільки потужність освітлювальних пристроїв може бути пропорційною струму або напрузі.

					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

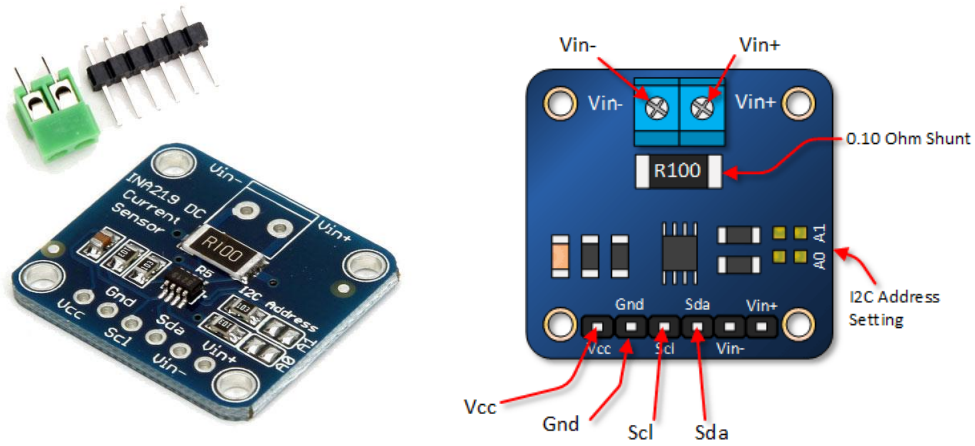


Рисунок 2.5 – Давач струму і напруги і його характеристики:

- Максимальний вхідний струм: 3,2А
- Точність вимірювання струмів колі: 0,8мА
- Роздільна здатність АЦП: 12-біт
- Інтерфейс обміну даними: I2C
- Максимальна вхідна напруга: + 26 В
- Калібрування за допомогою калібрувального регістру
- Вихідні дані: виміряний струм та потужність
- Внутрішня фільтрація: x128 відліків
- Напруга живлення: від +3В до +5В

Використання трансформатора струму дозволяє вимірювати струм безпосередньо без необхідності переривати електричну лінію. Це забезпечує високий рівень безпеки для операторів та обладнання. Датчики струму і напруги також можуть бути безконтактними, що дозволяє уникнути потенційних небезпек при роботі з електричними проводами.

Трансформатори струму та датчики струму і напруги можуть бути легко інтегровані з комп'ютеризованою системою управління освітленням. Вони можуть мати вихідні сигнали, які можуть бути зчитані мікроконтролером або іншими пристроями для обробки та аналізу даних.



Вибір трансформатора струму та датчика струму і напруги залежить від потужності та специфікацій системи освітлення. Існують різні розміри, типи та потужності трансформаторів струму та датчиків, що дозволяє підібрати оптимальні компоненти для конкретного проекту. Це дає можливість масштабувати систему управління освітленням у разі змін потреб або розширення приміщень.

Використання трансформатора струму та датчика струму і напруги дозволяє ефективно вимірювати струм і напругу, забезпечуючи ефективне управління освітленням. Це може допомогти знизити споживання електроенергії та витрати на електроенергію.

Загалом, вибір трансформатора струму та датчика струму і напруги залежить від потреб системи управління освітленням. Важливо врахувати точність вимірювання, безпеку, сумісність з системою управління, гнучкість та ефективність енергоспоживання при виборі цих компонентів.

### 2.2.3 Вибір датчика освітленості

При виборі датчика освітленості для системи управління освітленням у навчальному корпусі, ось деякі фактори, які варто врахувати:

Важливо вибрати датчик освітленості, який забезпечує достатню точність вимірювання освітленості в приміщенні. Діапазон вимірювання також має бути широким, щоб враховувати різні умови освітлення в приміщенні.



Рисунок 2.6 – Датчик TSL2591

					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Benefits	Features
Approximates Human Eye Response	Dual Diode
Flexible Operation	Programmable Analog Gain and Integration Time
Suited for Operation Behind Dark Glass	600M:1 Dynamic Range
Low Operating Overhead	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Two Internal Interrupt Sources</li> <li>• Programmable Upper and Lower Thresholds</li> <li>• One Interrupt Includes Programmable Persistence Filter</li> </ul>
Low Power 3.0 $\mu$ A Sleep State	User Selectable Sleep Mode
I <sup>2</sup> C Fast Mode Compatible Interface	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data Rates up to 400 kbit/s</li> <li>• Input Voltage Levels Compatible with 3.0V Bus</li> </ul>

Рисунок 2.7 – Характеристики датчика освітленості

Існують різні типи датчиків освітленості, такі як фотодіоди, фототранзистори, фотопрезистори, фотоелементи та інші. Кожен тип має свої особливості щодо вимірювання освітленості. Вибір залежить від потреб системи та вимог до точності та швидкості вимірювання.

Деякі датчики освітленості можуть бути чутливими до певних діапазонів спектру світла. Врахуйте, що вимірювання освітленості повинно бути здійснене відповідно до спектру світла, яке присутнє у навчальному корпусі.

Деякі датчики освітленості можуть мати вплив на комфорт та здоров'я людей. Важливо вибрати датчик, який не створює додаткового навантаження на очі або не викликає дискомфорт у приміщенні.

Необхідно врахувати зовнішні умови, такі як вологість, температура, протиударна стійкість тощо. Датчик освітленості має бути придатним для роботи в таких умовах і мати відповідні захисні властивості.

Необхідно вибрати датчик освітленості який має сумісний інтерфейс для підключення до системи управління освітленням, будь то аналоговий або цифровий.

Важливим є ціновий діапазон датчиків освітленості та їх доступність на ринку. Обирайте датчик, який задовольняє ваші вимоги і вписується в бюджет проекту.

Враховуючи ці фактори, вибрано датчик освітленості, який найкраще відповідає потребам системи управління освітленням у навчальному корпусі.

#### 2.2.4 Вибір давача руху

При виборі датчика руху для системи управління освітленням у навчальному корпусі, ось деякі фактори, які варто врахувати.

Існують різні типи датчиків руху, такі як інфрачервоні (PIR), ультразвукові, мікрохвильові та комбіновані датчики. Кожен тип має свої переваги та обмеження. Вибір залежить від потреб системи, розміщення та середовища, в якому вони будуть використовуватися.

Важливо, щоб зона виявлення датчика включала всі рухомі області, які необхідно враховувати при управлінні освітленням. Розташовувати датчики руху необхідно таким чином, щоб забезпечити покриття всіх необхідних зон.

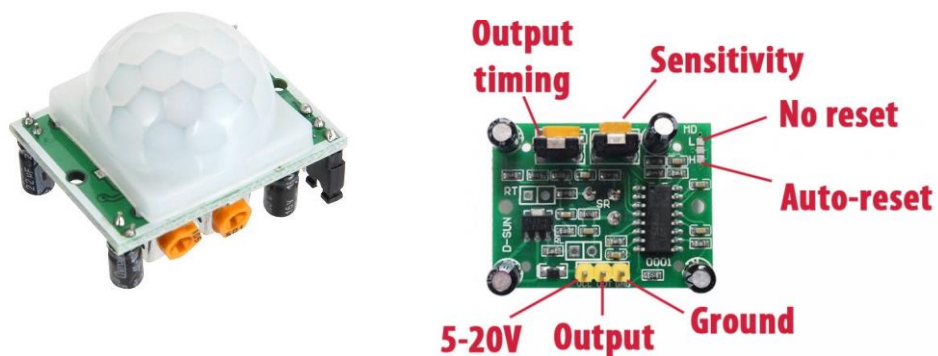


Рисунок 2.8 – Давач руху HC-SR501 та його характеристики:

- дальність виявлення руху: 0 - 7 м
- вихідна напруга для контролера: 0 - +3.3 В
- кут виявлення руху: 110 ° на дистанції до 7 м
- час затримки регулюється в межах: 0.3 - 300 секунд
- напруга живлення давача: +4.5 - +12 В

Деякі датчики руху мають можливість налаштування чутливості та параметрів реагування на рух. Тому необхідно вибрати датчик, який можна

					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

оптимально налаштувати для задач системи, щоб уникнути непотрібного спрацювання або пропуску виявлення руху.

Важливим фактором є швидкість реакції датчика руху. Важливо, щоб датчик реагував на рух достатньо швидко, щоб забезпечити миттєве включення освітлення при виявленні руху.

Вибраний датчик руху має сумісний інтерфейс та може бути легко інтегрований з системою управління освітленням. Він має можливості підключення та комунікації з іншими компонентами системи.

Деякі датчики руху можуть мати вплив на комфорт та здоров'я людей, наприклад, спрацювати ненавмисне або створювати дискомфорт світловими спалахами. Тому необхідно вибрати датчик, який не спричиняє непотрібного навантаження на користувачів та забезпечує безпечну та комфортну роботу.

Важливо вибрати датчик руху, який має високу надійність та довговічність, оскільки він буде використовуватися у протязі тривалого часу без перебоїв.

Важливим фактором є ціновий діапазон датчиків руху та їх доступність на ринку. Обирайте датчик, який задовольняє ваші вимоги і вписується в бюджет проекту.

Враховуючи ці фактори, вибрано датчик руху, який найкраще відповідає потребам системи управління освітленням у навчальному корпусі.

### 2.2.5 Вибір радіомодема Wi-Fi

При виборі радіомодема Wi-Fi для системи управління освітленням у навчальному корпусі, ось деякі фактори, які варто врахувати.

Для нормальної роботи радіомодем Wi-Fi повинен мати достатню швидкість передачі даних та пропускну здатність для потреб системи управління освітленням. Та забезпечувати кількість підключених пристроїв і обсяг даних, які потрібно передавати.

					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

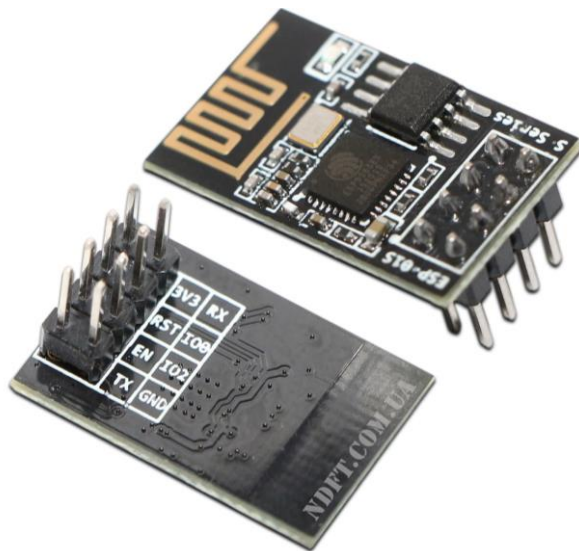


Рисунок 2.9 – Радіомодем ESP8266 ESP-01S

Важливою характеристикою є дальність покриття радіомодема Wi-Fi. Важливо, щоб сигнал був достатньо сильним для покриття всіх необхідних зон навчального корпусу. Тому необхідно врахувати структуру будівлі та наявність перешкод, які можуть впливати на дальність сигналу.

