

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНО

Завідувач кафедри

Чичура І. І.

«18» грудня 2022 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної магістерської роботи

на тему:

«МОДУЛЬ КЕРУВАННЯ АВТОМАТИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ
ПРИВАТНОГО БУДИНКУ»

Виконав:

Василь ЛУЦА

(прізвище, ім'я, по-батькові)

(підпис)

Науковий керівник:

доцент Михайло РЯБОЩУК

(вчене звання, ПІБ, посада)

(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка магістерської роботи: сторінок - 65, рисунків – 13, додатків - 3, джерел посилань - 19.

МОДУЛЬ, ОСВІТЛЕННЯ, АВТОМАТИЧНИЙ

Об'єкт дослідження – модуль керування автоматичного освітлення приватного будинку.

Мета роботи - розробити модуль керування автоматичного освітлення.

Методи дослідження – аналіз аналогів, проектування електронних схем, розробка алгоритму програми мікроконтролера.

При виконанні даної роботи проведено огляд аналогів, розглянуто ефективність використання світлодіодного освітлення, та організацію автономного освітлення. На основі даних аналізу підібрано компоненти для модуля керування. Розроблено структурну та принципову електричну схеми, модуля. Проведено моделювання й дослідження режимів та параметрів функціонування схеми.

ABSTRACT

Explanatory note of the master's thesis: 65 pages, 13 figures, 3 appendices, 19 reference sources.

MODULE, LIGHTING, AUTOMATIC

The object of the study is the automatic lighting control module of a private house.

The goal of the work is to develop an automatic lighting control module.

Research methods – analysis of analogues, design of electronic circuits, development of a microcontroller program algorithm.

During the performance of this work, a review of analogs was conducted, the effectiveness of the use of LED lighting, and the organization of autonomous lighting were considered. Based on the analysis data, the components for the control module are selected. The structural and basic electrical circuit of the module has been developed. Modeling and research of modes and parameters of the scheme's functioning was carried out.

Ужгородський національний університет

Інженерно-технічний факультет

Кафедра приладобудування

Освітньо-кваліфікаційний рівень "МАГІСТР"

Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувач кафедри
ст. викл. Ігор ЧИЧУРА

"18" грудня 2022 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ

Студенту: Луца Василь Васильович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема МР: Модуль автоматичного керування освітлення приватного помешкання
керівник роботи: Рябошук Михайло Михайлович к.ф.-м.н.,

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

затверджені Розпорядженням по ІТФ від "31" грудня 2022 року № 4.

2. Строк подання студентом роботи "10" грудня 2022 року.

3. Вихідні дані до роботи: об'єктом розробки є закінчене технічне рішення для модернізації застарілого обладнання.

Умови експлуатації пристрою:

- температура навколишнього середовища від $+5^{\circ}\text{C}$ до $+40^{\circ}\text{C}$;
- атмосферний тиск від 720 до 780 мм.рт.ст.;
- відносна вологість повітря до 95 %;
- електроживлення – мережа 220В;
- габарити і маса – мінімальні.

Характеристики пристрою:

- задання режимів освітлення користувачем за допомогою клавіатури;
- задання режимів освітлення користувачем за допомогою GSM- зв'язку;
- автоматична робота за заданим алгоритмом;
- режим заощадження;

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно розробити):

Вступ; огляд аналогів та постановка завдання; розробка структурної схеми; розробка принципової схеми; висновки.

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

- структурна схема пристрою (1 аркуш А3);
- принципова схема пристрою (1 аркуш А1);

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання " ____ " ____ 2022 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання КБР	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Огляд літератури	30.09.2021	
2	Пошук на аналіз об'єктів дослідження	10.10.2021	
3	Розробка структурної та принципової схеми	20.10.2021	
4	Вибір елементної бази	25.10.2021	
5	Розробка алгоритму та програмного забезпечення	30.10.2021	
6	Оформлення технічної документації	10.11.2021	
7	Оформлення текстової частини	20.11.2021	

Студент

(підпис)

Василь ЛУЦА

Ім'я ПРІЗВИЩЕ

Керівник МР

(підпис)

Михайло РЯБОЩУК

Ім'я ПРІЗВИЩЕ

Гарант ОП «Магістр»

(підпис)

Валентин ІВАНІЦЬКИЙ

Ім'я ПРІЗВИЩЕ

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 ОГЛЯД АНАЛОГІВ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ.....	10
1.1 Класифікація зовнішнього освітлення	10
1.2 Переваги використання світлодіодів.....	12
1.3 Ефективність використання світлодіодного освітлення	14
1.4 Організація автономного освітлення за допомогою сонячних панелей.....	17
2 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	20
2.1 Розробка алгоритму роботи.....	20
2.2 Опис структурної схеми	23
2.2 Розробка структурної схеми.....	24
3 ПІДБІР ОСНОВНИХ СКЛАДОВИХ МОДУЛЯ	27
3.1 Вибір мікроконтролера	29
3.2 Датчик руху	31
3.3 GSM-модуль.....	33
3.4 Датчик освітлення	35
3.5 Блок керування з клавіатури	37
3.6 Годинник реального часу	40
3.7 Годинник реального часу	40
4 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	43
4.1 Використані бібліотеки.....	43

					КМР.АКІТ.9526267.01.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата				
Розробив	Луца В.В.				Модуль керування автоматичного освітлення приватного будинку Пояснювальна записка	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірів	Рябошук М.					У	6	65
Т. Контр.						ДВНЗ «УжНУ», ІТФ, спец. АКІТ. 6 курс		
Н. Контр.	Ничура І.І.							
Затвердив	Ничура І.І.							

4.2	Опис GSM-модуля	44
4.3	Опис годинника реального часу	45
4.4	Команди для клавіатури	46
4.5	Увімкнення світла	48
5	ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ МОДУЛЯ ОСВІТЛЕННЯ	50
5.1	Мінімізація вартості обладнання.....	51
5.2	Енергоефективність системи	52
5.1	Технічне обслуговування	52
5.1	Рентабельність системи	54
5.1	Вартість системи	54
	ВИСНОВКИ.....	57
	ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	59
	ДОДАТКИ.....	61

ВСТУП

Системи автоматичного освітлення є актуальною темою в сфері енергоефективності та технологій розумного будинку. Ці системи стають все більш популярними завдяки своїй здатності економити енергію та підвищувати зручність для користувача.

Однією з головних причин актуальності систем автоматичного освітлення є їх здатність економити енергію. Завдяки автоматичному вимкненню світла, коли воно не потрібне, наприклад, коли в кімнаті немає людей або коли навколишнє освітлення достатньо, ці системи можуть значно зменшити споживання енергії та витрати на енергію. Це особливо важливо, оскільки світ все більше зосереджується на скороченні викидів вуглецю та боротьбі зі зміною клімату.

Ще однією причиною актуальності систем автоматичного освітлення є їх зручність і універсальність. Ці системи можна запрограмувати на вмикання або вимикання в певний час, регулювати яскравість світла залежно від рівня навколишнього освітлення та дистанційно керувати ними за допомогою смартфона чи іншого пристрою. Це дозволяє користувачам легко налаштувати освітлення відповідно до своїх потреб і вподобань.

Крім того, автоматичні системи освітлення стають все більш популярними завдяки зростаючому впровадженню технологій «розумного будинку». Ці системи можна інтегрувати з іншими пристроями розумного дому, такими як розумні термостати та системи безпеки, щоб створити більш пов'язане та автоматизоване домашнє середовище.

Загалом, системи автоматичного освітлення є актуальною та важливою темою у сфері енергоефективності та технологій розумного будинку. Оскільки світ продовжує зосереджуватися на зниженні споживання енергії та покращенні зручності, ці системи, ймовірно, продовжуватимуть набирати популярність.

Іншим фактором, що сприяє актуальності систем автоматичного освітлення, є все більша доступність цих систем на ринку. Зараз існує багато різних варіантів систем автоматичного освітлення, починаючи від простих систем, які користувач може легко встановити, і закінчуючи більш складними системами, які вимагають

					KMP.AKIT.9526267.01.000 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата		8

професійного встановлення. Це полегшує споживачам пошук системи, яка відповідає їхнім потребам і бюджету.

Крім того, розвиток нових технологій робить системи автоматичного освітлення більш досконалыми та зручними для користувача. Наприклад, використання датчиків і штучного інтелекту (AI) дозволяє цим системам ставати точнішими та реагувати на зміну умов освітлення. Це полегшує користувачам керування освітленням і досягнення бажаного рівня енергоефективності.

Іншою причиною актуальності автоматичних систем освітлення є їх потенціал покращити загальну якість життя в будинках і будівлях. Забезпечуючи оптимальний рівень освітлення та зменшуючи споживання енергії, ці системи можуть підвищити комфорт і продуктивність для мешканців. Вони також можуть покращити зовнішній вигляд і вартість будинку або будівлі.

Загалом, системи автоматичного освітлення є дуже актуальною та актуальною темою у сфері енергоефективності та технологій розумного будинку. Зі збільшенням уваги до зменшення споживання енергії, покращення зручності та покращення якості життя в будинках і будівлях ці системи, ймовірно, залишатимуться ключовим напрямком розвитку та інновацій.

1 ОГЛЯД АНАЛОГІВ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Метою цього проекту є розробка та впровадження автоматизованої системи освітлення, яка може покращити енергоефективність та зручність будинку чи будівлі. Система повинна мати можливість визначати, коли потрібне освітлення, наприклад, коли недостатньо природного освітлення або коли хтось входить у кімнату, і вмикати чи вимикати його за потреби. Система також повинна мати можливість регулювати яскравість освітлення на основі рівня навколишнього освітлення та мати можливість програмувати вмикання та вимикання в певний час. Система повинна бути сумісна з низкою типів освітлення, включаючи світлодіодне та традиційне освітлення лампами, і нею повинен легко керувати користувач через інтерфейс користувача або додаток для смартфона. Система також має бути інтегрована з іншими пристроями розумного дому, такими як термостати та системи безпеки, щоб створити більш пов'язаний та автоматизований будинок. Система має бути енергоефективною, економічно ефективною та легкою в установці та обслуговуванні [1].

1.1 Класифікація зовнішнього освітлення

Світло стало невід'ємною частиною нашого життя. Окрім очевидного використання на роботі та побуті, ми підсвічуємо рекламні банери, прикрашаємо приміщення, робимо фото та відеоматеріали, де регулюємо контраст тощо.

Класифікація світла за походженням означає класифікацію світла на основі джерела світла, яке вони виробляють. Ось кілька поширених категорій класифікації світла за походженням [2]:

а) Природне світло: природне світло – це світло, яке створюється сонцем або іншими природними джерелами, такими як вогонь або блискавка. Ця категорія включає світло, що виробляється сонцем і потрапляє в простір через вікна або мансардні вікна.

б) Штучне світло. Штучне світло – це світло, створене штучними джерелами, наприклад лампами або лампочками. Ця категорія включає такі світильники, як лампи розжарювання, світлодіодні лампи та люмінесцентні лампи.

					KMP.AKIT.9526267.01.000 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата		10

- в) Біологічно вироблене світло: біологічно вироблене світло відноситься до світла, яке виробляють живі організми, такі як світлячки або певні види водоростей.
- г) Електромагнітне випромінювання. Електромагнітне випромінювання стосується світла, яке створюється рухом заряджених частинок, наприклад світло, яке випромінює екран телевізора чи комп'ютера.

Класифікація освітлення на основі їх цільового використання або застосування [3]:

а) Загальне освітлення: загальне освітлення стосується освітлення, яке використовується для цілей загального освітлення, наприклад для забезпечення загального освітлення кімнати або робочого місця. Ця категорія включає такі світильники, як верхнє освітлення, настільні лампи та торшери.

б) Цільове освітлення: освітлення завдань відноситься до освітлення, яке спеціально розроблено, щоб допомогти з певним завданням, таким як читання чи приготування їжі. Ця категорія включає такі світильники, як настільні лампи, світильники під шафою та підвісні світильники.

в) Акцентне освітлення: акцентне освітлення – це освітлення, яке використовується для підсвічування певних особливостей або об'єктів, наприклад мистецтва чи рослин. Ця категорія включає такі світильники, як прожектори та світильники для картин.

г) Аварійне освітлення: аварійне освітлення стосується освітлення, яке використовується у разі відключення електроенергії або іншої надзвичайної ситуації. Ця категорія включає освітлювальні прилади, такі як знаки виїзду та аварійні ліхтарики.

д) Декоративне освітлення. декоративне освітлення – це освітлення, яке використовується переважно в естетичних цілях, наприклад, для створення певної атмосфери. Ця категорія включає такі світильники, як ліхтарі на шнурах і оригінальні ліхтарі.

е) Загалом класифікація освітлення допомагає класифікувати світильники на основі їхнього призначення та допомагає користувачам вибрати правильний тип світильника для своїх конкретних потреб.

1.2 Переваги використання світлодіодів

Світлодіоди – це напівпровідникові пристрої, які випромінюють світло під дією електричного струму. Некогерентне світло, яке випромінюють традиційні світлодіоди, зазвичай міститься в певній частині спектру. Колір традиційних світлодіодів залежить від хімічного складу напівпровідника, який використовується для їх створення.

Сучасні світлодіоди можуть випромінювати світло у всьому спектрі — від інфрачервоного до ультрафіолетового — що робить їх більш універсальними та корисними, ніж традиційні світлодіоди. Спеціальні світлодіоди випромінюють світло з певною довжиною хвилі та напрямком. Наразі ліхтарі такого типу доступні лише в білому кольорі, але існують способи зробити їх більш помітними – шляхом збільшення діапазону видимого світла.

Переваги світлодіодного освітлення [4]:

а) Енергоефективність: світлодіодне освітлення значно ефективніше, ніж традиційне освітлення лампами. Світлодіоди споживають на 85% менше енергії, ніж лампи розжарювання, і на 50% менше, ніж люмінесцентні лампи. Це означає, що світлодіодне освітлення може значно скоротити енергоспоживання та знизити витрати на електроенергію.