Також радіомодем Wi-Fi має бути сумісний з системою управління освітленням та іншими пристроями, які будуть підключені до мережі Wi-Fi. І які стандарти Wi-Fi підтримує модем та чи він може працювати з іншими пристроями, які планується використовувати.

Важливим є рівень безпеки, який надає радіомодем Wi-Fi. Важливо, щоб мережа була захищена від несанкціонованого доступу та зловживань. Яку підтримку протоколів шифрування та інших механізмів безпеки радіомодем Wi-Fi забезпечує.

Необхідно вибрати радіомодем Wi-Fi, який має хорошу надійність та стабільність з'єднання. Необхідно врахувати якість прийому сигналу, стійкість до перешкод та можливість автоматичного відновлення після втрати зв'язку.

Враховуючи ці фактори, вибрано радіомодем Wi-Fi, який найкраще відповідає потребам системи управління освітленням у навчальному корпусі.

					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

## 2.2.6 Вибір реле

Реле Songle SRD-05VDC-SL-C є популярним вибором для систем управління освітленням з кількох причин:

Songle є відомим і надійним виробником електроніки. Реле SRD-05VDC-SL-C відповідає високим стандартам якості і забезпечує стабільну та надійну роботу. Це важливо, оскільки реле відповідає за керування живленням освітлення і його надійна робота є критично важливою для ефективної системи управління освітленням.

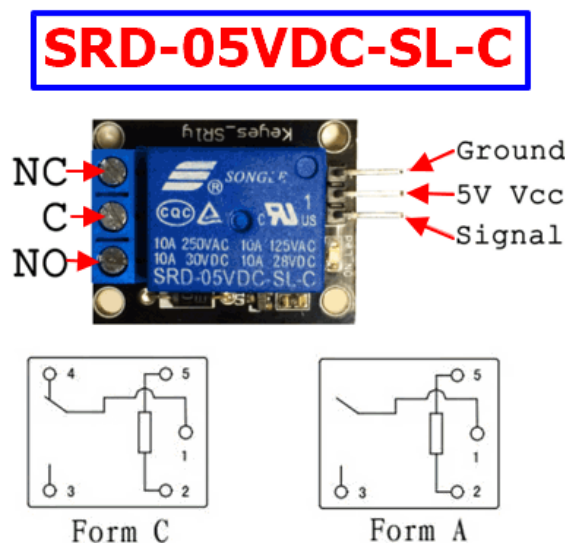


Рисунок 2.10 – Реле Songle SRD-05VDC-SL-C

Реле SRD-05VDC-SL-C має стандартні електричні параметри і легко інтегрується з іншими компонентами системи управління освітленням. Воно може працювати з різними типами вимикачів, сенсорів та контролерів, що робить його універсальним вибором для різних систем.

Реле SRD-05VDC-SL-C має просту конструкцію і легко підключається до системи управління освітленням. Воно працює при напрузі 5 В, що дозволяє легко інтегрувати його в системи з низьким рівнем напруги. Крім того, воно має зручні клемні з'єднання для підключення дротів, що спрощує процес монтажу.

Реле SRD-05VDC-SL-C є вигідним вибором з точки зору вартості. Воно доступне по ціні і відповідає своїм технічним характеристикам. Це особливо

важливо при масштабуванні системи управління освітленням, де економія коштів може бути суттєвою.

Реле SRD-05VDC-SL-C широко доступне на ринку. Ви зможете знайти його в багатьох електронних магазинах та постачальниках компонентів. Це забезпечує зручність в придбанні та можливість швидкого отримання компонента.

Загалом, реле Songle SRD-05VDC-SL-C є розумним вибором для систем управління освітленням у навчальному корпусі, завдяки своїй надійності, сумісності, легкості використання, доступності та вигідній вартості.

### 2.2.7 Вибір джерела живлення

Джерело живлення HLK-2M05 є часто вибирається для систем управління освітленням з наступних причин.

HLK-2M05 є виробником, відомим своєю якістю та надійністю електронних компонентів. Це важливо для джерела живлення, оскільки воно забезпечує стабільну постійну напругу для системи управління освітленням. Надійна робота джерела живлення є критично важливою для забезпечення безперебійного живлення системи.



Рисунок 2.11 – Джерело живлення HLK-2M05

HLK-2M05 відомий своєю високою ефективністю. Це означає, що він споживає мінімальну кількість електроенергії при перетворенні вхідного струму на вихідну постійну напругу. Висока ефективність дозволяє економити

					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

електроенергію і знижувати витрати на операцію системи управління освітленням.

HLK-2M05 має компактний розмір, що сприяє легкому розміщенню і монтажу в системі управління освітленням. Компактне джерело живлення займає мало місця і легко вписується у простір, що особливо важливо у випадку, коли обмежений простір для розміщення компонентів.

HLK-2M05 забезпечує вбудований захист від перенапруг, який допомагає запобігти можливим пошкодженням системи управління освітленням в разі виникнення високих напруг.

HLK-2M05 має просту схему підключення і простий у використанні інтерфейс. Це полегшує процес підключення джерела живлення до системи управління освітленням.

HLK-2M05 широко доступний на ринку. Ви зможете знайти його у багатьох електронних магазинах та постачальниках компонентів.

Загалом, джерело живлення HLK-2M05 є розумним вибором для систем управління освітленням у навчальному корпусі, завдяки своїй надійності, ефективності, компактності, захисту від перенапруг, простоті використання та доступності.

### 2.3 Опис шин обміну даними I2C

Шина I<sup>2</sup>C (Inter-Integrated Circuit) є двохпровідною шиною для зв'язку між інтегральними схемами (IC) в електронних пристроях. Вона дозволяє передавати дані і керувати пристроями, використовуючи лише дві лінії - лінію даних (SDA) і лінію синхронізації (SCL). Основні принципи роботи шини I<sup>2</sup>C включають наступні етапи:

					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31



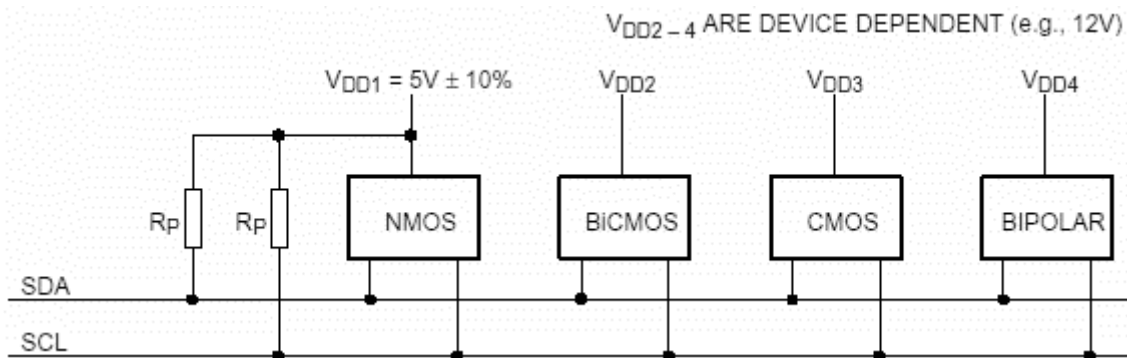


Рисунок 2.12 – Приєднання модулів на шину

Початок комунікації (Start): Майстер-пристрій, який ініціює передачу даних, надсилає стартовий сигнал. Це означає, що лінія SDA переходить з високого рівня в низький, а потім лінія SCL залишається на високому рівні.

Майстер-пристрій надсилає 7-бітну адресу пристрою, до якого він хоче передати дані або від якого хоче отримати дані. Адреса включає біт запису/читання, який вказує, чи майстер-пристрій хоче записати дані до пристрою, чи прочитати дані з пристрою.

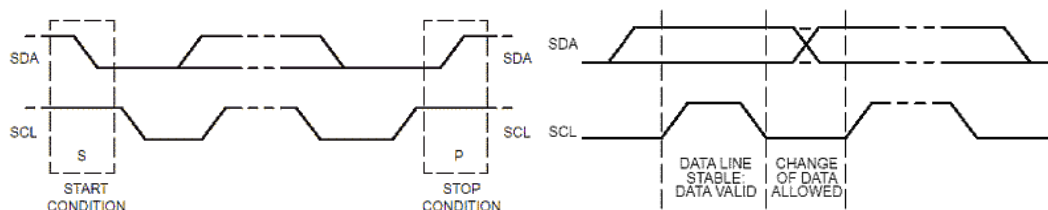


Рисунок 2.13 – Стартові та стопові біти на шині

Після отримання адреси пристрою, пристрій з такою адресою перевіряє, чи він є призначеним для цієї передачі. Якщо так, він надсилає підтвердження (ACK) на лінію SDA.

Після отримання підтвердження, майстер-пристрій починає передачу даних. Він надсилає байти даних по одному, кожен байт підтверджується пристроєм отримувачем.

Завершення комунікації (Stop): Майстер-пристрій надсилає сигнал завершення (Stop) для позначення кінця передачі. Це означає, що лінія SDA переходить з низького рівня в високий, а потім лінія SCL залишається на високому рівні.

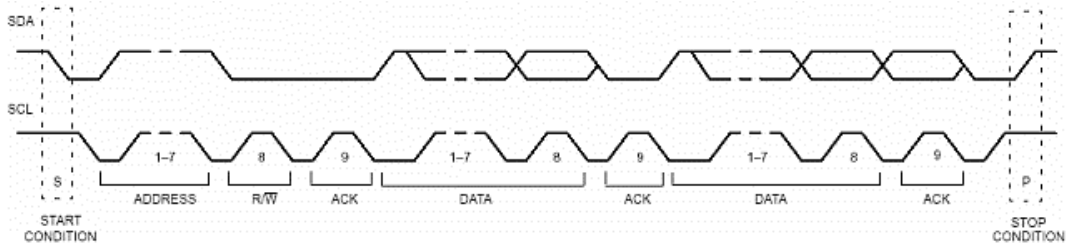


Рисунок 2.14 – Обмін даними на шині

Шина I<sup>2</sup>C також підтримує інші функції, такі як повторний старт (Repeated Start), змінна адресація, широкошироке мовчання (Clock Stretching) та інші, які розширюють можливості комунікації.

Ці принципи роботи шини I<sup>2</sup>C забезпечують простий і ефективний спосіб зв'язку між різними пристроями в електронних системах, що дозволяє передавати дані і керувати пристроями з використанням мінімальної кількості проводів.

#### 2.4 Опис шин обміну даними UART

Шина UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) є одним з найпоширеніших інтерфейсів передачі даних в електронних пристроях. Шина UART використовується для послідовної передачі даних біт за бітом між двома пристроями.

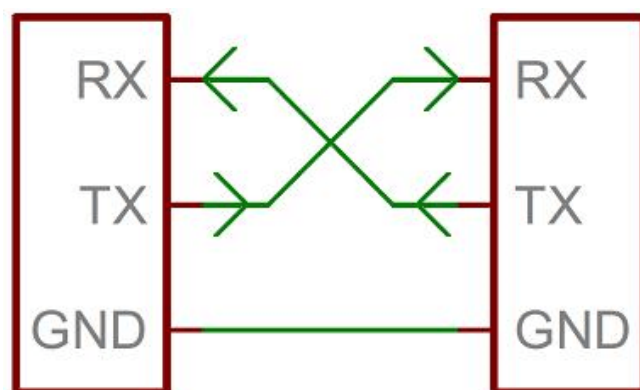


Рисунок 2.15 – Комутація пристроїв

Основні принципи роботи шини UART включають наступні етапи:

Шина UART має фіксовану бітову швидкість, яка визначає кількість бітів, що передаються за одну секунду. Наприклад, часто використовується швидкість 9600 біт/с.

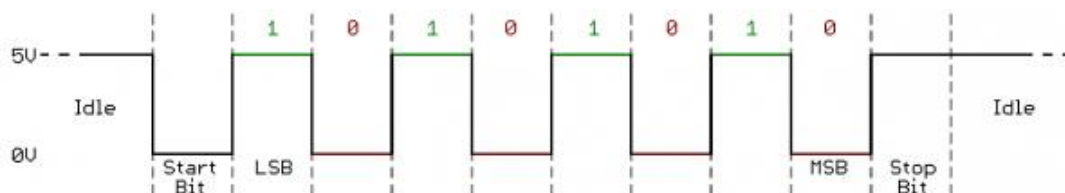


Рисунок 2.6 – Формування пакету

Перед початком передачі кожен пакет даних починається зі стартового біта. Стартовий біт зазвичай має значення 0 і вказує приймачу початок прийому даних.

Після стартового біта передаються біти даних. Кожен біт даних передається послідовно, починаючи з молодшого (найменш значущого) біту. Ширина даних може бути від 5 до 9 бітів, зазвичай використовується 8-бітова передача.

У шині UART може бути встановлений біт парності, який допомагає виявляти помилки передачі даних. Біт парності може бути парним (Even), непарним (Odd) або може його не бути (None).

Після передачі бітів даних додається стоп-біт, який має значення 1. Стоп-біт вказує приймачу кінець прийому даних і дозволяє йому підготуватись для наступної передачі.

Після передачі одного пакета даних може відбутись повторення циклу для наступних пакетів. Повторення полягає в початку знову зі стартового біта.

Ці принципи роботи шини UART дозволяють ефективно передавати дані між пристроями, забезпечуючи надійну послідовну передачу із захистом від помилок. Шина UART широко використовується в різних пристроях, включаючи мікроконтролери, комп'ютери, периферійні пристрої та інші.

## 2.5 Опис алгоритму роботи комп'ютеризованої системи для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі

Робота комп'ютеризованої системи для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі ґрунтується на взаємодії користувача і системи яка допомагає керувати освітленням автоматично з попереднім налаштуванням параметрів системи. Блок схема алгоритму роботи комп'ютеризованої системи для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі наведена на рис. 2.17.

Початок роботи комп'ютеризованої системи для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі відбувається із зчитування початкових налаштувань системи. Також щоб убезпечитись від хибних спрацювань подається команда вимкнути світло.

Далі система перевіряє наявність мережі Wi-Fi та виконує підключення до віддаленого сервера.

Наступним кроком є перевірка включених кнопок 1 і 2 та спрацювання датчика руху в режимі переривання основної роботи мікроконтролера. Використання для цього переривання гарантує швидку реакцію системи на появу такої події. Переривання викликає процес включення або виключення світла.

Наступний крок вимірювання струму і напруги ламп освітлення у вимкненому стані, що дає дані про технічний стан ламп і відсутність втрат енергії. Отримані дані про стан системи надсилаються на сервер.

Наступний крок перевірка стану кнопок при спрацюванні переривання. Якщо ТАК то запускається підпрограма включення світла рис. 2.18, якщо НІ то світло вимикається.

Аналогічно спрацьовує алгоритм роботи системи при появі переривання від датчика руху, тобто якщо ТАК то запускається підпрограма включення світла рис. 2.18, якщо НІ то світло вимикається.

					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

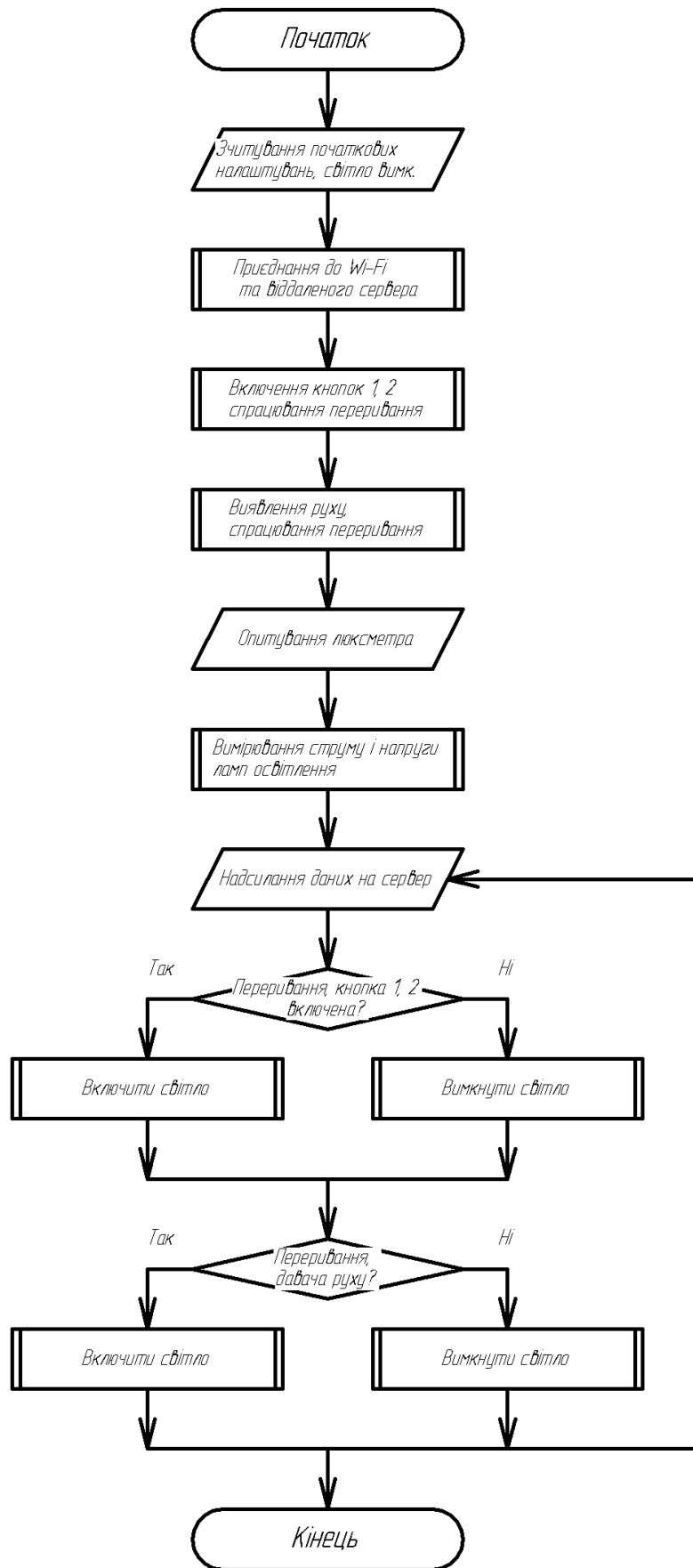


Рисунок 2.17 – Блок схема алгоритму роботи комп’ютеризованої системи для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі

Підпрограма команди Включити світло

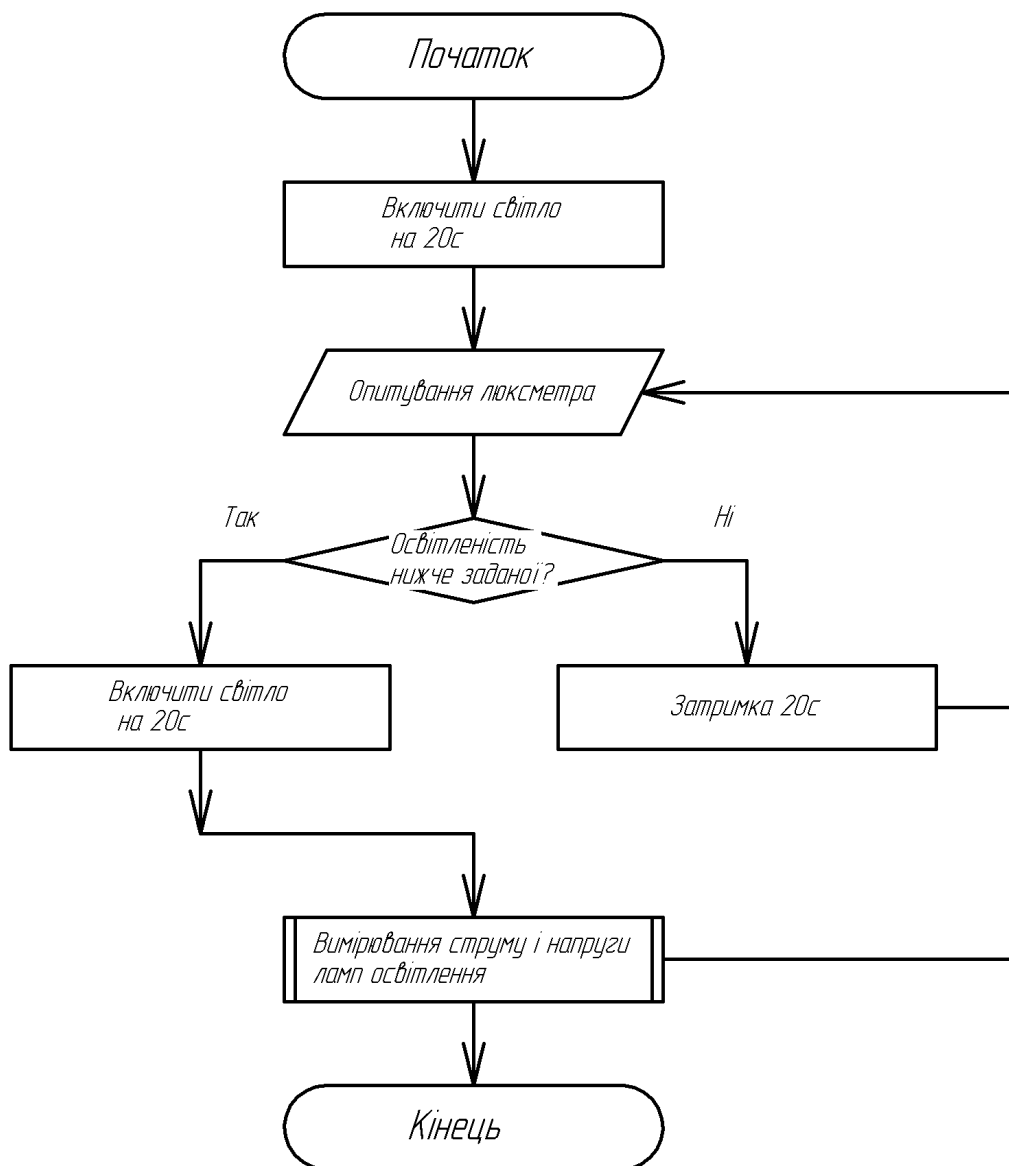


Рисунок 2.18 – Блок схема алгоритму роботи команди включити світло

Після відпрацювання переривань система повертається на крок надсилання даних на сервер і надсилає дані про споживання енергії і стан системи.