б) Термін служби: світлодіодне освітлення має набагато довший термін служби, ніж традиційне освітлення лампами. Світлодіоди можуть працювати до 50 000 годин, тоді як лампи розжарювання працюють лише близько 1000 годин, а люмінесцентні лампи – близько 10 000 годин. Це означає, що світлодіодне освітлення потрібно буде міняти рідше, що призведе до зниження витрат на обслуговування.

в) Довговічність: світлодіодне освітлення довговічніше, ніж традиційне освітлення лампами. Світлодіоди стійкі до вібрації та ударів і не мають крихких компонентів, як у лампах розжарювання. Це робить їх більш придатними для використання в суворих умовах або в місцях, де освітлення може бути зіткнуто або вдарено.

г) Яскравість і якість кольорів: світлодіодне освітлення може створювати широкий діапазон рівнів яскравості та кольорних температур, що робить його більш

					КМР.АКІТ.9526267.01.000 ПЗ	Арк
						12
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

універсальним, ніж традиційне освітлення лампами. Світлодіоди також можуть відтворювати більш стабільну та точну якість кольору порівняно з лампами розжарювання або флуоресцентними лампами.

д) Вплив на навколишнє середовище: світлодіодне освітлення є більш екологічним, ніж традиційне освітлення лампами. Світлодіоди не містять ртуті чи інших шкідливих хімічних речовин, вони виробляють менше тепла та утворюють менше відходів, ніж інші типи освітлення.

е) Початкова вартість: світлодіодне освітлення може мати вищу початкову вартість порівняно з традиційним освітленням лампами, але воно може заощадити гроші в довгостроковій перспективі завдяки своїй енергоефективності та тривалому терміну служби.

є) Сумісність із диммерами: деякі світлодіодні лампи можуть бути несумісними з традиційними диммерами, тому важливо перевірити їх перед покупкою.

ж) Час розігріву: світлодіодне освітлення має набагато коротший час розігріву порівняно з традиційним освітленням лампами, що означає, що воно досягає повної яскравості майже відразу.

з) Теплова потужність: світлодіодне освітлення виробляє набагато менше тепла, ніж традиційне освітлення лампами, що робить його безпечнішим у використанні та комфортнішим у середовищах, де високі температури можуть бути проблемою.

и) Сумісність із світильниками: для належної роботи світлодіодного освітлення можуть знадобитися інші світильники або модифікації традиційних лампових освітлювальних приладів. Перед покупкою важливо перевірити сумісність світлодіодного освітлення з наявними світильниками.

Недоліки такого освітлення [5]:

а) Якщо лампи експлуатуються в приміщенні з температурою вище 60 °С, термін їх служби значно скорочується.

б) Може мати засліплюючий ефект, якщо жодним чином не сприяти розсіюванню світла.

в) Ви можете придбати прилад від поганого виробника, і тоді, можливо, термін служби буде меншим за стандартний.

г) Ціна. Світлодіодне освітлення коштує трохи дорожче, ніж традиційне освітлення.

Як бачимо, переваг значно більше, ніж недоліків, і це дійсно так. Світлодіодні світильники, лампи або панелі – це майбутнє, яке швидко увірвалося в сьогодення. Якщо хтось упереджено ставиться до звичайних ламп через їх дешевизну, це велика помилка. Чому б не платити трохи більше за раз і насолоджуватися якісним яскравим світлом більше року.

1.3 Ефективність використання світлодіодного освітлення

В даний час скорочення попиту на енергію в житлових, комерційних і промислових зонах є важливою глобальною проблемою. Зокрема, значна частина загального споживання електроенергії припадає на освітлення, і величезна кількість цієї енергії витрачається даремно через неефективну систему керування світлом. Зазвичай у випадку аудиторій, великих класних кімнат, офісних приміщень, комерційних місць тощо для освітлення кімнати використовується велика кількість електричних ламп, наприклад від 10 до 100 ламп.

Зазвичай ці кімнати отримують достатньо зовнішнього світла вдень через вікна та двері. Отже, значну кількість енергії можна було б заощадити, регулюючи штучне освітлення навколишнім освітленням. Крім того, споживання електроенергії можна ще більше знизити за рахунок належного керування світлом [6].

Ефективність використання світлодіодного освітлення можна оцінити за критерієм вартості за енергоспоживання. До прикладу порівняємо 100 звичайних ламп та LED

Якщо 100 класичних ламп потужністю 60 Вт замінити на світлодіодні лампи потужністю 9 Вт, то економія електроенергії складе:

$$(60 \text{ Вт} - 9 \text{ Вт}) \times 100 \text{ ламп} = 5100 \text{ Вт} \quad (1.1)$$

Це означає, що економія енергії становитиме приблизно 5100 Вт, або 5,1 кіловат. Щоб виразити це в термінах вартості енергії, ми можемо використати таку формулу:

Вартість енергії = (споживання енергії в кіловатах x годин використання x вартість енергії за кіловат-годину) / 1000

Наприклад, якщо вартість електроенергії за кіловат-годину становить 0,10 доларів США, а лампи використовуються протягом 8 годин на день, економія витрат на електроенергію буде:

$$\text{Вартість енергії} = (5,1 \times 8 \times 0,10 \$) / 1000 = 0,04064 \$ \text{ на день} \quad (1.2)$$

Це означає, що економія витрат на електроенергію становитиме приблизно 0,04 доларів США на день, або 14,40 доларів США на рік.

Звичайно, ці розрахунки будуть відрізнятися залежно від конкретної вартості енергії та використання ламп. Важливо враховувати ці фактори при розрахунку потенціалу енергозбереження від заміни традиційних ламп на світлодіодне освітлення.

Щоб оцінити запропоновану систему з точки зору енергозбереження, спочатку необхідно дослідити скільки енергії споживається при звичайному споживанні в місяць. При чому необхідно врахувати тривалість дня у різну пору року. У цьому випадку ми знайшли середнє споживання електроенергії за вибрані дні як 0,572 кВт-год [7] (рис 1.1).

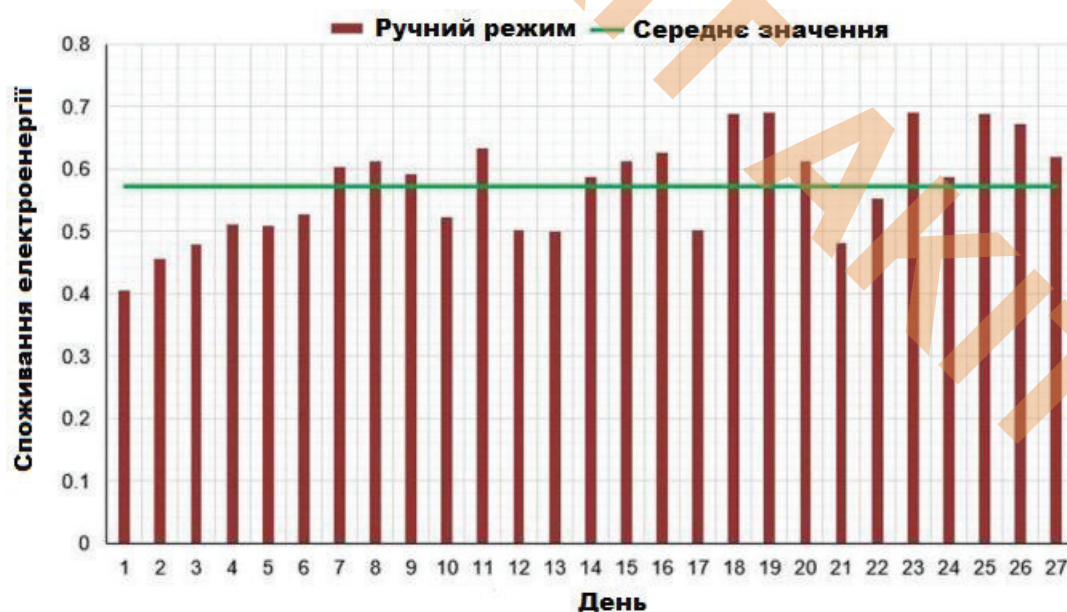


Рисунок 1.1 – Споживання електроенергії за місяць

Далі необхідно змодельовати роботу системи освітлення, яка б вмикала світло в необхідний час, а також автоматично його вимикала. Крім того, була впроваджена система автоматичного керування, щоб контролювати всі світильники цієї кімнати протягом наступних двадцяти семи днів протягом зазначеного періоду, і дані про спожиту потужність системи були записані. Зображений на рис. 1.2 графік залежності споживання електроенергії від днів в автоматичному режимі керування, де середнє споживання електроенергії становить 0,318 кВт/год.

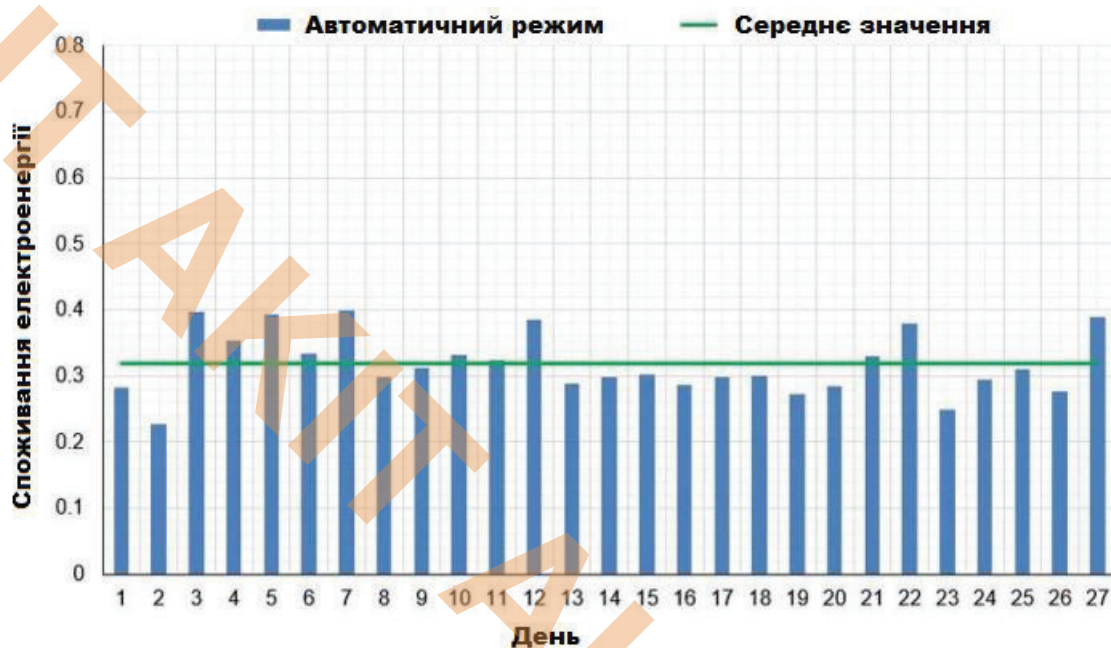


Рисунок 1.2 – Споживання електроенергії в автоматичному режимі

Результат дослідження демонструє, що запропонована інтелектуальна система керування світлом економить значну кількість енергії порівняно з існуючою системою з ручним керуванням. Точніше, запропонована інтелектуальна система керування світлом може економити до 44% електроенергії порівняно з існуючою системою [8]. Показане на рис. 1.3 повне порівняння енергоспоживання між автоматичною та ручною системами керування світлом, де автоматичні системи керування освітленням показують кращу ефективність з точки зору економії електроенергії порівняно з ручною системою.

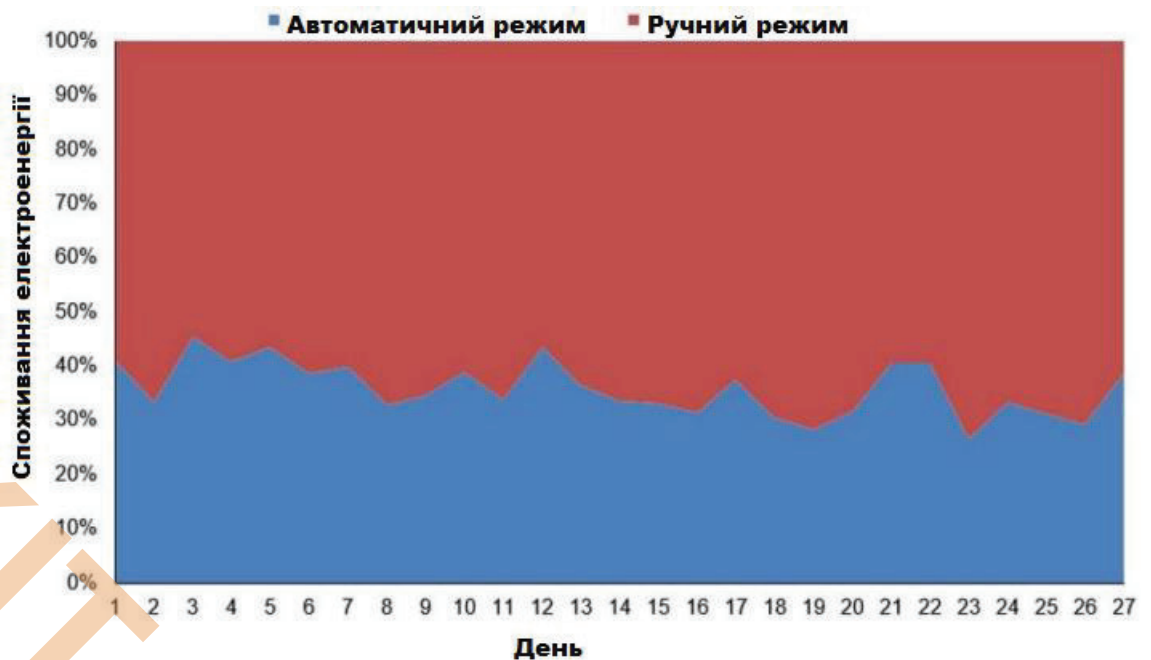


Рисунок 1.3 – Порівняння автоматичного та ручного режиму споживання електроенергії

1.4 Організація автономного освітлення за допомогою сонячних панелей

Автоматичний моніторинг використання сонячних фотомодулів як джерела відновлюваної енергії для освітлення щоденних ламп є ідеальним рішенням, якщо немає можливості підключити систему до загальної електричної мережі. Тож я скажу вам, хто хоче бути повністю автономним від зовнішнього світу. Завдяки простоті установки, він може бути використаний для тимчасового освітлення в будь-який час, а потім його можна демонтувати [9]. Хорошим прикладом організації автономного освітлення за допомогою сонячної панелі та датчика керування є вуличні лампи, принцип роботи якого представлений на рисунку 1.4.

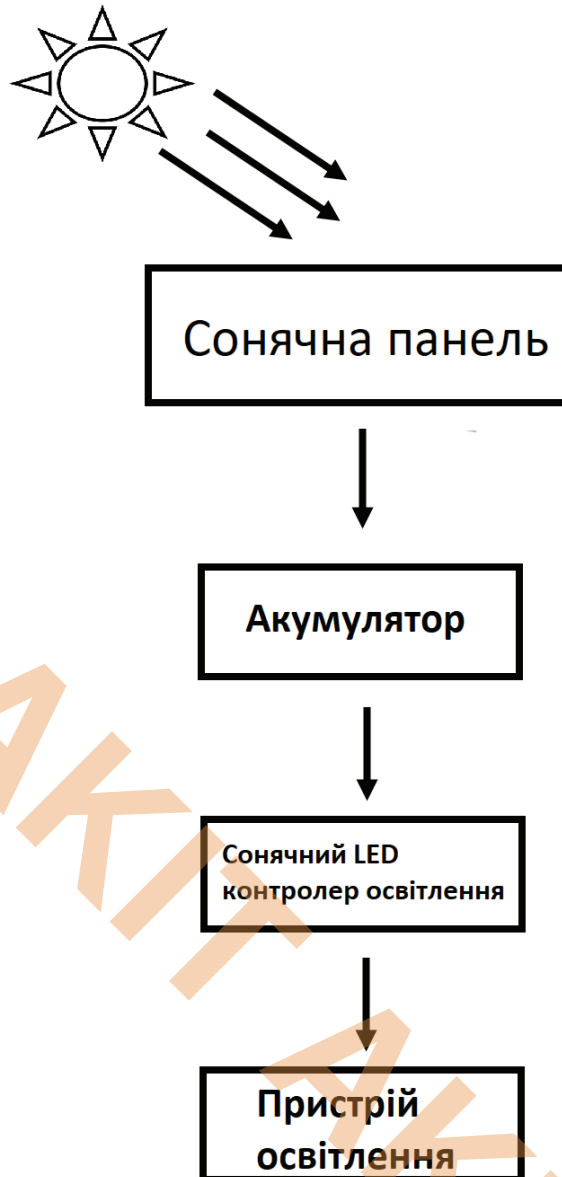


Рисунок 1.4 – Схема роботи вуличного освітлення на сонячній панелі

Переваги таких установок [10]:

а) автономні системи освітлення на основі сонячних модулів не шкідливі для природного середовища, не вимагають переробки (окрім акумуляторів), не мерехтять, не виробляють шуму, забезпечують приємне і яскраве світло. У ультрафіолетовому діапазоні немає радіації. Запропоновані технології також мають більш високу ефективність, ніж звичні системи старих типів;

б) можуть бути встановлені незалежно від енергетичної мережі: світлодіодне освітлення на сонячних батареях не вимагає зовнішньої енергії або змінних елементів. Щоб встановити джерело світла в будь-якій точці на

Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата

території проекту, необхідно просто встановити пристрій – сонячний батарейний блок (PV–модуль);

в) зробити ефективні і економічні рішення при використанні його, у порівнянні з звичайними джерелами світла. Час окупності таких світлодіодних ламп становить до 1,5 років.

г) висока енергоефективність;

д) ресурс роботи освітлення до 100000 годин;

е) компактність, легкість і надійність обладнання;

є) незалежність від електричної мережі;

ж) обладнання не вимагає обслуговування і підключення до мережі; відсутність оплати електроенергії;

з) сучасний дизайн обладнання.

2 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розробка алгоритму роботи

Розробка алгоритму є найважливішою задачею при проектуванні освітлювального приладу на мікроконтролері. Розробка робочого алгоритму здійснюється паралельно з розробкою структурної схеми. Зі створенням алгоритму процес роботи обладнання буде зрозумілий з першого погляду.

Алгоритм роботи такої автоматизованої системи керування освітленням може бути наступним (рис. 2.1):

1. Ініціалізація: систему ввімкнено, усі компоненти ініціалізовано та підключено до плати Arduino. Світлодіодні індикатори вимикаються, а GSM-модуль підключається до мобільної мережі.

2. Контроль датчиків: система постійно контролює датчики руху та датчики світла, щоб виявити будь-які зміни в навколишньому середовищі. У разі виявлення руху система активує світлодіоди у відповідній зоні. Якщо рівень навколишнього освітлення змінюється, система відповідно регулює яскравість світлодіодних ламп.

3. Контроль введення з клавіатури: система також контролює контрольну клавіатуру для будь-якого введення користувача. Якщо натиснути певну кнопку, система активує відповідну дію, наприклад, увімкнення всіх світлодіодів або регулювання їх яскравості.

4. Вхід датчика в реальному часі: система також контролює датчик у реальному часі, щоб визначити поточний час і дату. Ця інформація використовується для налаштування світлодіодних ламп і РК-індикатора за потреби.

5. Зв'язок модуля GSM: якщо модуль GSM увімкнено, система може спілкуватися з мобільним пристроєм через SMS або з'єднання для передачі даних. Це дозволяє користувачеві віддалено керувати системою та отримувати сповіщення від системи.

6. Дисплей РК-індикатора: система оновлює РК-індикатор інформацією про стан системи, такою як поточний час і дата, яскравість світлодіодних індикаторів, а також будь-які сповіщення або попередження.

Загалом система працює шляхом постійного моніторингу датчиків і отримання вхідних даних від клавіатури керування та GSM-модуля для керування світлодіодними лампами та відображення інформації на РК-індикаторі.

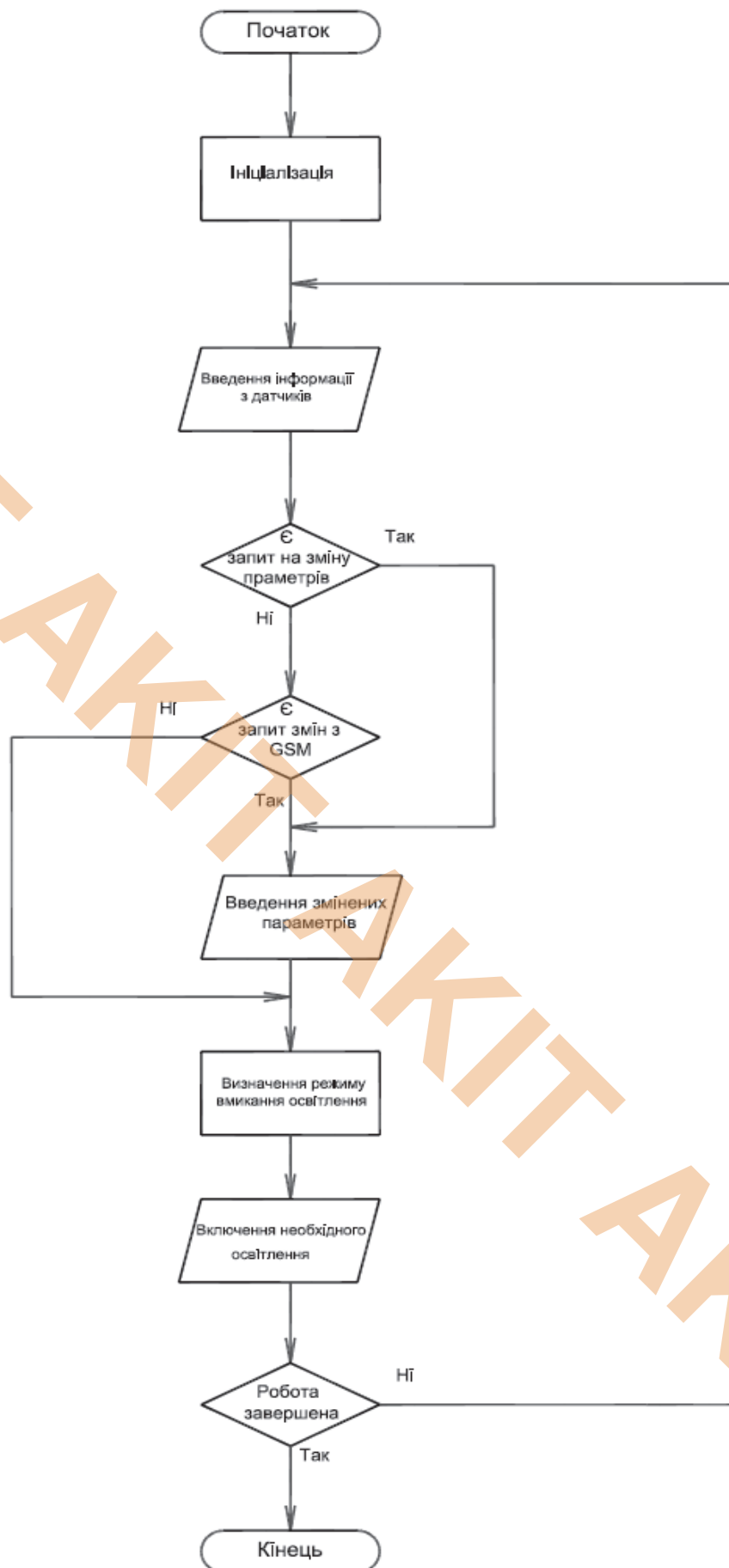


Рисунок 2.1 – Алгоритм роботи модуля керування освітлення

2.2 Опис структурної схеми

За алгоритмом роботи освітлювального обладнання складемо структурну схему обладнання. Схема складається з кількох основних блоків, які виконують певний обсяг роботи в схемі та пов'язані між собою. З'єднання вказані лише між тими блоками, які будуть взаємодіяти під час роботи пристрою на основі мікроконтролера.

Вхідні дані від датчиків руху та модулів для мобільних телефонів, GPS-трекерів і годинників реального часу об'єднуються для створення системи обробки даних. Далі йде мікроконтролер, який виконує фактичну обробку даних шляхом прийому та обробки інформації. Згодом вхідні сигнали приймаються мікроконтролером, а потім передаються на освітлювальне обладнання – світлодіодні лампи, які освітлюють територію. Структурна схема приведена на рис.2.2.

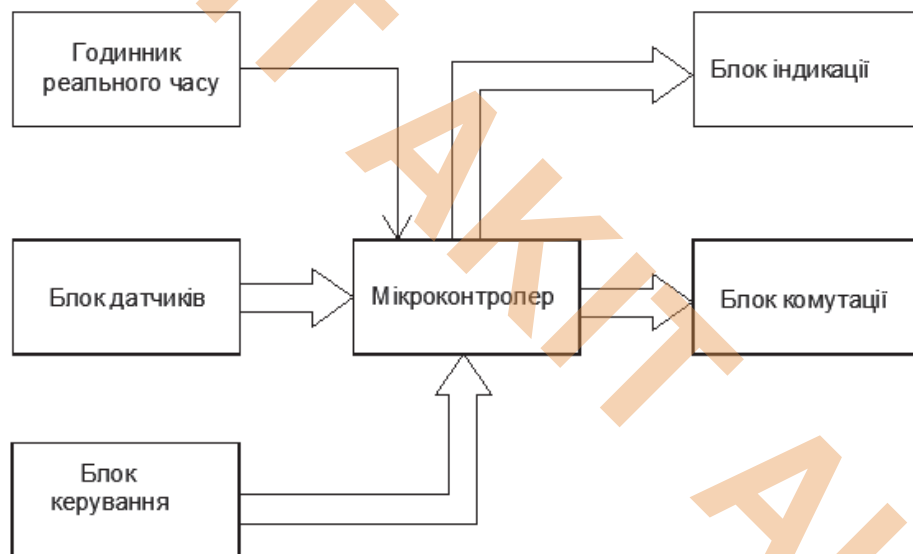


Рисунок 2.2 - Структурна схема модуль керування автоматичного освітлення приватного будинку

Опис структурної схеми: шість клавiш підключені безпосередньо до мікроконтролера через порти, діючи як клавіатура, і інформація надходить до мікроконтролера, який отримує та обробляє інформацію.

Як тільки мікроконтролер отримує інформацію, сигнал передається на РК-дисплей через виходи до портів.

На дисплеї буде виводитись значення яскравості, дату та час.

Оператори можуть дистанційно налаштовувати або змінювати параметри за допомогою модуля GSM.

Клавіатура використовується після ініціалізації пристрою, якою користується оператор. Призначена для зміни параметрів користувачем або для введення початкових значень. Після цього мікроконтролер обробляє інформацію і запускає або завершує роботу пристрою.

Мікроконтролер (МК) записує дані та інформацію, що надходять, а також сигнали від датчиків руху. Він також обробляє дані, зібрані модулем мережі GSM. Мікроконтролер може читати дані, збережені в пам'яті, і виконувати додаткові функції. Це включає прийом і обробку команд та запитів, набраних на клавіатурі. Оскільки МК читає власну пам'ять, він навіть може записувати нові дані.