Підпрограма Включення світла працює наступним чином, при отриманні відповідної команди система включає освітлення на 20с і виконує опитування люксметра або давача освітленості, якщо рівень освітленості нижчий заданого світло продовжує світити наступні 20с, якщо ні то світло вимикається і

виконується затримка на 20с. При включеному освітленні перевіряється споживана потужність лампами, якщо вона нижче заданої то сервер вказує користувачу що лампи деградують і їх необхідно замінити.

Після виконання цих кроків підпрограма повертається до вимірювання освітленості. Такий алгоритм дозволяє керувати освітленням автоматично протягом дня, натиснувши кнопку 1 або 2 або обидві, і система автоматично увімкне освітлення при настанні сутінок.

					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

## РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

### 3.1 Підключення і налаштування комп'ютеризованої системи для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі

Налаштування системи для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі починається з покрокового підключення і відлагодження всіх плат і датчиків на макетній платі.

#### 3.1.1 Підключення датчика освітленості TSL2591

Підключення датчика освітленості TSL2591 до плати Arduino Uno здійснюється за допомогою шини I2C. Схема підключення датчика освітленості TSL2591 наведена на рис. 3.1.

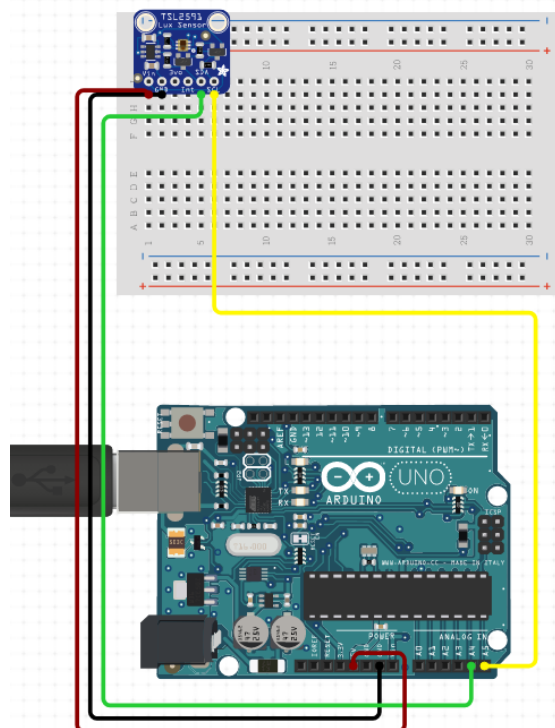


Рисунок 3.1 – Схема підключення датчика освітленості TSL2591

					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Комп'ютеризована система для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Залецький І.Є					39	66
Перевір.		Лецишин Ю.З.						
Н. Контр.		Лушук Н.С.						
Затверд.		Осухівська Г.М.						
						ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-41		



В силу конструктивних особливостей давач освітленості TSL2591 має 2 давача (видимий та інфрачервоний канал), які повертають значення окремо та різницю і відображають це такими параметрами.

`full_spectrum` — повертають 16-бітні значення з АЦП для видимого каналу.

`infrared` — повертають 16-бітні значення з АЦП для інфрачервоного каналу.

`visible` — повертають 16-бітні значення різниці видимого та інфрачервоного.

`Calculated_lux` — повертають розраховане значення в люксах, обрховане на основі різниці та заданого підсилення та заданого часу інтегрування.

`actual_gain` — повертають значення заданого коефіцієнта підсилення кожен раз змінюючи його при зміні в давачі.

На початку роботи з сенсором TSL2591 треба налаштувати такі параметри.

`id` — задаємо ідентифікатор пристрою, який використовуємо у кодї програми.

`name` — задаємо окрему назву пристрою, не обов'язково, але при кількох пристроях так зручніше їх розрізнати.

`address` — задаємо адресу для шини I<sup>2</sup>C. За замовчуванням задано 0x29, однак її треба змінити при роботі кількох пристроїв.

`integration_time` — задаємо час інтегрування даних, від яких залежить точність роботи давача.

`gain` — задаємо підсилення сигналу в давачі, як правило його залишають заданим за замовчуванням, `auto`.

					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

# Example configuration entry
i2c:
  # ...
sensor:
  - platform: tsl2591
    name: "This little light of mine"
    id: "my_tsl2591"
    address: 0x29
    update_interval: 60s
    gain: auto
    device_factor: 53
    glass_attenuation_factor: 14.4
    visible:
      name: "TSL2591 visible light"
    infrared:
      name: "TSL2591 infrared light"
    full_spectrum:
      name: "TSL2591 full spectrum light"
    calculated_lux:
      id: i_lux
      name: "TSL2591 Lux"
    actual_gain:
      id: "actual_gain"
      name: "TSL2591 actual gain"

```

Даний код виконує попереднє налаштування параметрів для початку роботи з сенсором TSL2591, задає імена для датчиків та адресу на шині обміну даними.

### 3.1.2 Підключення датчика струму і напруги INA219

Підключення датчика струму і напруги INA219 до плати Arduino Uno здійснюється за допомогою шини I2C. Схема підключення датчика струму і напруги INA219 наведена на рис. 3.2.

					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

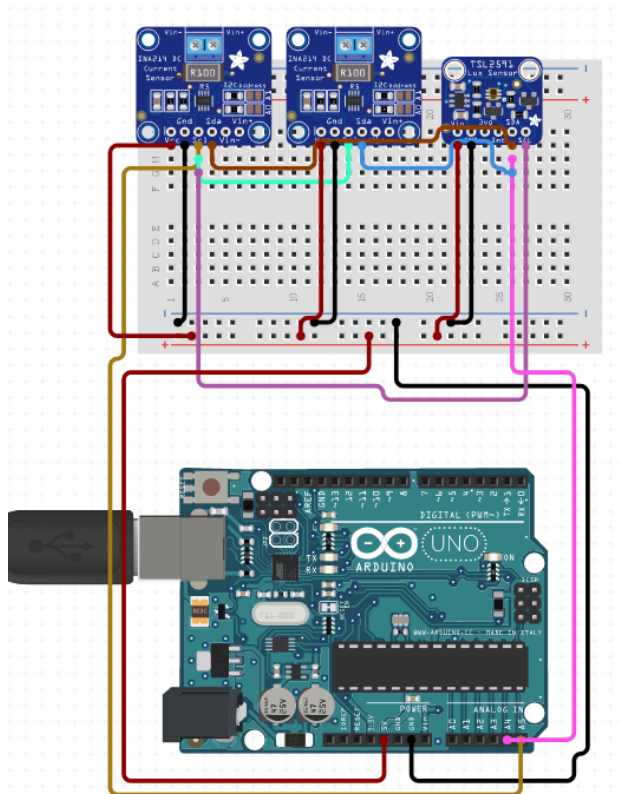


Рисунок 3.2 – Схема підключення датчика струму і напруги INA219

Датчик струму і напруги INA219 при підключенні до плати Arduino Uno потребує використання спеціалізованих бібліотек, які налаштовуються в середовищі Arduino IDE рис. 3.3.

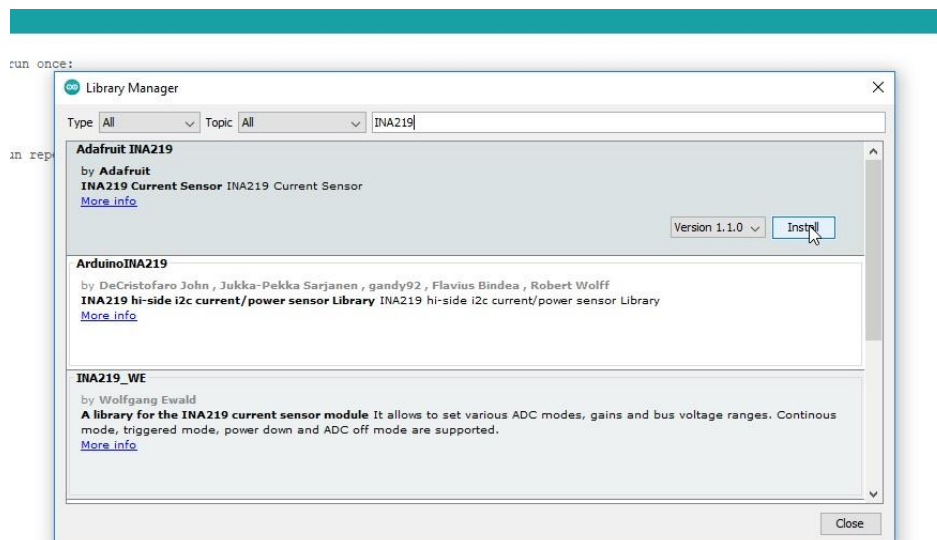


Рисунок 3.3 – Налаштування бібліотек для датчика струму і напруги INA219

```

#include <Wire.h>
#include // Adafruit_INA219 sensor219; // Declare and instance of INA219

void setup(void)
{
    Serial.begin(9600);
    sensor219.begin();
}

void loop(void)
{
    float busVoltage = 0;
    float current = 0; // Measure in milli amps
    float power = 0;

    busVoltage = sensor219.getBusVoltage_V();
    current = sensor219.getCurrent_mA();
    power = busVoltage * (current/1000); // Calculate the Power

    Serial.print("Bus Voltage:  ");
    Serial.print(busVoltage);
    Serial.println(" V");

    Serial.print("Current:      ");
    Serial.print(current);
    Serial.println(" mA");

    Serial.print("Power:        ");
    Serial.print(power);
    Serial.println(" W");

    Serial.println("");

    delay(2000);
}

```

Наведений код використовує бібліотеку Adafruit для давачів INA219 і призначений для отримання і виводу даних про напругу і струм у вимірюваному колі. Оскільки давач INA219 не витримує високої напруги, то безпосередньо до лінії 220В підключається вимірювальний трансформатор струму, який видає напругу і струм придатну для роботи INA219.

### 3.1.3 Підключення радіомодема Wi-Fi ESP8266 ESP-01S

Схема підключення радіомодема Wi-Fi ESP8266 ESP-01S до плати Arduino Uno наведена на рис. 3.4.

					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

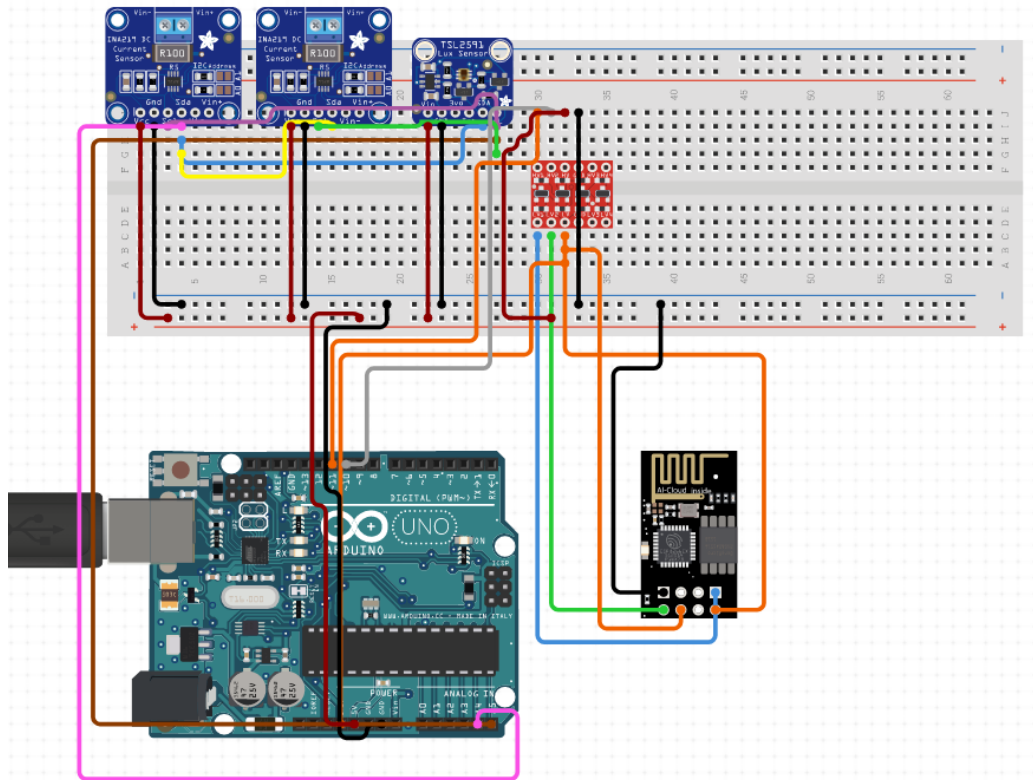


Рисунок 3.4 – Схема підключення радіомодема Wi-Fi ESP8266 ESP-01S

Для нормальної роботи радіомодема Wi-Fi ESP8266 ESP-01S його необхідно налаштувати та оновити прошивку. Це виконується за допомогою AT команд через термінал обміну даними коли радіо модем приєднаний до комп'ютера. Для подальшого налаштування роботи радіомодема необхідно підключити бібліотеку та налаштувати MQTT клієнт рис.3.5, це дозволить передавати дані на віддалений сервер.

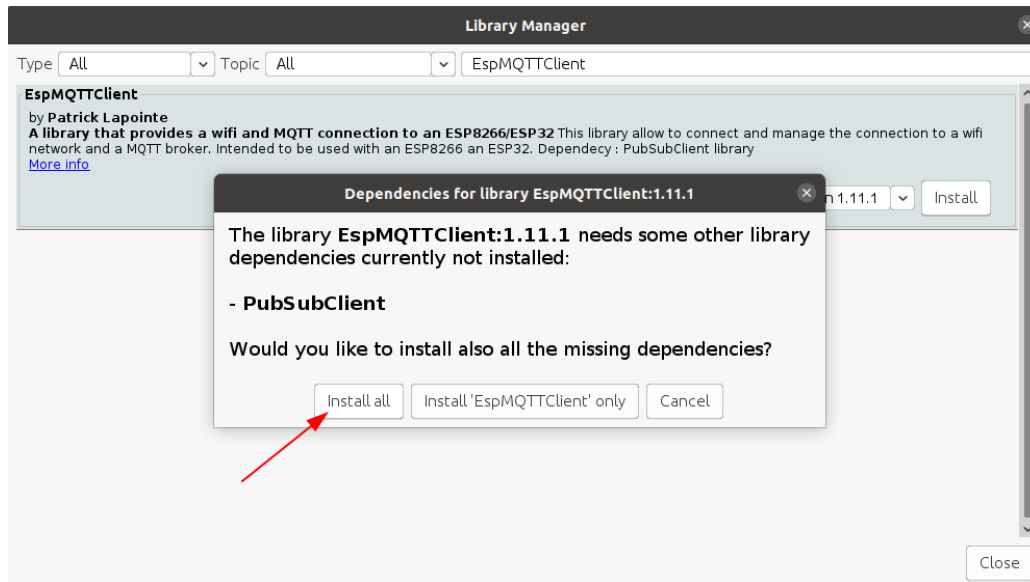


Рисунок 3.5 – Підключення бібліотеки та налаштування MQTT клієнта

```
#include "Arduino.h"
#include "EspMQTTClient.h" /*
https://github.com/plapointe6/EspMQTTClient */
/*
https://github.com/knolleary/pubsubclient */
#define PUB_DELAY (5 * 1000) /* 5 seconds */

EspMQTTClient client(
  "<wifi-ssid>",
  "<wifi-password>",

  "dev.rightech.io",
  "<ric-mqtt-client-id>"
);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void onConnectionEstablished() {
  client.subscribe("base/relay/led1", [] (const String &payload)
  {
    Serial.println(payload);
  });
}
```

```

long last = 0;
void publishTemperature() {
  long now = millis();
  if (client.isConnected() && (now - last > PUB_DELAY)) {
    client.publish("base/state/temperature", String(random(20,
30)));
    client.publish("base/state/humidity", String(random(40, 90)));
    last = now;
  }
}

void loop() {
  client.loop();
  publishTemperature();
}

```

Наведений вище код дозволяє приєднати комп'ютеризовану систему до мережі Wi-Fi та почати обмін з віддаленим сервером.

### 3.1.4 Підключення датчика руху HC-SR501

Схема підключення датчика руху HC-SR501 до плати Arduino Uno наведена на рис. 3.6.

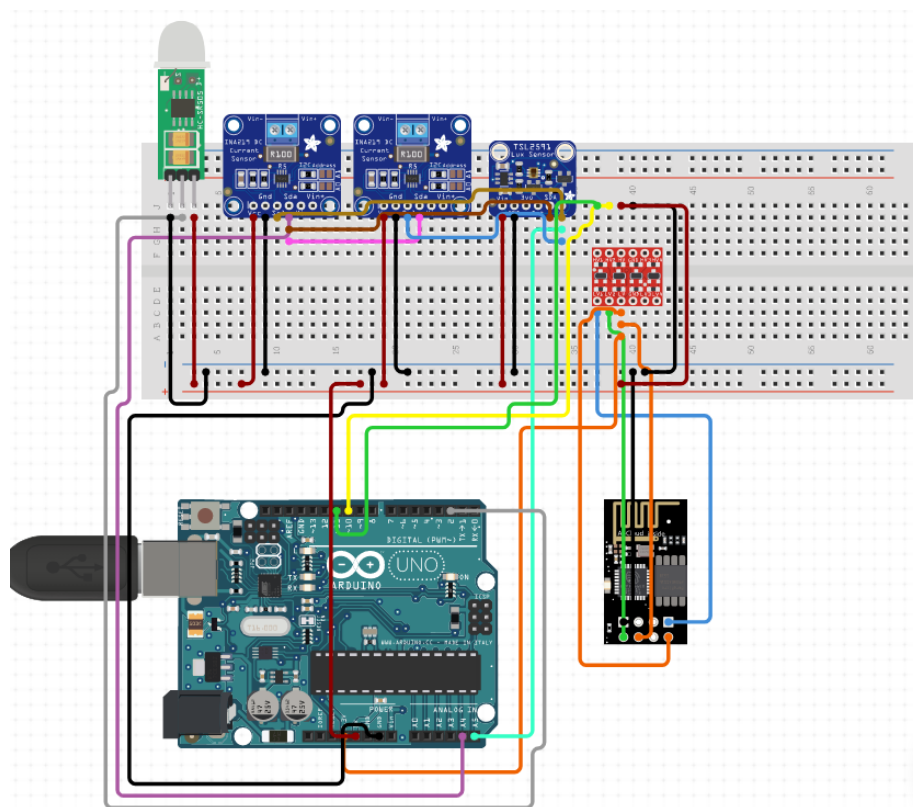


Рисунок 3.6 – Схема підключення датчика руху HC-SR501

					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Давач руху HC-SR501 має два підстроювальні резистори які виконують функцію налаштування дальності та чутливості виявлення руху і їх рекомендовано налаштовувати на місці встановлення комп'ютеризованої системи.