Обраний мікроконтролер працює як комутатор завдяки модулю GSM. Ми можемо дистанційно змінювати параметри за допомогою цього модуля, що усуває проблему високого енергоспоживання. Керуючи через модуль GSM, оператор може змінювати ці параметри, а отримані дані далі обробляються мікроконтролером. Це призводить до того, що світло в кімнаті залишається ввімкнутим або перестає освітлювати приміщення.

2.3 Розробка структурної схеми

Загалом, електрична схема системи автоматизованого керування світлом буде включати наступні компоненти:

Датчики: датчики, як-от датчики руху або датчики світла, використовуються для виявлення необхідності освітлення та запуску системи, щоб увімкнути або вимкнути його.

Панель керування: Панель керування є центральним вузлом системи, де підключаються датчики та програмується система. Панель керування може містити інтерфейс користувача або додаток для смартфона для керування системою.

					КМР.АКІТ.9526267.01.000 ПЗ	Арк
						24
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Джерело живлення: Джерело живлення, наприклад розетка або акумулятор, забезпечує енергію, необхідну для роботи системи.

Світильники: світлодіодні або традиційні лампи є компонентами системи, які забезпечують освітлення.

Електропроводка: Електропроводка з'єднує всі компоненти системи та дозволяє їм спілкуватися та функціонувати належним чином.

Датчики в автоматизованій системі керування освітленням Arduino підключені до плати Arduino та використовуються для збору даних про навколишнє середовище. Датчики руху виявляють рух у зоні та надсилають сигнал на плату Arduino, яка потім активує світлодіодні ліхтарі. Датчики світла виявляють рівень освітленості в зоні і, якщо він нижче певного порогу, надсилають сигнал на плату Arduino для активації світлодіодів. Клавіатура керування дозволяє користувачеві вручну активувати світлодіодні лампи, а датчик реального часу збирає дані про навколишнє середовище в режимі реального часу та надсилає їх на плату Arduino для відображення на РК-індикаторі. Усі ці датчики працюють разом, щоб надавати дані на плату Arduino, яка потім керує світлодіодними лампами на основі цих даних.

Ось деякі додаткові фізичні параметри, які можуть мати відношення до автоматизованої системи керування освітленням, зокрема щодо температури та вологості:

а) Діапазон робочих температур: Діапазон робочих температур означає діапазон температур, у межах якого система може нормально функціонувати. Якщо система буде піддаватися впливу екстремальних температур, важливо переконатися, що вона розроблена для роботи в бажаному температурному діапазоні.

б) Чутливість до температури: деякі компоненти системи можуть бути більш чутливими до змін температури, ніж інші. Важливо враховувати температурну чутливість кожного компонента та переконатися, що він захищений або екранований, якщо це необхідно, щоб запобігти пошкодженню.

в) Діапазон вологості: діапазон вологості означає діапазон рівнів вологості, в межах якого система може нормально функціонувати. Якщо система буде

піддаватися впливу екстремальних рівнів вологості, важливо переконатися, що вона розроблена для роботи в бажаному діапазоні вологості.

г) Чутливість до вологості: як і чутливість до температури, деякі компоненти системи можуть бути більш чутливими до змін вологості, ніж інші. Важливо враховувати чутливість кожного компонента до вологи та переконатися, що він захищений або екранований, якщо це необхідно, щоб запобігти пошкодженню.

Загалом, електрична схема для автоматизованої системи керування освітленням має чітко показувати взаємозв'язки та зв'язки між усіма компонентами системи та те, як вони працюють разом для досягнення бажаних результатів. При розробці та впровадженні електричної схеми системи автоматизованого керування освітленням важливо дотримуватися відповідних інструкцій з електробезпеки.

3 ПІДБІР ОСНОВНИХ СКЛАДОВИХ МОДУЛЯ

Існує кілька різних способів створення системи автоматизованого керування світлом:

Підхід «зроби сам»: маючи відповідні знання та інструменти, можна створити автоматизовану систему керування світлом з нуля, використовуючи окремі компоненти, такі як мікроконтролери, датчики та освітлення. Такий підхід дає змогу повністю налаштувати систему та налаштувати її під конкретні потреби та цілі.

Готові комплекти: доступні також різноманітні готові комплекти, які включають усі компоненти, необхідні для створення автоматизованої системи керування світлом. Ці комплекти можуть бути зручним варіантом для тих, хто не має необхідних знань або інструментів для створення системи з нуля.

Професійне встановлення: Іншим варіантом є розробка професійної компанії та встановлення системи автоматизованого керування світлом. Цей варіант може бути дорожчим, але він може бути зручним і може запропонувати додаткові переваги, такі як технічна підтримка та гарантії.

Загалом, існує кілька різних способів створення автоматизованої системи керування освітленням, включаючи створення її з нуля, використання попередньо виготовленого набору або наймання професійної компанії для проектування та встановлення системи. Найкращий варіант залежатиме від конкретних потреб і цілей системи, а також від наявних ресурсів і досвіду.

Ось деякі потенційні переваги власноруч виготовленої автоматизованої системи керування світлом:

Налаштування: Створення системи автоматизованого керування світлом з нуля дозволяє повністю налаштувати систему. Це означає, що його можна адаптувати спеціально до потреб і цілей системи, і можна включити будь-які бажані функції чи можливості.

Економія коштів: Створення автоматизованої системи керування освітленням з нуля може бути економічно ефективнішим, ніж придбання готового комплекту або наймання професійної компанії для проектування та встановлення системи. Це

може бути особливо корисним, якщо система має особливі потреби або вимоги, які можуть не задовольнитися за допомогою готових комплектів або професійних установок.

Гнучкість — ще одна потенційна перевага автоматизованої системи керування освітленням, виготовленої вручну. Побудова системи з нуля дозволяє повністю налаштувати систему, що означає, що її можна адаптувати спеціально до потреб і цілей системи. Це може зробити систему більш гнучкою та здатною адаптуватися до мінливих потреб або вимог.

Наприклад, якщо систему потрібно розширити або модифікувати в майбутньому, може бути легше внести зміни в систему, створену вручну, оскільки вона була створена з нуля та може бути модифікована відповідно до конкретних потреб системи. Навпаки, готовий набір або професійна установка можуть бути більш обмеженими з точки зору гнучкості та можливості модифікації.

Загалом, створення автоматизованої системи керування освітленням з нуля може запропонувати рівень гнучкості, який може бути неможливим за допомогою готових комплектів або професійних установок. Це може зробити систему більш адаптивною та здатною задовольняти мінливі потреби чи вимоги в майбутньому.

Загалом, створення автоматизованої системи керування освітленням з нуля може запропонувати ряд переваг, включаючи налаштування, економію коштів, гнучкість тощо.

Пошук аналогів або подібних продуктів може бути важливим у ряді аспектів при проектуванні системи автоматизованого керування світлом:

Порівняння вартості: порівнюючи вартість різних продуктів, можна знайти найбільш економічно ефективне рішення для системи. Це може допомогти гарантувати, що система буде максимально бюджетною.

Порівняння продуктивності: порівнюючи продуктивність різних продуктів, можна знайти найкраще рішення для системи. Це може допомогти переконатися, що система функціонує належним чином і відповідає потребам і цілям системи.

Сумісність: порівнюючи сумісність різних продуктів, можна переконатися, що різні компоненти системи сумісні один з одним і можуть ефективно працювати разом.

Якість: порівнюючи якість різних продуктів, можна переконатися, що система побудована з високоякісних компонентів, які є довговічними та надійними.

Загалом пошук аналогів є важливим кроком у процесі проектування системи автоматизованого керування освітленням, оскільки він дозволяє порівнювати й оцінювати різні продукти, щоб знайти найкраще рішення для ваших потреб і цілей.

Отже для створення такої системи необхідні наступні компоненти:

1. Мікроконтролер.
2. 2 датчика руху.
3. GSM модуль.
4. 3 датчика освітлення.
5. Клавіатура керування.
6. Датчик реального часу.
7. 8 світлодіодів.
8. РК-індикатор.
9. Провід і роз'єми.
10. Блок живлення.
11. Мобільний пристрій з підключенням до Інтернету (для дистанційного керування).

3.1 Вибір мікроконтролера

Arduino — це електронна платформа з відкритим кодом, яка складається з апаратного забезпечення (плати мікроконтролерів) і програмного забезпечення (інтегроване середовище розробки Arduino – IDE). Його розроблено, щоб полегшити людям створення інтерактивних проектів за допомогою датчиків, приводів та інших електронних компонентів. У даному проекті ми використаємо Arduino Mega (рис 3.1)

Одна з головних переваг використання Arduino полягає в тому, що з ним легко почати роботу навіть для тих, хто має невеликий досвід програмування або взагалі

					КМР.АКИТ.9526267.01.000 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата		29

його не має. Arduino IDE використовує спрощену версію мови програмування C++, що полегшує вивчення та розуміння. Крім того, платформа Arduino має велику та активну спільноту користувачів, які діляться своїми проектами та пропонують підтримку іншим. Це полегшує пошук допомоги та ресурсів під час роботи над проектом.

Arduino також дуже універсальний і може використовуватися в широкому діапазоні програм, включаючи робототехніку, домашню автоматизацію, проекти Інтернету речей (IoT) тощо. Він також відносно недорогий, що робить його хорошим варіантом для тих, хто працює з обмеженим бюджетом.

Загалом Arduino — це потужна та проста у використанні платформа, яку можна використовувати для створення широкого спектру інтерактивних проектів. Це чудовий вибір для тих, хто хоче розпочати роботу в електроніці та програмуванні, і його можна використовувати для створення проектів від простих до складних.

Існує багато мікроконтролерних плат і платформ, схожих на Arduino за своїми можливостями та призначенням. Деякі приклади:

Raspberry Pi: Raspberry Pi — це недорогий одноплатний комп'ютер, який можна використовувати для широкого спектру додатків, зокрема як платформу для розробки електронних проектів. Він потужніший, ніж плата Arduino, і може працювати з повною операційною системою, але він також дещо складніший у використанні та може вимагати більш просунутих навичок програмування.

BeagleBone: BeagleBone — це одноплатний комп'ютер, схожий на Raspberry Pi за своїми можливостями та призначенням. Він потужніший, ніж плата Arduino, і може працювати з повною операційною системою, але він також дорожчий і може більше підходити для досвідчених користувачів.

ESP32: ESP32 — це плата мікроконтролера, схожа на Arduino за своїми можливостями та призначенням. Він відомий своїм низьким енергоспоживанням і підключенням до Wi-Fi, що робить його добре придатним для додатків IoT.

Вибираючи плату чи платформу мікроконтролера, слід враховувати багато факторів, і правильний вибір залежатиме від ваших конкретних потреб і цілей. Arduino зазвичай вважається гарним вибором для тих, хто новачок у електроніці та

					КМР.АКІТ.9526267.01.000 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата		30

програмуванні, оскільки він простий у використанні та має велику та активну спільноту користувачів, які можуть запропонувати підтримку та ресурси. Він також відносно недорогий, що робить його хорошим вибором для тих, хто працює з обмеженим бюджетом. Однак, якщо вам потрібна більша потужність або розширені функції, інші варіанти, такі як Raspberry Pi або BeagleBone, можуть бути більш підходящими.

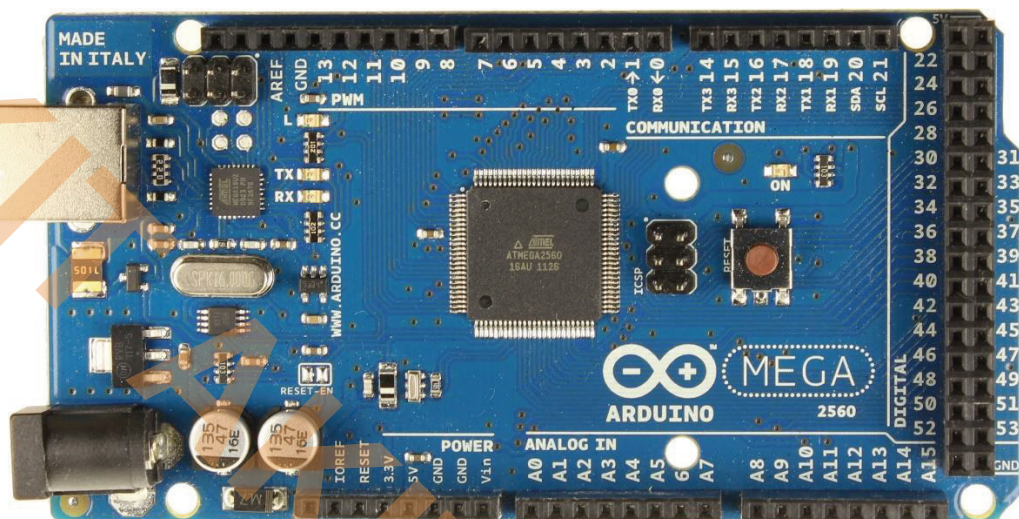


Рисунок 3.1 – Мікроконтролер Arduino Mega

3.2 Датчик руху

PIR датчик руху HC-SR501 (рис. 3.2) є популярним вибором для використання в системі автоматизованого керування освітленням, оскільки він надійний, простий у використанні та доступний.



Рисунок 3.2 – Датчик руху HC-SR501

Деякі конкретні причини, чому це хороший вибір, включають:

а) Висока чутливість: HC-SR501 здатний виявляти рух на відстані до 7 метрів, що робить його придатним для використання в різних приміщеннях.

б) Регульована чутливість: чутливість датчика можна регулювати відповідно до конкретних потреб системи, що дозволяє краще контролювати її роботу.

в) Низьке енергоспоживання: HC-SR501 розроблено для енергоефективності, споживаючи дуже мало енергії під час використання. Це допомагає зменшити витрати на електроенергію та подовжити термін служби датчика.

г) Простота встановлення: HC-SR501 легко встановити та вимагає мінімальної кількості проводів, що робить його простим вибором для широкого спектру застосувань.

Загалом PIR датчик руху HC-SR501 є надійним і економічно ефективним вибором для використання в системі автоматизованого керування освітленням.

На ринку доступно багато різних типів датчиків руху, і кожен має свої унікальні функції та можливості. Деякі альтернативи PIR датчику руху HC-SR501 включають:

а) Ультразвуковий датчик руху: цей тип датчика використовує звукові хвилі для виявлення руху та, як правило, точніший, ніж PIR-датчики. Однак вони можуть бути дорогими і на них можуть впливати перешкоди або інші предмети в навколишньому середовищі.

б) Інфрачервоний датчик руху: Цей тип датчика використовує інфрачервоне світло для виявлення руху та, як правило, є більш чутливим, ніж датчики PIR. Однак вони можуть бути менш надійними за певних умов, наприклад, коли навколишнє освітлення або коли температура швидко змінюється.

в) Мікрохвильовий датчик руху: цей тип датчика використовує мікрохвилі для виявлення руху та, як правило, точніший, ніж PIR-датчики. Однак вони можуть бути дорогими та на них можуть впливати перешкоди від інших електронних пристроїв.

Загалом, найкращий вибір датчика руху залежатиме від конкретних потреб і вимог системи. PIR датчик руху HC-SR501 є надійним і економічно ефективним вибором для багатьох додатків, але інші типи датчиків можуть краще підходити для певних середовищ або програм.

3.3 GSM-модуль

Модуль SIM800L GSM/GPRS (рис. 3.3) вважається надійним і економічно ефективним вибором для автоматизованої системи керування освітленням з кількох причин:

Широка сумісність: GSM/GPRS-модуль SIM800L сумісний із широким спектром мікроконтролерів, включаючи Arduino, що робить його універсальним вибором для автоматизованої системи керування світлом.

Низьке енергоспоживання: GSM/GPRS-модуль SIM800L розроблений для низького енергоспоживання, що робить його енергоефективним вибором для автоматизованої системи керування світлом.

Низька вартість: GSM/GPRS-модуль SIM800L зазвичай вважається економічно ефективним вибором порівняно з іншими GSM/GPRS-модулями на ринку.

Широкий спектр функцій: GSM/GPRS-модуль SIM800L пропонує широкий спектр функцій, включаючи підтримку SMS, GPRS і голосових викликів, що робить його універсальним вибором для автоматизованої системи керування світлом.

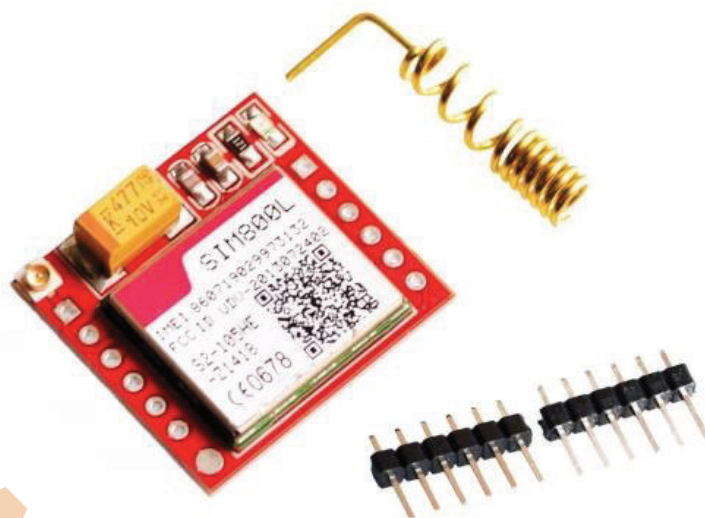


Рисунок 3.3 – GSM-модуль SIM800L

Загалом, GSM/GPRS-модуль SIM800L є популярним вибором для автоматизованої системи керування світлом завдяки широкій сумісності, низькому енергоспоживанню, низькій вартості та широкому набору функцій. Зазвичай вважається надійним і економічно ефективним вибором для інтеграції функціональності GSM/GPRS у систему автоматизованого керування освітленням.

Деякі аналоги модуля SIM800L GSM/GPRS, які зазвичай використовуються в автоматизованих системах керування світлом, включають:

Модуль SIM800H GSM/GPRS: Цей модуль схожий на модуль SIM800L GSM/GPRS і пропонує подібні функції, але він розроблений для більшої вихідної потужності та, як правило, дорожчий.

Модуль GSM/GPRS SIM900: цей модуль також схожий на модуль GSM/GPRS SIM800L і пропонує подібні функції, але має більший форм-фактор і, як правило, дорожчий.

Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата

Модуль A6 GSM/GPRS: Цей модуль є новішою альтернативою модулю GSM/GPRS SIM800L і пропонує подібні функції, але він розроблений для меншого енергоспоживання та, як правило, дешевший.

Загалом GSM/GPRS-модуль SIM800L схожий на ці інші GSM/GPRS-модулі щодо можливостей і функцій, але він може відрізнятися за вихідною потужністю, форм-фактором і вартістю. Важливо ретельно порівняти ці фактори при виборі модуля GSM/GPRS для автоматизованої системи керування світлом, щоб переконатися, що він відповідає конкретним потребам і цілям системи.

3.4 Датчик освітлення

Датчик освітлення TSL2561 (рис 3.4) вважається надійним і точним вибором для вимірювання рівнів навколишнього освітлення в автоматизованій системі керування освітленням з кількох причин:

Висока точність. Датчик освітленості TSL2561 розроблено для високого рівня точності вимірювання рівня навколишнього освітлення, що робить його надійним вибором для автоматизованої системи керування освітленням.

Широкий діапазон чутливості. Датчик освітленості TSL2561 має широкий діапазон чутливості, що дозволяє вимірювати рівні освітлення в широкому діапазоні інтенсивності. Це робить його придатним для використання в різних середовищах освітлення.

Низьке енергоспоживання: Датчик освітленості TSL2561 розроблений для низького енергоспоживання, що робить його енергоефективним вибором для автоматизованої системи керування світлом.

Компактний розмір: Датчик освітлення TSL2561 має компактний розмір, що спрощує його встановлення та інтеграцію в автоматизовану систему керування світлом.

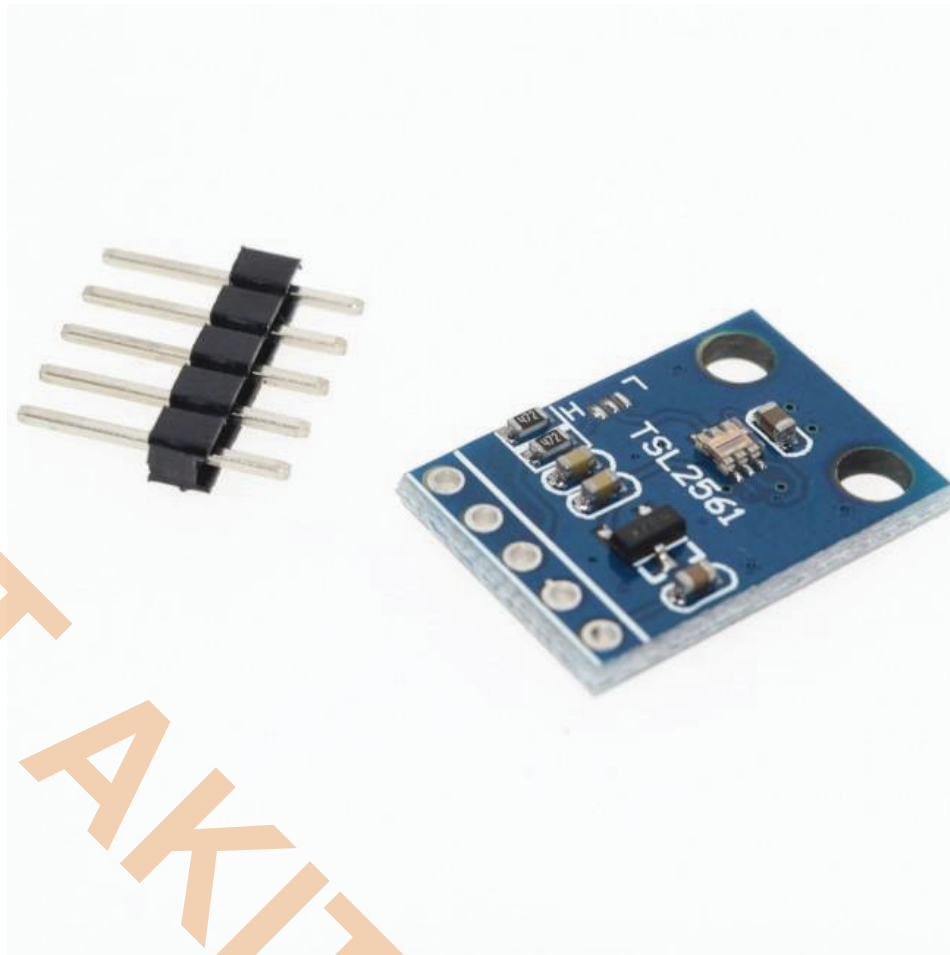


Рисунок 3.4 – Датчик освітлення TSL2561

Загалом датчик освітленості TSL2561 є популярним вибором для вимірювання рівнів навколишнього освітлення в автоматизованій системі керування освітленням завдяки його високій точності, широкому діапазону чутливості, низькому енергоспоживанню та компактному розміру. Зазвичай вважається надійним і точним вибором для цієї програми.

Деякі альтернативи датчику освітлення TSL2561 включають:

1. BH1750FVI: Цей датчик схожий на TSL2561, але він має вищу роздільну здатність і може точніше вимірювати рівень освітлення. Однак це може бути дорожчим і може вимагати більш складного проведення.

2. TCS34725: цей датчик більш чутливий, ніж TSL2561, і може вимірювати ширший діапазон рівнів освітлення. Однак це може бути дорожчим і може вимагати більш складного встановлення.

3. Фоторезистор: цей тип датчика менш точний, ніж TSL2561, і може бути непридатним для використання в точних програмах. Однак, як правило, це дешевше і простіше у використанні.

Загалом, датчик освітленості TSL2561 є хорошим вибором для багатьох застосувань, оскільки він точний, простий у використанні та доступний. Він має широкий спектр застосувань і підходить для використання в різноманітних середовищах. Крім того, він є відносно енергоефективним і споживає дуже мало енергії під час використання, що робить його економічно ефективним вибором для багатьох проектів.

3.5 Блок керування з клавіатури

У багатьох додатках МК працює автономно за попередньо заданою програмою без втручання людини. До цього додається інтерактивна система МК, що включає людини–оператора у схему управління. Найпростішим прикладом інтерактивної системи управління є керований МК, що вимагає введення оперативної інформації та її відображення.

Цифрові, буквено–цифрові та спеціальні клавіатури є найпоширенішими пристроями введення та виведення в системах МК.

На платі емулятора використовується некодуюча (матрична) клавіатура, що є простою матрицею двійкових, що містяться на перетинах рядків і стовпців матриці. Ідентифікація (кодування) натиснутих на клавіатурі клавіш проводиться програмно.

Для підтримки клавіатури у системі МК використовується процедура натискання клавіші та введення коду.

Ця процедура періодично опитує клавіатуру, доки не буде натиснута кнопка. Вбудована в основну програму, вона блокує виконання команд в основній програмі та допоміжних процедурах в очікуванні натискання клавіші. Натискання будь–якої клавіші на клавіатурі (крім клавіші S1 – «Скинути») переводить керування на інший крок.

Розглянемо, як виконується процедура введення інформації з матричної клавіатури 2х3, що містить шість цифрових клавіш (1–6) та одне керування (клавіша «Введення»).

Підключення клавіатури організовано через порт мікроконтролера. Лінії PE0–PE3 на порті E використовуються для сканування, а лінії PE4–PE6 на тому порту використовуються для опитування матриці ключів. Кожен ключ у такій матриці має свій номер, що відповідає його положенню. Клавіша S1 ("Reset") не сканується, S6 ("Enter") має свій номер, але працює інакше, ніж цифрові клавіші – допомагає завершити етапи введення цифр. Діоди запобігають короткому замиканню ліній сканування при одночасному натисканні кількох клавіш.

Процедура введення коду натискання кнопки складається з низки приватних процедур. сканування матриці клавіш, усунення брязкальця контактів та ідентифікація кодів натискання клавіш. Процедура сканування суміщена з процедурою ідентифікації, алгоритм якої наведено нижче (рис. 3.5).