```

#define PIN_PIRSENSOR 2
#define PIN_LED 13

void setup() {
  Serial.begin(9600); // start serial connection to print out messages to the
  serial monitor
  pinMode(PIN_PIRSENSOR, INPUT);
  pinMode(PIN_LED, OUTPUT);
  digitalWrite(PIN_LED, LOW); // switch off the Arduino's in-built LED
}

void loop() {
  int movement_detected = digitalRead(PIN_PIRSENSOR);
  if (movement_detected) {
    // movement has been detected by the HC-SR501 PIR sensor
    digitalWrite(PIN_LED, HIGH); // switch on the Arduino's in-built LED
    Serial.println("Movement detected.");
  } else {
    digitalWrite(PIN_LED, LOW); // switch off the Arduino's in-built LED
    Serial.println("Movement not detected.");
  }
  delay(1000); // wait for one second until the next check
}

```

Особливістю давача є те що він при виявленні руху постійно тримає логічну одиницю на виході і при зникненні руху через 1с повертається у нульовий стан.

### 3.1.5 Підключення кнопок

Схема підключення кнопок для включення освітлення до плати Arduino Uno наведена на рис. 3.7.

					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



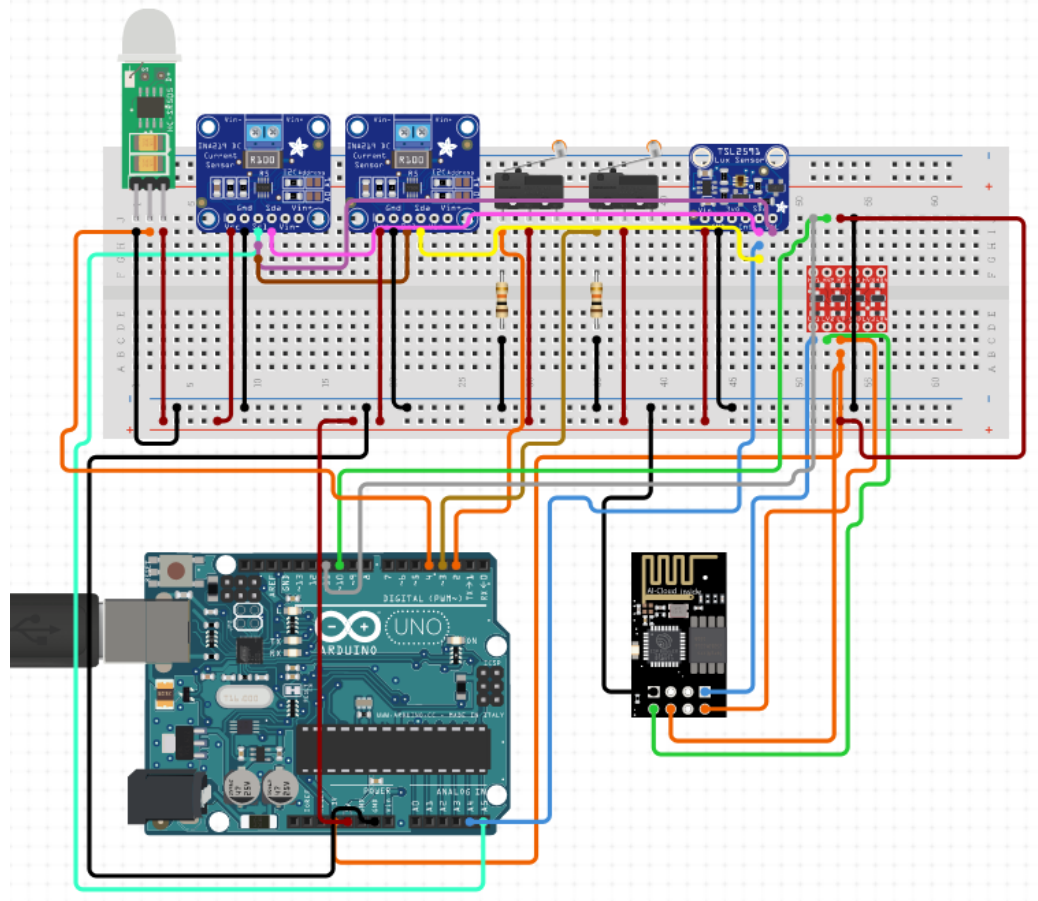


Рисунок 3.7 – Схема підключення кнопок

```
const int pinButton = 2;

void setup() {
  pinMode(pinButton, INPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  int stateButton = digitalRead(pinButton);
  if(stateButton == 1) {
    Serial.println("PRESSED");
  } else {
    Serial.println("RELEASED");
  }
  delay(20);
}
```

Наведений код програми перевіряє стан кнопки. При вмиканні кнопки на неї подається високий рівень.

### 3.1.6 Підключення реле Songle SRD-05VDC-SL-C

Схема підключення реле Songle SRD-05VDC-SL-C до плати Arduino Uno наведена на рис. 3.7.

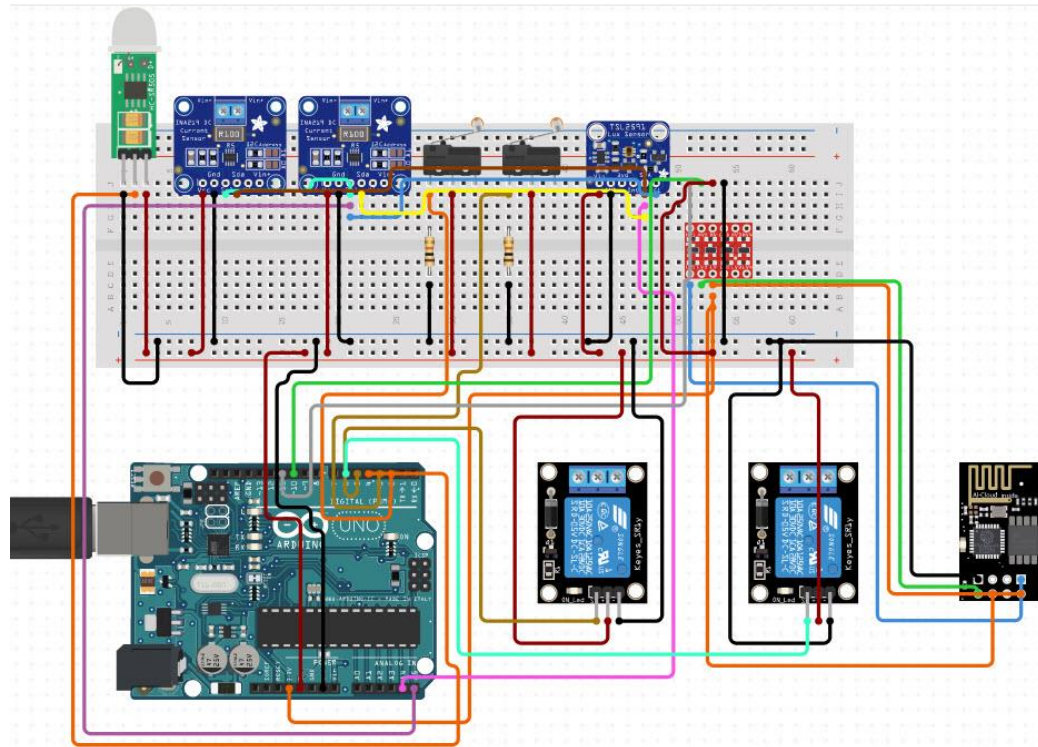


Рисунок 3.8 – Схема підключення реле

Код програми керування модулем реле наведено нижче.

```
// constants won't change
const int RELAY_PIN = 3; // the Arduino pin, which connects to
the IN pin of relay

// the setup function runs once when you press reset or power the
board
void setup() {
  // initialize digital pin as an output.
  pinMode(RELAY_PIN, OUTPUT);
}

// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);
  delay(500);
  digitalWrite(RELAY_PIN, LOW);
  delay(500);
}
```

Наведений код програми виконує керування реле, яке включає освітлення у навчальному корпусі

					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

## 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

### 4.1 Долікарська допомога при кровотечах

Будь – яка кровотеча є небезпечною для людини: зменшення кількості крові, що циркулює, зумовлює погіршення діяльності серця і недостатнє постачання кисню до життєво важливих органів (мозок, печінка, нирки, легені).

Залежно від того, яка судина кровоточить, розрізняють капілярну, венозну та артеріальну кровотечі. При зовнішній капілярній кровотечі кров виділяється рівномірно зі всієї рани; при венозній кровотечі – витікає рівномірним струменем, має темно – вишневе забарвлення (якщо пошкоджено крупну вену, струмінь крові може пульсувати у ритмі дихання); при артеріальній кровотечі кров має яскраво – червоний колір, б'є сильним уривистим струменем (фонтаном), викиди крові відповідають ритму серцевих скорочень.

#### Зупинка капілярної та венозної кровотечі

Насамперед необхідно подбати про запобігання зараженню хворобами, які передаються через кров, та вдягнути одноразові гумові рукавички. Щоб встановити джерело кровотечі, слід оголити рану потерпілого, знявши чи розірвавши одяг.

На поверхню рани накласти стерильну пов'язку або чисту тканину (носовичок, рушник тощо) і притиснути пальцями чи долонею. Натискати слід рівномірно, тоді кровотеча зупиниться впродовж 10 хвилин. Якщо цього не сталося, можливо, ви натискаєте недостатньо сильно, чи не в тому місці. Спробуйте натискати сильніше, охоплюючи більшу поверхню рани.

					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Залецький І.Є			Комп'ютеризована система для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Лецишин Ю.З.					50	66
Н. Контр.		Лушук Н.С.				ТНТУ, каф. КС, гр. СІс-41		
Затверд.		Осухівська Г.М.						

Не бажано тиснути на рану, якщо у ній є фрагменти кісток, сторонні предмети тощо. У такому разі для зупинки кровотечі слід використовувати кільцеву подушечку. Зробити таку подушечку можна з вузького бинта, шматка тканини тощо. Насамперед слід зробити петлю, обмотавши тканину декілька разів навколо пальців. Потім вільний кінець тканини обмотати навколо петлі, поки не утвориться кільце.

При кровотечі через поранення руки чи ноги слід підняти пошкоджену кінцівку, щоб зменшити прилив крові. Утримуючи підняте положення кінцівки, слід продовжувати натискати на рану.

Після зупинки кровотечі накласти на рану щільну пов'язку та перебинтувати вище і нижче місця поранення. Не варто перебинтовувати занадто міцно, щоб не порушити кровообіг. Перевірити кровообіг можна за допомогою тесту наповнення капілярів. У нормальному стані, при піднятті кінцівки чи натисканні на нігтьове ложе шкіра блідне. Опускаючи кінцівку чи припиняючи натиск на нігтьове ложе, шкіра набуває попереднього забарвлення впродовж 2 – 3 секунд.

#### Зупинка артеріальної кровотечі

Кровотечу необхідно зупинити негайно, наклавши джгути чи щільну пов'язку, щоб попередити її раптове, неконтрольоване поновлення.

Терміново викликати швидку медичну допомогу.

При сильних артеріальних кровотечах, джгута чи щільної пов'язки зазвичай недостатньо. Щоб попередити швидку крововтрату, слід натиснути на точки притиснення артерій – плечову (на внутрішній поверхні плеча) і стегнову. Ці точки розміщено у місцях, де артерії проходять близько до шкірних покривів і їх можна притиснути до кістки.

Способи тимчасової зупинки артеріальної кровотечі (протипоказано при переломах)

Місце кровотечі: кисть і передпліччя.

Дії: руку максимально зігнути у ліктьовому суглобі до плеча і зафіксувати джгутом або ременем.

					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Місце кровотечі: гомілка і нижня третина стегна.

Дії: ногу максимально зігнути у колінному суглобі, підняти гомілку до стегна і зафіксувати, підклавши м'який валик у підколінну ямку.

Місце кровотечі: верхня третина стегна і пахвина.

Дії: ногу максимально зігнути у тазостегновому та колінному суглобах, притиснути до тулуба та зафіксувати ременем через попереk.

Окрім наявного гумового джгута, можна використовувати широкі еластичні матеріали (широкий ремінь, складений у декілька шарів бинт, тканину, одяг тощо). Не можна використовувати мотузки, дроти, вузькі ремені та ін.

Джгут накладають вище рани і якомога ближче до неї (але не на суглоб). Під джгут слід підкласти хустку, платок, рушник чи будь-яку іншу тканину.

Джгут слід затягнути до моменту зупинки кровотечі з рани і зникнення пульсу нижче рани. Правильність накладання джгута визначають за припиненням кровотечі. Якщо джгут затягнуто слабо і здавлені тільки вени, кровотеча продовжуватиметься, а шкірні покриви набудуть ціанотичного забарвлення.

Джгут на кінцівці має залишатися не більше двох годин влітку і однієї години взимку. У холодну пору року перетягнуту кінцівку утеплюють, наприклад, за допомогою одягу.

Кінцівку з накладеним джгутом слід іммобілізувати. Варто постійно слідкувати, щоб постраждалий не зняв джгут чи щільну пов'язку.

4.2 Вплив електромагнітних полів (ЕМП) на людину та заходи щодо зменшення їх впливу на обслуговуючий персонал.

Тривалий вплив електричного поля на організм людини, при експлуатації засобів зв'язку, може викликати порушення функціонального стану нервової і серцево-судинної систем. Це виражається в підвищеній стомлюваності, зниженні якості виконання робочих операцій, болях в області серця, зміні кров'яного тиску і пульсу.

					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Тому працівники повинні дотримуватись вимог інструкції охорони праці, яка розробляється на основі ДНАОП 0.00-8.03-93 "Порядок опрацювання та затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві", ДНАОП 0.00-4.15-98 "Положення про розробку інструкцій з охорони праці", ДНАОП 0.00-4.12-99 "Типове положення про навчання з питань охорони праці", НПАОП 85.11-1.10-84 "Правила з техніки безпеки при експлуатації виробів медичної техніки в установах охорони здоров'я. Загальні вимоги", також обов'язковим є проведення атестації робочих місць [28].

Атестація робочих місць за умовами праці проводиться згідно з Порядком проведення атестації робочих місць за умовами праці, затвердженим постановою Кабінету міністрів України від 01.08.92 №442 (зі змінами) та Методичними рекомендаціями, затвердженими постановою Мінпраці України від 1.09.92 р. №41 та Головним державним санітарним лікарем України 1.09.92р. [28].

Рівні напруженості електромагнітних полів на робочих місцях повинні контролюватись і відповідати вимогам ДСН 239-96 "Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань".

Основними видами засобів колективного захисту від впливу електричного поля струмів промислової частоти є екрануючі пристрої - складова частина електричної установки, призначена для захисту персоналу у відкритих розподільних пристроях та на повітряних лініях електропередачі.

Екрануючий пристрій необхідно при огляді обладнання і при оперативному перемиканні, спостереженні за виробництвом робіт. Конструктивно екрануючі пристрої оформляються у вигляді козирків, навісів або перегородок з металевих канатів, прутків, сіток.

Переносні екрани також використовуються при роботах з обслуговування електроустановок у вигляді знімних козирків, навісів, перегородок, наметів і щитів.

Екрануючі пристрої повинні мати антикорозійне покриття і бути заземлені.

Джерелами електромагнітних полів радіочастот є:

					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

– в діапазоні 60 кГц - 3 МГц - неекрановані елементи обладнання для індукційної обробки металу (загартування, отжиг, плавка, пайка, зварювання і т. д.) та інших матеріалів, а також обладнання і приладів, застосовуваних у радіозв'язку і радіомовлення;

– в діапазоні 3 МГц - 300 МГц - неекрановані елементи обладнання і приладів, застосовуваних у радіозв'язку, радіомовлення, телебачення, медицині, а також обладнання для нагрівання діелектриків (зварювання пластикатов, нагрів пластмас, склеювання дерев'яних виробів та ін);

– у діапазоні 300 МГц - 300 ГГц - неекрановані елементи обладнання та приладів, що застосовуються в радіолокації, радіоастрономії, радіоспектроскопії, фізіотерапії і т. п. Тривалий вплив радіохвиль на різні системи організму людини за наслідками мають різноманітні прояви.

Найбільш характерними при дії радіохвиль всіх діапазонів є відхилення від нормального стану центральної нервової системи та серцево-судинної системи людини. Суб'єктивні відчуття опромінюваної персоналу - частий головний біль, сонливість або загальна безсоння, стомлюваність, слабкість, підвищена пітливість, зниження пам'яті, неуважність, запаморочення, потемніння в очах, безпричинне відчуття тривоги, страху та ін

Для забезпечення безпеки робіт з джерелами електромагнітних хвиль проводиться систематичний контроль фактичних нормованих параметрів на робочих місцях і в місцях можливого знаходження персоналу. Контроль здійснюється шляхом вимірювання напруженості електричного і магнітного полів, а також вимірюванням густини потоку енергії за затвердженими методиками.

Захист персоналу від впливу радіохвиль застосовується при всіх видах робіт, якщо умови роботи не відповідають вимогам норм. Цей захист здійснюється наступними способами і засобами:

- застосуванням узгоджених навантажень і поглиначів потужності, що знижують напруженість і щільність потоку енергії електромагнітних хвиль;
- екранування робочого місця і джерела випромінювання;

					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

– раціональним розміщенням обладнання в робочому приміщенні;  
– підбором раціональних режимів роботи обладнання і режиму праці персоналу;

– застосуванням засобів попереджувальної захисту. Ефективним засобом захисту від впливу електромагнітних випромінювань є екранування джерел випромінювання і робочого місця за допомогою екранів, поглинають або відбивають електромагнітну енергію. Відображають екрани використовують в основному для захисту від паразитних випромінювань - витоку з ланцюгів в лініях передачі надвисокочастотних (НВЧ) хвиль, з катодних виводів магнетронів і ін. В інших випадках, як правило, застосовуються поглинаючі екрани.

Для виготовлення відбиваючих екранів використовуються матеріали з високою електропровідністю, наприклад метали (у вигляді суцільних стінок) або бавовняні тканини з металевою основою. Суцільні металеві екрани найбільш ефективні і вже при товщині 0,01 мм забезпечують ослаблення електромагнітного поля приблизно на 50 дБ (100 000 разів).

Для виготовлення поглинаючих екранів застосовуються матеріали з поганою електропровідністю. Поглинаючі екрани виготовляються у вигляді пресованих листів гуми спеціального складу з конічними суцільними або порожнистими шипами, а також у вигляді пластин з пористої гуми, наповненої карбонільним залізом, з впресованою металевою сіткою. Ці матеріали приклеюються на каркас або на поверхню випромінюючого устаткування.

					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55



## ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної роботи бакалавра було розроблено комп'ютеризовану систему для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі. Ця система в залежності від увімкнених кнопок і давача руху та давача освітленості керує освітленням в кабінеті навчального корпусу. Також система вимірює споживану потужність лампами освітлення і при їх деградації сервер може надати інформацію користувачеві що необхідно замінювати лампи. Керування і обмін інформацією з віддаленим сервером виконується за допомогою мережв Wi-Fi.

Тестування схеми та коду на макеті розробленої комп'ютеризованої системи для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі підтвердило її працездатність.

У першому розділі виконано аналіз технічного завдання, та укладено вимоги до комп'ютеризованої системи для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі та проведено аналіз можливих рішень.

В другому розділі описується процес проектування та реалізації комп'ютеризованої системи для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі. Проводиться розробка апаратного забезпечення для функціонування комп'ютеризованої системи для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі. Описуються бібліотеки та їх функціональні можливості.

В третьому розділі виконано програмну реалізацію та тестування комп'ютеризованої системи для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі.

Четвертий розділ описує питання безпеки життєдіяльності та основи охорони праці.

					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Способи та пристрої керування освітленням будинку. URI: <https://www.obudom.com/sposobi-ta-pristroi-keruvannya-osvitlennyam-budinku/> (дата звернення 23.05.2023).
2. Інтелектуальна система управління внутрішнім світлодіодним освітленням. URI: <https://www.sea.com.ua/ua/svetodiodnaya-produktsiya/news/intelektualna-sistema-upravlinna-vnutrisnim-svitlodiodnim-osvitlennyam/> (дата звернення 23.05.2023).
3. SmartStruxure Solution. URI: [https://iportal2.schneider-electric.com/Contents/docs/SMARTSTRUXURE%20SOLUTION\\_BROCHURE\\_A4\\_HIGH%20RES.PDF](https://iportal2.schneider-electric.com/Contents/docs/SMARTSTRUXURE%20SOLUTION_BROCHURE_A4_HIGH%20RES.PDF) (дата звернення 23.05.2023).
4. Lutron HomeWorks®QS. URI: [https://www.lutron-light.com/en/products/homeworks\\_qs.html](https://www.lutron-light.com/en/products/homeworks_qs.html) (дата звернення 23.05.2023).
5. Arduino based Power & Energy Meter using INA219 Sensor. URI: <https://iotprojectsideas.com/arduino-based-power-energy-meter-using-ina219-sensor/> (дата звернення 23.05.2023).
6. INA219 Current Sensor with Arduino circuit and code explained. URI: <https://www.electronicclinic.com/ina219-current-sensor-with-arduino-circuit-and-code-explained/> (дата звернення 23.05.2023).
7. Arduino-Tutorial: HC-SR501 Passive Infrared Sensor (PIR sensor). URI: <https://mschoeffler.com/2021/05/15/arduino-tutorial-hc-sr501-passive-infrared-sensor-pir-sensor/> (дата звернення 23.05.2023).
8. Program ESP8266 ESP-01 With Arduino. URI: <https://www.donskytech.com/program-esp8266-esp-01-with-arduino/> (дата звернення 23.05.2023).
9. Лещин Ю.З., Романишин Н.Р., Наконечний В.В., Паламарчук А.О. Розробка системи зв'язку як інтегрованого елемента роботизованих систем. Проблеми створення, розвитку та застосування високотехнологічних систем спеціального призначення з урахуванням

					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

- досвіду антитерористичної операції. Збірник тез доповідей XXI Всеукраїнської науково-практичної конференції. Житомир, 2016. С. 102.
- 10.Лещишин Ю.З., Назаревич Т.О., Міська І.В. Створення вбудованих систем на базі структурно - параметричних моделей цифрових каналів зв'язку. VIII Науково-технічна конференція «Інформаційні моделі, системи та технології». Тернопіль, 2020. С. 127.
- 11.Марків В.А., Осухівська Г.М., Лещишин Ю.З., Луцків А.М. Комп'ютерна система аутентифікації осіб. Матеріали XX наукової конференції ТНТУ ім. І. Пулюя. 2017. С. 90–91.
- 12.Leschyshyn Y., Scherbak L., Nazarevych O., Gotovych V., Tymkiv P., Shymchuk G. Multicomponent Model of the Heart Rate Variability Change-point. IEEE XVth International Conference on the Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH). 2019. P. 110–113.
- 13.Tymkiv P., Leshchyshyn Y. Algorithm Reliability of Kalman Filter Coefficients Determination for Low-Intensity Electroretinosignal. IEEE 15th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems (CADSM). 2019. P.1-5.
- 14.Leschyshyn Y., Semchyshyn O. Periodically correlated heart rate variability detection by Neyman - Pearson criterion. 9th International Conference - The Experience of Designing and Applications of CAD Systems in Microelectronics. 2007. P. 139–140.
- 15.Осухівська Г.М., Тиш Є.В., Луцик Н.С., Паламар А.М. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційних робіт здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» усіх форм навчання. Тернопіль, ТНТУ. 2022. 28 с.
- 16.Геврик Є.О. Охорона праці. К.: Ельга, Ніка-Центр, 2003. 280 с.

					КС КРБ 123.350.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

ДОДАТОК А.  
Технічне завдання

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

**«Затверджую»**

завідувач кафедри КС

\_\_\_\_\_ Осухівська Г.М.

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2023 р.

Комп'ютеризована система для адаптивного управління освітленням у  
навчальному корпусі.

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

на \_\_5\_\_ листках

**Вид робіт:**

Кваліфікаційна робота

На здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

**«УЗГОДЖЕНО»**

**«ВИКОНАВЕЦЬ»**

Керівник кваліфікаційної роботи

Студент групи СІс-41

\_\_\_\_\_ к.т.н., доц. Лещинин Ю.З.

\_\_\_\_\_ Залецький І.Є.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

Тернопіль 2023

## **1. Назва та підстава для виконання роботи.**

1.1. Комп'ютеризована система для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі.

1.2. Підставою для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра (КРБ) є Наказ по Університету (№ 4/7-237 від 28.02.2023 р.).

## **2. Виконавець.**

2.1. Студент групи СІс-41 кафедри КС (СІс-21-350)

Тернопільського національного технічного університету ім. І. Пулюя  
Залецький Ігор Євгенович (Ihor Yevhenovich Zaletskyi).

## **3. Мета роботи.**

3.1. Метою роботи є розробити структуру та програмне забезпечення комп'ютеризованої системи для адаптивного управління освітленням у навчальному корпусі.

## **4. Склад виробу.**

4.1. До складу вимірювача повинні входити:

- 1) давач освітленості, або люксметр;
- 2) давач руху або давач присутності;
- 3) давач споживаної потужності;
- 4) кнопки включення і виключення освітлення;
- 5) модуль Wi-Fi;
- 6) реле;
- 7) мікроконтролер або мікропроцесор;
- 8) комплект документації.

## 5. Технічні вимоги.

### 5.1. Вимоги по призначенню.

#### 5.1.1. Вбудована система повинна мати наступні параметри:

- |                                                        |          |
|--------------------------------------------------------|----------|
| 1) Діапазон вимірюваного освітлення, Лк°               | 0...100  |
| 2) Діапазон вимірюваного змінного струму, А°           | 0...5    |
| 3) Діапазон вимірюваної напруги, В°                    | 0...220В |
| 4) Кількість каналів вимірювання напруги і струму, шт. | 2        |
| 5) Кількість каналів керування освітленням, шт.        | 2        |
| 6) Дальність визначення руху, м.                       | 7        |
| 7) Кут спрацьовування на дистанції до 7 м., °:         | 110      |
| 8) Протоколи обміну даними                             | Wi-Fi    |

5.1.2. Система повинна живитись напругою, В  $+5\pm 10\%$

5.1.3. Система повинна керувати напругою змінного струму, В  $220\pm 10\%$

### 5.2. Вимоги до умов експлуатації:

5.2.1. По умовам експлуатації виріб повинен відповідати вимогам ГОСТ 15150 для УХЛ4.1

5.2.2. Температура експлуатації від 0 до  $+40^{\circ}\text{C}$

5.2.3. Відносна вологість до 100% при  $t=25^{\circ}\text{C}$

### 5.3. Конструктивні вимоги.

5.3.1. Конструювання корпусу приладу в КРБ не передбачено.

5.3.2. Для побудови системи мають бути використані сучасні компоненти з можливістю поверхневого монтажу друкованого вузла.

5.3.3. При побудові системи необхідно передбачити розміщення роз'ємів живлення і обміну даними.

5.3.4. Габаритні розміри при макетуванні, мм, не більше:

довжина	400
ширина	400
висота	400
5.3.5. Маса макету, кг, не більше	1
5.3.6. Конструкція макету повинна забезпечувати доступ до всіх комплектуючих виробів при тестуванні.	
5.4. Вимоги до надійності.	
5.4.1. Система повинна відповідати вимогам ДСТУ 2862-94.	
5.4.2. Наробка на відмову, не менше 5000 год.	
5.5. Вимоги метрології.	
5.5.1. Вимірювання параметрів системи при моделюванні повинно виконуватись на універсальних вимірювальних приладах.	

## **6. Економічні показники.**

6.1. Собівартість системи повинна бути не більше 10000 грн.

## **7. Вимоги до документації.**

7.1. Конструкторська документація повинна відповідати вимогам ЄСКД, ДСТУ та ГОСТ.

7.2. До складу документації повинно входити:

- 1) ПЗ
- 2) Структурна схема Е1
- 3) Електрична схема Е3
- 4) Схема з'єднань Е4
- 5) Блок схема алгоритму роботи



## 8. Стадії та етапи розробки КРБ

8.1 Стадії та етапи виконання КРБ наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

№	Назва етапу	Строк виконання	
		початок	кінець
1	Технічне завдання	—	до 26.03.23
2	Розділ 1 Аналіз технічного завдання	26.03. 23	10.06. 23
3	Розділ 2 Проектна частина	28.03. 23	10.05. 23
4	Розділ 3 Практична частина	02.04. 23	13.04. 23
5	Розділ 4 Безпека життєдіяльності, охорони праці основи	16.04. 23	27.04. 23
6	Нормоконтроль	21.05. 23	11.06. 23
7	Попередній захист	11.06. 23	18.06.23
8	Захист	з 20.06. 23	—

9. В дане ТЗ можуть вноситись зміни по узгодженню сторін.

ДОДАТОК Б  
Переліки елементів







## ДОДАТОК В

### Код програми

```
# Configuration entry
i2c:
  # ...
sensor:
  - platform: tsl2591
    name: "This little light of mine"
    id: "my_tsl2591"
    address: 0x29
    update_interval: 60s
    gain: auto
    device_factor: 53
    glass_attenuation_factor: 14.4
    visible:
      name: "TSL2591 visible light"
    infrared:
      name: "TSL2591 infrared light"
    full_spectrum:
      name: "TSL2591 full spectrum light"
    calculated_lux:
      id: i_lux
      name: "TSL2591 Lux"
    actual_gain:
      id: "actual_gain"
      name: "TSL2591 actual gain"

#include <Wire.h>
#include // Adafruit_INA219 sensor219; // Declare and instance of
INA219
void setup(void)
{

  Serial.begin(9600);
  sensor219.begin();
}
```

```

void loop(void)
{
  float busVoltage = 0;
  float current = 0; // Measure in milli amps
  float power = 0;

  busVoltage = sensor219.getBusVoltage_V();
  current = sensor219.getCurrent_mA();
  power = busVoltage * (current/1000); // Calculate the Power

  Serial.print("Bus Voltage:  ");
  Serial.print(busVoltage);
  Serial.println(" V");

  Serial.print("Current:      ");
  Serial.print(current);
  Serial.println(" mA");

  Serial.print("Power:        ");
  Serial.print(power);
  Serial.println(" W");

  Serial.println("");

  delay(2000);
}

#include "Arduino.h"
#include "EspMQTTClient.h" /*
https://github.com/plapointe6/EspMQTTClient */
/* https://github.com/knolleary/pubsubclient
*/
#define PUB_DELAY (5 * 1000) /* 5 seconds */

```

```
EspMQTTClient client(  
    "<wifi-ssid>",  
    "<wifi-password>",  
  
    "dev.rightech.io",  
    "<ric-mqtt-client-id>"  
);  
  
void setup() {  
    Serial.begin(9600);  
}  
  
void onConnectionEstablished() {  
    client.subscribe("base/relay/led1", [] (const String &payload) {  
        Serial.println(payload);  
    });  
}  
  
long last = 0;  
void publishTemperature() {  
    long now = millis();  
    if (client.isConnected() && (now - last > PUB_DELAY)) {  
        client.publish("base/state/temperature", String(random(20, 30)));  
        client.publish("base/state/humidity", String(random(40, 90)));  
        last = now;  
    }  
}  
  
void loop() {  
    client.loop();  
    publishTemperature();  
}
```



```

#define PIN_PIRSENSOR 2
#define PIN_LED 13

void setup() {
  Serial.begin(9600); // start serial connection to print out
messages to the serial monitor
  pinMode(PIN_PIRSENSOR, INPUT);
  pinMode(PIN_LED, OUTPUT);
  digitalWrite(PIN_LED, LOW); // switch off the Arduino's in-built
LED
}

void loop() {
  int movement_detected = digitalRead(PIN_PIRSENSOR);
  if (movement_detected) {
    // movement has been detected by the HC-SR501 PIR sensor
    digitalWrite(PIN_LED, HIGH); // switch on the Arduino's in-
built LED
    Serial.println("Movement detected.");
  } else {
    digitalWrite(PIN_LED, LOW); // switch off the Arduino's in-
built LED
    Serial.println("Movement not detected.");
  }
  delay(1000); // wait for one second until the next check
}

const int pinButton = 2;

void setup() {
  pinMode(pinButton, INPUT);
  Serial.begin(9600);
}

```

```
}

void loop() {
  int stateButton = digitalRead(pinButton);
  if(stateButton == 1) {
    Serial.println("PRESSED");
  } else {
    Serial.println("RELEASED");
  }
  delay(20);
}

// constants won't change
const int RELAY_PIN = 3; // the Arduino pin, which connects to
the IN pin of relay

// the setup function runs once when you press reset or power the
board
void setup() {
  // initialize digital pin as an output.
  pinMode(RELAY_PIN, OUTPUT);
}

// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);
  delay(500);
  digitalWrite(RELAY_PIN, LOW);
  delay(500);
}
```