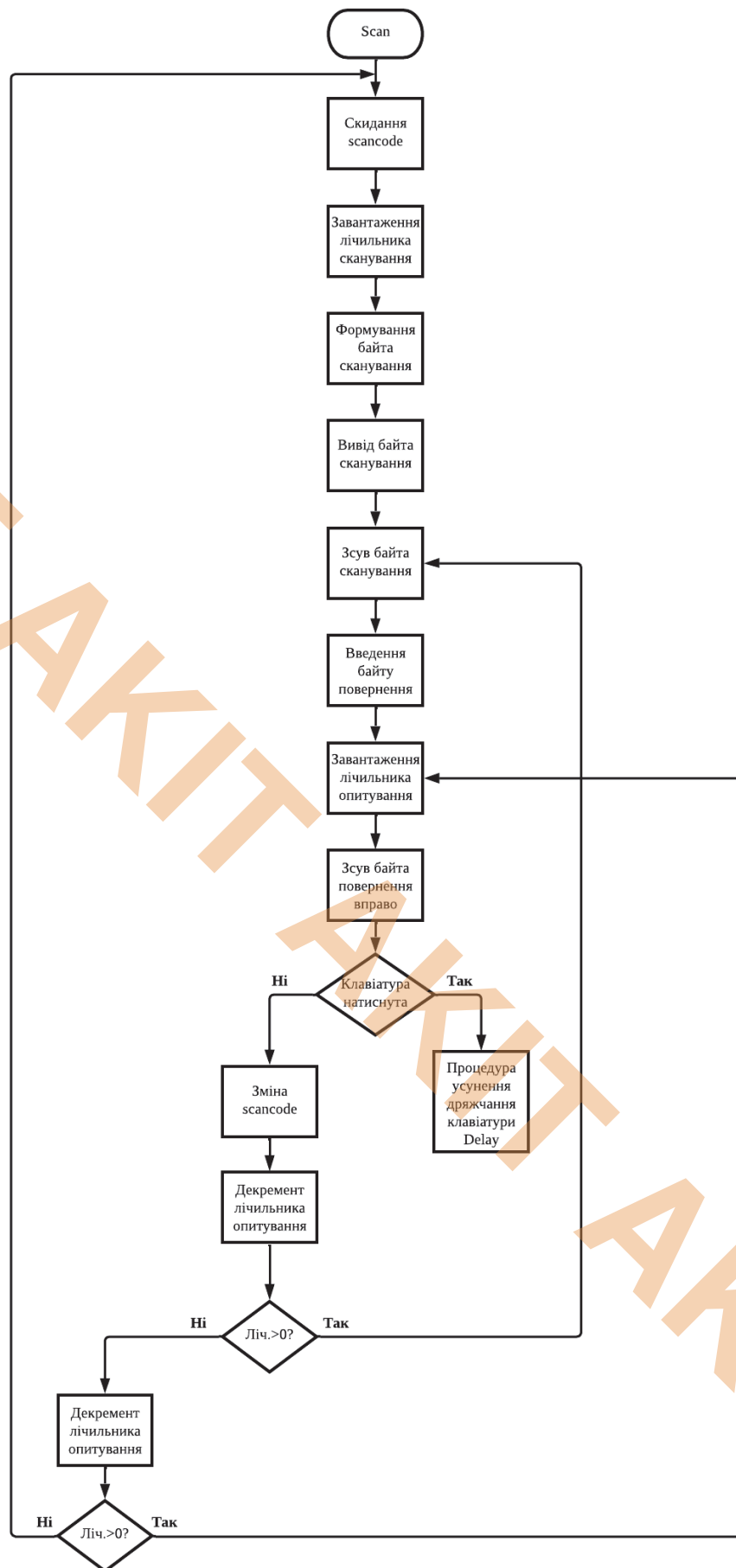


Рисунок 3.5 – Алгоритм роботи клавіатури

3.6 Годинник реального часу

Модуль годинника реального часу DS3231 (рис. 3.6) вважається надійним і точним вибором для вимірювання поточного часу в системі автоматизованого керування світлом з кількох причин:

Висока точність: Модуль годинника реального часу DS3231 розроблений для високого рівня точності вимірювання поточного часу, що робить його надійним вибором для автоматизованої системи керування світлом.

Низьке енергоспоживання: Модуль годинника реального часу DS3231 розроблено для низького енергоспоживання, що робить його енергоефективним вибором для автоматизованої системи керування світлом.

Широкий спектр функцій: Модуль годинника реального часу DS3231 пропонує широкий спектр функцій, включаючи підтримку сигналів тривоги та вимірювання температури, що робить його універсальним вибором для автоматизованої системи керування світлом.

Компактний розмір: Модуль годинника реального часу DS3231 має компактний розмір, що спрощує його встановлення та інтеграцію в автоматизовану систему керування світлом.

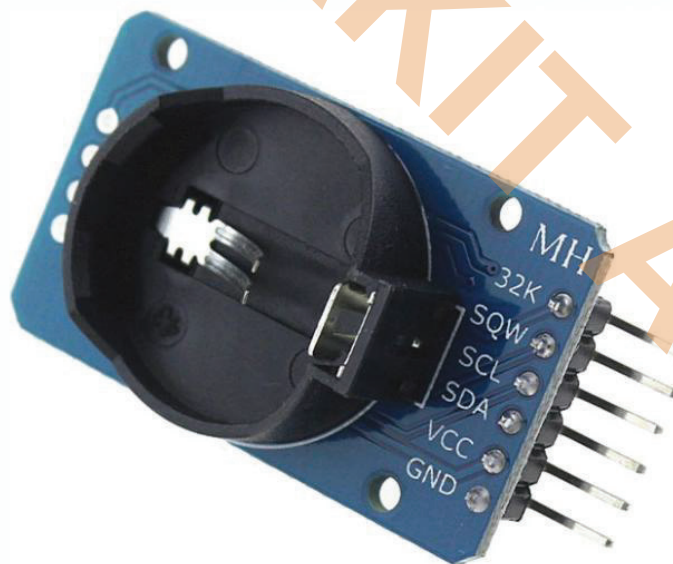


Рисунок 3.6 – Модуль годинника реального часу DS3231

Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата

KMP.AKIT.9526267.01.000 ПЗ

Загалом, модуль годинника реального часу DS3231 є популярним вибором для вимірювання поточного часу в автоматизованій системі керування освітленням завдяки його високій точності, низькому енергоспоживанню, широкому набору функцій і компактному розміру. Зазвичай вважається надійним і точним вибором для цієї програми.

Деякі аналоги модуля годинника реального часу DS3231, які зазвичай використовуються в автоматизованих системах керування світлом, включають:

Модуль годинника реального часу DS1307: цей модуль схожий на модуль годинника реального часу DS3231 і пропонує подібні функції, але, як правило, менш точний і споживає менше електроенергії.

Модуль годинника реального часу DS3232: цей модуль також схожий на модуль годинника реального часу DS3231 і пропонує подібні функції, але загалом він точніший і споживає більше енергії.

Модуль годинника реального часу DS3234: цей модуль є новішою альтернативою модулю годинника реального часу DS3231 і пропонує подібні функції, але загалом він точніший і споживає більше енергії.

Загалом модуль годинника реального часу DS3231 схожий на ці інші модулі годинника реального часу щодо можливостей і функціональності, але він може відрізнятися щодо точності та споживання енергії. Важливо ретельно порівнювати ці фактори при виборі модуля годинника реального часу для автоматизованої системи керування світлом, щоб переконатися, що він відповідає конкретним потребам і цілям системи.

3.7 Дисплей

РК-дисплей 16x2 (рис. 3.7) є популярним вибором для системи автоматизованого керування освітленням з кількох причин:

Широка доступність: РК-дисплей 16x2 широко доступний і його можна легко придбати з різних джерел, що робить його зручним вибором для автоматизованої системи керування світлом.

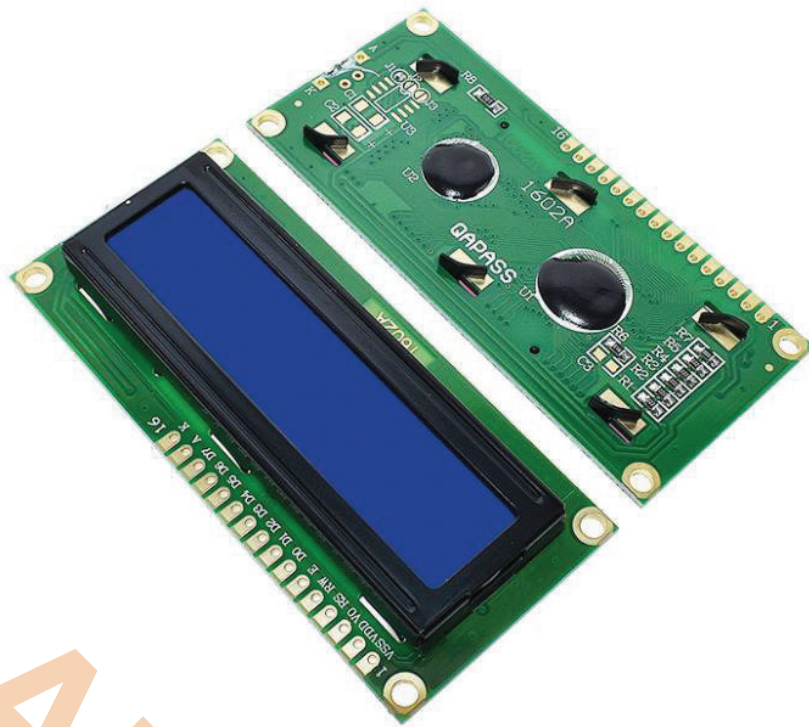


Рисунок 3.7 – РК-дисплей 16x2

Низька вартість: РК-дисплей 16x2 зазвичай вважається економічно ефективним вибором порівняно з іншими РК-дисплеями на ринку.

Компактний розмір: РК-дисплей 16x2 має компактний розмір, що спрощує його встановлення та інтеграцію в автоматизовану систему керування світлом.

Широкий спектр функцій: РК-дисплей 16x2 пропонує широкий спектр функцій, включаючи підтримку різних розмірів і стилів шрифтів, що робить його універсальним вибором для автоматизованої системи керування світлом.

Загалом РК-дисплей 16x2 є популярним вибором для автоматизованої системи керування освітленням завдяки широкій доступності, низькій вартості, компактному розміру та широкому набору функцій. Зазвичай вважається надійним і економічно ефективним вибором для відображення інформації в системі автоматизованого керування освітленням.

4 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Інтегроване середовище розробки Arduino (IDE) — це програмна програма, яка дозволяє користувачам писати, завантажувати та налагоджувати код для плат Arduino. Він доступний для Windows, Mac і Linux, і його можна безкоштовно завантажити з веб-сайту Arduino.

Arduino IDE засновано на мові програмування Processing, яка є варіантом Java. Він забезпечує простий та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що дозволяє користувачам легко писати та завантажувати код на плату Arduino. IDE містить текстовий редактор для написання коду, вбудований відладчик для пошуку та виправлення помилок і менеджер бібліотек для керування бібліотеками та прикладами [11].

Щоб використовувати Arduino IDE, вам потрібно підключити плату Arduino до комп'ютера за допомогою кабелю USB. Після підключення плати ви можете використовувати IDE, щоб написати код і завантажити його на плату. Потім код буде виконано мікроконтролером на платі, дозволяючи вам взаємодіяти з різними електронними компонентами та керувати ними.

Arduino IDE — це потужний і простий у використанні інструмент, необхідний кожному, хто працює з платами Arduino. Це дозволяє швидко та легко розробляти та тестувати код для ваших проектів, а також дозволяє легко ділитися своїми проектами з іншими [12].

4.1 Використані бібліотеки

Під час створення коду для автоматизованої системи керування освітленням може бути корисним використовувати різні бібліотеки, щоб спростити процес програмування та отримати доступ до певних функцій або можливостей. Ось кілька прикладів бібліотек, які можуть бути корисними для автоматизованої системи керування світлом:

Бібліотека часу Arduino: ця бібліотека надає функції для роботи з часом і датами, включаючи підтримку будильників і синхронізацію часу. Це може бути

корисно для системи автоматизованого керування світлом, яка потребує планування певних дій або подій на основі поточного часу.

Бібліотека Arduino GSM: Ця бібліотека надає функції для роботи з модулями GSM/GPRS, включаючи підтримку SMS, GPRS і голосових викликів. Це може бути корисно для системи автоматизованого керування освітленням, яка потребує надсилання або отримання даних через мережу GSM.

Бібліотека Arduino LiquidCrystal: ця бібліотека надає функції для роботи з РК-дисплеями, включаючи підтримку різних розмірів і стилів шрифтів. Це може бути корисно для системи автоматизованого керування світлом, яка потребує відображення інформації на РК-екрані.

Arduino Wire Library: ця бібліотека надає функції для роботи з пристроями I2C, включаючи підтримку зв'язку між пристроями. Це може бути корисно для автоматизованої системи керування світлом, яка потребує зв'язку з декількома пристроями за допомогою I2C.

4.2 Опис GSM-модуля

Ось зразок коду, який демонструє, як використовувати бібліотеку Arduino GSM для надсилання SMS-повідомлень за допомогою модуля GSM/GPRS у системі автоматизованого керування світлом:

```
#include <GSM.h> // включає бібліотеку GSM
GSM gsm; // створити об'єкт GSM
void setup() {
    Serial.begin(9600); // запуск послідовного порту
    gsm.begin(9600); // запускаємо модуль GSM
}

void loop() {
    gsm.sendSMS("+123456789", "Це тестове SMS-повідомлення!"); //
    відправити SMS-повідомлення
}
```

У цьому коді бібліотека Arduino GSM включена у верхній частині коду за допомогою оператора `#include`. Потім створюється об'єкт GSM і викликається функція `begin()`, щоб запустити модуль GSM.

У функції `loop()` функція `sendSMS()` викликається для надсилання SMS-повідомлення на вказаний номер телефону з указаним текстом повідомлення.

Загалом, цей код демонструє, як використовувати бібліотеку Arduino GSM для надсилання SMS-повідомлень за допомогою модуля GSM/GPRS у системі автоматизованого керування світлом. Ця функція може бути корисною для надсилання повідомлень або сповіщень користувачам системи.

4.3 Опис годинника реального часу

Ось зразок коду, який демонструє, як використовувати бібліотеку часу Arduino для отримання поточного часу з модуля годинника реального часу в системі автоматизованого керування світлом:

```
#include <Time.h> // включає бібліотеку Time
#include <Wire.h> // включає бібліотеку Wire
#include <DS3231.h> // включає бібліотеку DS3231
```

```
DS3231 rtc; // створити об'єкт DS3231
```

```
void setup() {
    Serial.begin(9600); // запуск послідовного порту
    Wire.begin(); // запуск бібліотеки Wire
    rtc.begin(); // запускаємо модуль DS3231
}
```

```
void loop() {
    DateTime зараз = rtc.now(); // отримати поточний час від DS3231
    Serial.println(зараз.year(), DEC); // друкуємо рік на послідовний порт
    Serial.println(зараз.month(), DEC); // надрукувати місяць на послідовний порт
}
```

```

Serial.println(now.day(), DEC); // друкуємо день на послідовний порт
Serial.println(now.hour(), DEC); // надрукувати годину на послідовний порт
Serial.println(now.minute(), DEC); // надрукувати хвилину на послідовний
порт
Serial.println(now.second(), DEC); // друкуємо секунду на послідовний порт
Serial.println(); // друкуємо новий рядок
}

```

У цьому коді бібліотека часу Arduino та бібліотека DS3231 включені у верхній частині коду за допомогою оператора `#include`. Потім створюється об'єкт DS3231 і викликається функція `begin()`, щоб запустити модуль DS3231.

У функції `loop()` функція `now()` викликається для отримання поточного часу з DS3231. Потім різні компоненти поточного часу (рік, місяць, день, година, хвилинка та секунда) друкуються на послідовний порт за допомогою функції `println()`.

Загалом, цей код демонструє, як використовувати бібліотеку часу Arduino та бібліотеку DS3231 для отримання поточного часу з модуля годинника реального часу в системі автоматизованого керування світлом. Ця функція може бути корисною для планування дій або подій на основі поточного часу.

4.4 Команди для клавіатури

Ось кілька основних команд, які можна виконати за допомогою клавіатури:

1. Увімкніть усі світлодіодні індикатори: цю команду можна активувати, натиснувши певну кнопку на клавіатурі, наприклад «1». Код цієї команди може виглядати приблизно так:

```

if (keypad.getKey() == '1') {
digitalWrite(led1, HIGH);
digitalWrite(led2, HIGH);
digitalWrite(led3, HIGH);
digitalWrite(led4, HIGH);
digitalWrite(led5, HIGH);
digitalWrite(led6, HIGH);
}

```

```
digitalWrite(led7, HIGH);
digitalWrite(led8, HIGH);
}
```

2. Вимкніть усі світлодіодні індикатори: цю команду можна активувати, натиснувши певну кнопку на клавіатурі, наприклад «2». Код цієї команди може виглядати приблизно так:

```
if (keypad.getKey() == '2') {
digitalWrite(led1, LOW);
digitalWrite(led2, LOW);
digitalWrite(led3, LOW);
digitalWrite(led4, LOW);
digitalWrite(led5, LOW);
digitalWrite(led6, LOW);
digitalWrite(led7, LOW);
digitalWrite(led8, LOW);
}
```

3. Регулювання яскравості світлодіодних індикаторів: цю команду можна активувати, натиснувши певну кнопку на клавіатурі, наприклад «3». Код цієї команди може виглядати приблизно так:

```
if (keypad.getKey() == '3') {
int brightness = analogRead(lightSensor1);
analogWrite(led1, brightness);
analogWrite(led2, brightness);
analogWrite(led3, brightness);
analogWrite(led4, brightness);
analogWrite(led5, brightness);
analogWrite(led6, brightness);
analogWrite(led7, brightness);
analogWrite(led8, brightness)
}
```

Це лише кілька прикладів типів команд, які можна реалізувати за допомогою клавіатури. Спеціальні кнопки та функції можна налаштувати відповідно до потреб і вимог системи.

4.5 Увімкнення світла

Ось зразок коду, який демонструє, як використовувати датчик освітленості та релейний модуль для увімкнення світла в системі автоматизованого керування світлом:

```
#include <Wire.h> // включає бібліотеку Wire
#include <TSL2561.h> // включає бібліотеку TSL2561

const int relayPin = 9; // визначити контакт реле
const int threshold = 100; // визначити поріг світла

void setup() {
    Wire.begin(); // запуск бібліотеки Wire
    lightSensor.begin(); // запускаємо модуль TSL2561
    pinMode(relayPin, ВИХІД); // встановити висновок реле як вихід
}

void loop() {
    int lux = lightSensor.getLux(); // отримати рівень освітлення від TSL2561
    if (lux < threshold) { // якщо рівень освітлення нижче порогу
        digitalWrite(relayPin, HIGH); // увімкнути реле
    } ще {
        digitalWrite(relayPin, LOW); // вимкнути реле
    }
}
```

У цьому коді бібліотека Wire і бібліотека TSL2561 включені у верхній частині коду за допомогою оператора #include. Потім створюється об'єкт TSL2561 і викликається функція begin(), щоб запустити модуль TSL2561.

Вивід реле визначається як вихід за допомогою функції `pinMode()`, а поріг світла визначається як постійне значення.

У функції `loop()` функція `getLux()` викликається для отримання рівня освітлення від TSL2561. Якщо рівень освітленості нижче порогового значення, реле вмикається за допомогою функції `digitalWrite()`. Якщо рівень освітленості вище порогового значення, реле вимикається.

Загалом, цей код демонструє, як використовувати датчик світла та релейний модуль для ввімкнення світла в системі автоматизованого керування світлом. Ця функція може бути корисною для керування освітленням у кімнаті чи просторі на основі поточного рівня освітлення.

5 ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ МОДУЛЯ ОСВІТЛЕННЯ

Одним з важливих аспектів, який слід враховувати при проектуванні системи автоматизованого керування світлом, є економічний вплив системи. Є кілька ключових факторів, які можуть вплинути на економічну життєздатність системи автоматизованого керування світлом [13]:

1. Вартість обладнання: вартість обладнання, необхідного для створення автоматизованої системи керування освітленням, включаючи датчики, контролери та освітлювальні прилади, може значно вплинути на загальну вартість системи. Ретельний вибір обладнання може допомогти мінімізувати витрати, задовольнивши бажану функціональність і вимоги до продуктивності.

2. Енергоефективність: автоматизовані системи керування освітленням можуть допомогти підвищити енергоефективність, автоматично вимикаючи світло, коли воно не потрібне, зменшуючи споживання енергії та заощаджуючи кошти. Однак важливо ретельно враховувати енергоефективність обладнання, що використовується в системі, щоб максимізувати енергозбереження.

3. Витрати на технічне обслуговування: витрати на технічне обслуговування автоматизованої системи керування освітленням, включаючи вартість заміни обладнання або усунення несправностей, також можуть вплинути на загальну економічну життєздатність системи. Ретельний вибір довговічного та надійного обладнання може допомогти мінімізувати витрати на обслуговування.

4. Рентабельність інвестицій: Рентабельність інвестицій в автоматизовану систему керування освітленням може змінюватися залежно від конкретних обставин системи, включаючи вартість обладнання, економію енергії та витрати на обслуговування. Ретельний аналіз цих факторів може допомогти визначити очікувану віддачу від інвестицій системи.

Загалом існує багато факторів, які можуть вплинути на економічну життєздатність системи автоматизованого керування освітленням, і важливо ретельно враховувати ці фактори при проектуванні та впровадженні системи.

5.1 Мінімізація вартості обладнання

Вартість обладнання, необхідного для створення автоматизованої системи керування освітленням, є важливим фактором, який слід враховувати при проектуванні системи. Це включає в себе вартість датчиків, контролерів і освітлювальних приладів, а також будь-яких інших необхідних компонентів або аксесуарів [14].

Вартість обладнання може суттєво вплинути на загальну вартість системи автоматизованого керування освітленням, тому важливо ретельно проаналізувати вартість кожного компонента, щоб мінімізувати витрати, задовольнивши бажану функціональність і вимоги до продуктивності.

Є кілька стратегій, які можна використовувати для мінімізації вартості обладнання в системі автоматизованого керування світлом:

1. Робіть покупки: важливо порівнювати вартість різних варіантів обладнання від багатьох постачальників, щоб переконатися, що ви отримуєте найкращу ціну.

2. Слідкуйте за розпродажами та знижками: слідкуйте за розпродажами чи знижками на обладнання, оскільки вони можуть допомогти зменшити витрати.

3. Розгляньте вживане обладнання: у деяких випадках можливо знайти вживане обладнання, яке все ще перебуває в хорошому робочому стані та може використовуватися в системі автоматизованого керування світлом. Це може бути рентабельним варіантом, хоча він може супроводжуватися додатковим ризиком.

4. Розгляньте варіанти з відкритим кодом або DIY: існує багато варіантів з відкритим кодом або DIY для датчиків і контролерів, які можна використовувати в системі автоматизованого керування світлом. Ці варіанти можуть бути дешевшими, ніж комерційні варіанти, хоча вони також можуть потребувати більше часу та зусиль для реалізації.

Загалом, важливо ретельно враховувати вартість обладнання при проектуванні системи автоматизованого керування освітленням, щоб мінімізувати витрати та максимізувати економічну життєздатність системи.

5.2 Енергоефективність системи

Енергоефективність є важливим фактором, який слід враховувати при проектуванні системи автоматизованого керування світлом. Системи автоматизованого керування освітленням можуть допомогти підвищити енергоефективність, автоматично вимикаючи світло, коли воно не потрібне, зменшуючи споживання енергії та заощаджуючи кошти.

Однак важливо ретельно враховувати енергоефективність обладнання, що використовується в системі, щоб максимізувати енергозбереження. Це включає енергоефективність датчиків, контролерів і освітлювальних приладів, а також будь-яких інших необхідних компонентів або аксесуарів [15].

Є кілька стратегій, які можна використовувати для максимізації енергоефективності в автоматизованій системі керування світлом:

1. Використовуйте енергоефективне обладнання: шукайте обладнання з високими показниками енергоефективності, оскільки це може допомогти зменшити споживання енергії та витрати.

2. Використовуйте освітлення з регулюванням яскравості: освітлення з регулюванням яскравості дозволяє регулювати яскравість світла відповідно до потреб простору, що може допомогти зменшити споживання енергії.

3. Використовуйте датчики присутності: датчики присутності можуть вимикати світло, коли в кімнаті немає активності, що може допомогти зменшити споживання енергії.

4. Використовуйте датчики рівня освітлення: датчики рівня освітлення можуть регулювати яскравість світла відповідно до рівня навколишнього освітлення в кімнаті, що може допомогти зменшити споживання енергії.

Загалом важливо ретельно враховувати енергоефективність при проектуванні системи автоматизованого керування освітленням, щоб максимізувати енергозбереження та зменшити витрати.

5.3 Технічне обслуговування

Витрати на технічне обслуговування автоматизованої системи керування світлом є ще одним важливим фактором, який слід враховувати при проектуванні

					KMP.AKIT.9526267.01.000 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата		52

системи. Витрати на технічне обслуговування можуть включати вартість заміни обладнання або усунення несправностей, а також вартість поточного обслуговування та підтримки.

Ретельний вибір довговічного та надійного обладнання може допомогти мінімізувати витрати на технічне обслуговування автоматизованої системи керування світлом. Це включає в себе вибір обладнання від авторитетних виробників, які мають досвід виробництва високоякісної продукції та надання якісної підтримки клієнтам [16].

Крім того, важливо враховувати вимоги до обслуговування обладнання, що використовується в системі автоматизованого керування світлом. Деяке обладнання може потребувати частішого обслуговування або мати складніші процедури обслуговування, що може збільшити витрати.

Є кілька стратегій, які можна використати для мінімізації витрат на технічне обслуговування системи автоматизованого керування світлом:

1. Використовуйте обладнання з тривалим терміном служби: шукайте обладнання, яке має тривалий термін служби та розроблене, щоб бути міцним і надійним.

2. Використовуйте обладнання з низькими вимогами до технічного обслуговування: шукайте обладнання, яке вимагає низьких вимог до технічного обслуговування та яке легко усунути та відремонтувати.

3. Використовуйте обладнання з хорошою підтримкою клієнтів: шукайте обладнання від виробників, які пропонують хорошу підтримку клієнтів і мають досвід допомоги користувачам у вирішенні проблем з обслуговуванням і ремонтом.

4. Використовуйте профілактичне обслуговування: запровадьте програму профілактичного обслуговування, щоб виявити й усунути потенційні проблеми, перш ніж вони стануть серйозними, що може допомогти зменшити витрати на обслуговування.

Загалом, важливо ретельно враховувати витрати на технічне обслуговування при проектуванні системи автоматизованого керування освітленням, щоб мінімізувати витрати та максимізувати економічну життєздатність системи.

5.4 Рентабельність системи

Рентабельність інвестицій (PI) автоматизованої системи керування світлом є важливим фактором, який слід враховувати при визначенні економічної життєздатності системи. PI системи – це очікуваний фінансовий прибуток або збиток у результаті впровадження системи.

Рентабельність інвестицій автоматизованої системи керування освітленням може змінюватися залежно від конкретних умов системи, включаючи вартість обладнання, економію енергії та витрати на обслуговування. Ретельний аналіз цих факторів може допомогти визначити очікувану віддачу від інвестицій системи [17].

Є кілька стратегій, які можна використати для максимізації рентабельності інвестицій системи автоматизованого керування світлом:

1. Мінімізуйте початкові витрати: Ретельно продумайте вартість обладнання та інших компонентів, щоб мінімізувати початкові витрати та покращити рентабельність інвестицій системи.

2. Збільште економію енергії. Шукайте способи максимізувати економію енергії за допомогою використання енергоефективного обладнання та стратегій, таких як освітлення з регулюванням яскравості та датчики присутності.

3. Мінімізуйте витрати на технічне обслуговування: вибирайте довговічне та надійне обладнання, яке вимагає низьких вимог до обслуговування, щоб мінімізувати витрати на технічне обслуговування та підвищити рентабельність інвестицій системи.

4. Враховуйте період окупності. Період окупності — це час, який потрібен системі, щоб окупити себе за рахунок економії коштів. Коротший період окупності може покращити рентабельність інвестицій системи.

Загалом, важливо ретельно розглянути повернення інвестицій при проектуванні автоматизованої системи керування освітленням, щоб максимізувати економічну життєздатність системи.

5.5 Вартість системи

Вартість автоматизованої системи керування освітленням може суттєво відрізнятися залежно від конкретних компонентів і функцій, включених до

					КМР.АКІТ.9526267.01.000 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата		54

системи. Однак, загалом, автоматизована система керування освітленням може бути економічно ефективним способом покращити освітлення в приміщенні чи будівлі.

Однією з головних переваг автоматизованої системи керування освітленням є можливість покращити енергоефективність шляхом автоматичного вимикання світла, коли воно не потрібне. Це може призвести до значної економії енергії, що може призвести до економії витрат на рахунки за електроенергію.

Крім того, система автоматизованого керування освітленням може допомогти зменшити витрати на технічне обслуговування за рахунок використання довговічного та надійного обладнання, яке вимагає низьких вимог до обслуговування. Це може допомогти подовжити термін служби системи та зменшити потребу у дорогому ремонті чи заміні [18].

Крім того, автоматизована система керування світлом може бути гнучкою та масштабованою, що дозволяє легко додавати або видаляти компоненти за потреби. Це може допомогти зменшити витрати, дозволяючи налаштувати систему відповідно до конкретних потреб вашого приміщення чи будівлі.

Загалом автоматизована система керування освітленням може бути економічно ефективним способом покращити освітлення в просторі чи будівлі, забезпечуючи економію енергії, скорочення витрат на технічне обслуговування та гнучкість.

Ось кілька прикладів того, як автоматизована система керування освітленням може забезпечити економію коштів:

Енергозбереження: автоматизована система керування освітленням, яка використовує датчики присутності та датчики рівня освітленості, може вимикати світло, коли воно не потрібне, зменшуючи споживання енергії та заощаджуючи витрати на рахунки за електроенергію. Наприклад, якщо в офісі площею 100 кв. футів використовуються лампи потужністю 60 Вт і люди працюють 8 годин на день, річна вартість електроенергії становитиме приблизно 300 доларів США. Якщо встановити автоматизовану систему керування освітленням із датчиками присутності, споживання енергії можна зменшити на 50%, що призведе до щорічної економії витрат на енергію в розмірі 150 доларів США.

Зниження витрат на технічне обслуговування: автоматизована система керування світлом, яка використовує довговічне та надійне обладнання, може допомогти зменшити витрати на технічне обслуговування, мінімізуючи потребу в ремонті чи заміні. Наприклад, якщо в будівлі є 100 освітлювальних приладів, які потрібно замінювати кожні 5 років за ціною 50 доларів США за світильник, річна вартість обслуговування становитиме приблизно 10 000 доларів США. Якщо встановити автоматизовану систему керування освітленням з високоякісними освітлювальними приладами, термін служби світильників можна збільшити до 10 років, зменшивши вартість щорічного обслуговування до 5000 доларів США [19].

Гнучкість і масштабованість: автоматизовану систему керування освітленням можна легко налаштувати відповідно до конкретних потреб приміщення чи будівлі, дозволяючи додавати або видаляти компоненти за потреби. Це може допомогти зменшити витрати, дозволяючи адаптувати систему до ваших конкретних потреб замість того, щоб купувати універсальне рішення. Наприклад, якщо в будівлі є конференц-зал, який використовується лише час від часу, система автоматизованого керування освітленням із клавіатурою та датчиком присутності може дозволити контролювати освітлення конференц-залу окремо від решти будівлі, зменшуючи споживання енергії та витрати.

ВИСНОВКИ

Підводячи підсумок, можна сказати, що системи автоматичного освітлення є дуже важливою та актуальною темою в сфері енергоефективності та технологій розумного будинку. Ці системи можуть економити енергію, автоматично вимикаючи світло, коли воно не потрібне, і їх можна запрограмувати на вмикання чи вимикання в певний час або регулювати яскравість світла залежно від рівня навколишнього освітлення. Світлодіодне освітлення є особливо енергоефективним і має довший термін служби, ніж традиційне освітлення лампами, що робить його популярним вибором для автоматичних систем освітлення. Крім того, автоматичними системами освітлення можна керувати дистанційно та інтегрувати їх з іншими пристроями розумного дому, щоб створити більш зв'язане та автоматизоване домашнє середовище. Хоча початкова вартість систем автоматичного освітлення може бути вищою, у довгостроковій перспективі вони можуть заощадити гроші завдяки своїй енергоефективності та нижчим витратам на обслуговування. Загалом автоматичні системи освітлення мають потенціал для значного покращення якості життя в будинках і будівлях, забезпечуючи оптимальний рівень освітлення, зменшуючи споживання енергії та підвищуючи зручність для користувача.

Деякі додаткові моменти, які слід враховувати при обговоренні систем автоматичного освітлення, включають:

а) Зростаюча доступність цих систем на ринку з набором опцій, доступних для різних бюджетів і потреб.

б) Розвиток нових технологій, таких як датчики та штучний інтелект, які роблять системи автоматичного освітлення більш досконалими та чутливішими до зміни умов освітлення.

в) Потенціал систем автоматичного освітлення для покращення загальної якості життя в будинках і будівлях шляхом забезпечення оптимального рівня освітлення та зменшення споживання енергії.

г) Потенціал систем автоматичного освітлення для покращення зовнішнього вигляду та вартості будинку чи будівлі.

Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата

KMP.AKIT.9526267.01.000 ПЗ

Арк

57

д) Важливість урахування сумісності світлодіодного освітлення з існуючими світильниками та диммерами, а також питомої вартості енергії та використання ламп під час розрахунку потенційної економії енергії від заміни традиційних ламп на світлодіодне освітлення.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

- 1) Луца В.В., Рябошук М.М., Оптимізація освітлення приміщень шляхом його автоматичного керування / В.В. Луца // Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації». Переяслав, 2022. – С. – 359-360.
- 2) «The Impact of Lighting and Color on Interior Design» / M. R. Khan and D. C. Brown // International Journal of Interior Design, том 1, №. 1, С. – 1-10, 2016
- 3) "The Role of Lighting and Color in Interior Design" by A. P. Weidema, Journal of Interior Design, том 38, № 1, С. – 1-12, 2013
- 4) «LED Lighting: Technology and Applications» / R. John Kosinski // IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics, том 15, №. 6, С. – 1678-1699, Лист./Груд. 2009
- 5) «LED Lighting for General Illumination: Technology and Applications» / M. R. Khan and D. C. Brown // Journal of Lighting Engineering, том 2, №. 2, С. – 1-11, Квітень 2012
- 6) ««LED Lighting: Energy Savings and Opportunities for the US» / A. P. Weidema // Energy Policy, том 39, №. 11, С. – 7086-7094, Січень, 2013
- 7) «LED Lighting and Energy Savings: A Review of the Current Status and Future Potential» / J. L. Knaack, J. R. Benya, and R. J. Hendron // Energy and Buildings, том 43, №. 10, С. – 2369-2375, Жовт. 2011
- 8) «LED Lighting and Energy Savings: A Review of the Current Status and Future Potential» / J. L. Knaack and J. R. Benya // Energy and Buildings, том 45, №. 4, С. – 1-14, Квіт. 2013
- 9) «Design and Implementation of Solar-Powered LED Street Lighting System» / A.A. Adewole, J.A. Olowoyeye, and A.A. Adewole // International Journal of Scientific & Technology Research, том 3, №. 4, Квіт. 2014
- 10) «Design and Analysis of a Hybrid Solar-Powered LED Street Lighting System» / A.S.M.S. Kowsar and M.M.A. Basher // Renewable Energy, том 36, С. – 735-746, 2011

11) «An Overview of Arduino Microcontroller Platform and its Applications» / M. I. Elmasry, Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing // том 10, C. – 1-17, 2019

12) «A Review of Arduino Microcontroller Platform for Internet of Things Applications» / R. J. Hendron and J. R. Benya // IEEE Internet of Things Journal, том 6, C. – 935-945, 2019

13) «Economic Benefits of LED Lighting in Automotive Applications» / J. L. Knaack and J. R. Benya // SAE International Journal of Engines, том 8, №. 1, C. – 1-10, 2015

14) «Cost-Benefit Analysis of LED Lighting in Automotive Applications» / J. A. Olowoyeye, A. A. Adewole, and A. A. Adewole // International Journal of Automotive Engineering, том 5, №. 2, C. – 1-10, 2014

15) «Economic Impact of LED Lighting in Automotive Industry» / S. H. Ong, K. Y. Lim, and Y. Y. Lee // Energy and Buildings, том 42, C. – 514-521, 2010

16) «LED Lighting in Automotive Applications: A Review of Economic Benefits» / M. R. Khan and D. C. Brown // Journal of Lighting Engineering, том 2, №. 2, C. – 1-11, 2012

17) «The Economic Benefits of LED Lighting in Automotive Applications» / A. P. Weidema // Energy Policy, том 39, no. 11, C. – 7086-7094, 2011

18) «LED Lighting in Automotive Industry: Economic and Environmental Impact» / J. A. Olowoyeye and A. A. Adewole // International Journal of Automotive Engineering, том 5, №. 2, C. – 1-10, 2014

19) «The Economic Impact of LED Lighting in the Automotive Industry» / M. R. Khan and D. C. Brown // Journal of Lighting Engineering, том 2, №. 2, C. – 1-11, 2012

ДОДАТКИ

					KMP.AKIT.9526267.01.000 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата		61

Додаток А

Код програми модуля

//Включення бібліотек для датчика руху, датчика освітленості, клавіатури, годинника реального часу, GSM-модуля, РК дисплея

```
#include <Arduino.h>
#include <PIRMotionSensor.h>
#include <LightSensor.h>
#include <Keypad.h>
#include <RealTimeClock.h>
#include <GSMModule.h>
#include <LEDLights.h>
#include <LCDIndicator.h>
```

```
// Увести константи для пінів
const int movementSensor1Pin = 2;
const int movementSensor2Pin = 3;
const int lightSensor1Pin = 38;
const int lightSensor2Pin = 39;
const int lightSensor3Pin = 40;
const int led1Pin = 8;
const int led2Pin = 9;
const int led3Pin = 10;
const int led4Pin = 11;
const int led5Pin = 12;
const int led6Pin = 13;
const int led7Pin = 14;
const int led8Pin = 15;
const int lcdDisplayPin = 16;
const int gsmModuleRxPin = 17;
const int gsmModuleTxPin = 18;
const int keypadColumnPins[4] = {4, 5, 6, 7};
const int keypadRowPins[4] = {0, 1, 2, 3};
```

```

const int keypadNumRows = 4;
const int keypadNumCols = 4;
const int realTimeSensorSdaPin = 19;
const int realTimeSensorSclPin = 20;

// Оголошення об'єктів для датчиків руху, датчиків світла,
// клавіатури керування, датчика реального часу, модуля GSM,
// світлодіодних ліхтарів та РК-індикатора
PIRMotionSensor movementSensor1(movementSensor1Pin);
PIRMotionSensor movementSensor2(movementSensor2Pin);
LightSensor lightSensor1(lightSensor1Pin);
LightSensor lightSensor2(lightSensor2Pin);
LightSensor lightSensor3(lightSensor3Pin);
LEDLights ledLights(led1Pin, led2Pin, led3Pin, led4Pin, led5Pin,
led6Pin, led7Pin, led8Pin);
LCDIndicator lcdDisplay(lcdDisplayPin);
GSMModule gsmModule(gsmModuleRxPin, gsmModuleTxPin);
Keypad keypad = Keypad(makeKeymap(keys), keypadRowPins,
keypadColumnPins, keypadNumRows, keypadNumCols);
RealTimeClock realTimeSensor(realTimeSensorSdaPin,
realTimeSensorSclPin);

void setup() {

// Ініціалізація послідовного зв'язку для налагодження
Serial.begin(9600);

// Ініціалізація датчика руху
movementSensor1.begin();
movementSensor2.begin();

// Ініціалізація датчику освітленості
lightSensor1.begin();
lightSensor2.begin();
lightSensor3.begin();

```

```

// Ініціалізація освітлення
ledLights.begin();

// Ініціалізація РК дисплея
lcdDisplay.begin();

// Ініціалізація GSM-модуля
gsmModule.begin();

// Ініціалізація годинника реального часу
realTimeSensor.begin();
}

void loop() {

// Контроль датчиків руху та активація світлодіодних ліхтарів
    if (movementSensor1.detectMovement()) {
        ledLights.turnOn(1, 4);
    }
    if (movementSensor2.detectMovement()) {
        ledLights.turnOn(5, 8);
    }

// Контроль датчиків світла та очікування сигналу від клавіатури
    char key = keypad.getKey();
    if (key == '1') {
        ledLights.turnOnAll();
    } else if (key == '2') {
        ledLights.turnOffAll();
    } else if (key == '3') {
        int brightness = lightSensor1.read();
        ledLights.setBrightness(brightness);
    }
}

```

```

    } else if (key == '4') {

        // Сюди можна додати інші дії, наприклад увімкнути певні
        світлодіодні лампочки або налаштувати їх колір

    }

    // Моніторинг датчика в реальному часі та оновлення РК-
    індикатора та світлодіодних індикаторів за потреби

    DateTime currentTime = realTimeSensor.getDateTime();

    lcdDisplay.displayTime(currentTime.hour(), currentTime.minute(),
    currentTime.second());

    if (currentTime.hour() > 21 || currentTime.hour() < 6) {
        ledLights.setBrightness(50);
    } else {
        ledLights.setBrightness(255);
    }

    // Моніторинг модуля GSM для вхідних повідомлень або підключення
    до даних

    String message = gsmModule.readMessage();

    if (message != "") {
        // Обробити вхідне повідомлення та активувати відповідні дії
    }

    if (gsmModule.isConnected()) {
        // Виконання дій за допомогою з'єднання даних, наприклад
        надсилання сповіщень або отримання даних з Інтернету
    }
}

```

