

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерної інженерії та управління
(повна назва)

Кафедра Автоматизації проектування обчислювальної техніки
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

Рівень вищої освіти перший(бакалаврський)

Система освітлення приміщення на базі мікроконтролера Arduino
(тема)

Виконав: здобувач 4 року навчання,
групи КІУКІ-21-9
Усенко Д.В.
(прізвище, ініціали)
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»
(код і повна назва спеціальності)
Тип програми освітньо-професійна
Освітня програма Комп'ютерна інженерія
(повна назва освітньої програми)
Керівник доц. Рожнова Т.Г.
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри АПОТ

 Чумаченко С.В
(прізвище, ініціали)

2025 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерної інженерії та управління

Кафедра Автоматизації проектування обчислювальної техніки

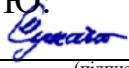
Рівень вищої освіти перший(бакалаврський)

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»
(код і повна назва)

Тип програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Комп'ютерна інженерія
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри 
(підпис)

“ 02 ” 05 2025р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

здобувачу Усенко Дмитру Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Система освітлення приміщення на базі мікроконтролера Arduino

затверджена наказом по університету від “ 21 ” 05 2025 р. № 403Ст

2. Термін подання здобувачем роботи до екзаменаційної комісії 23.06.2025

3. Вхідні дані до роботи

Характеристики плати Arduino

Характеристики датчиків освітлення, руху

Схема плати Arduino

Мова програмування C/C++

Середовище розробки Arduino IDE

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати у роботі

Аналіз предметної області, засобів розробки і постановка задачі;

Аналіз та вибір компонентів, для реалізації поставленої задачі;

Розробка схеми апаратної частини ;

Проектування роботи системи;

Розробка програмного забезпечення системи;

Тестування працездатності мікроконтролерної системи

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій ((п.5 включається до завдання за рішенням випускової кафедри)) _____
12 слайдів у форматі .ppt

6. Консультанти розділів роботи(п.6 включається до завдання за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п.1)

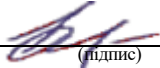
Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Розгляд тенденцій розвитку систем	05.05.25 - 15.05.25	+
2	Вибір компонентів та комплектуючих	15.05.25 - 19.05.25	+
3	Розробка схеми роботи системи	19.05.25– 21.05.25	+
4	Моделювання роботи системи	22.05.25–24.05.25	+
5	Написання програмного забезпечення	25.05.25– 27.05.25	+
6	Тестування програмного забезпечення	28.05.25– 01.06.25	+
7	Збірка проекту	01.06.25– 05.06.25	+
8	Тестування роботи системи	06.06.25– 09.06.25	+
9	Перевірка керівником, попередній захист	10.06.25– 19.06.25	+
10	Подання роботи для захисту в ЕК	20.06.25 -30.06.25	-

Дата видачі завдання 05.05 2025 р.

Здобувач  _____
(підпис)

Керівник роботи  _____
(підпис)

доц. Рожнова Т.Г. _____
(посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи: 43 с., 27 рис., 3 табл., 11 джерел.

ARDUINO, МІКРОКОНТРОЛЕР, ДАТЧИК РУХУ, РЕЛЕ, ФОТОРЕЗИСТОР, ОСВІТЛЕННЯ.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка системи освітлення приміщення на базі мікроконтролера Arduino.

В роботі розглянуто принципи побудови системи освітлення приміщення, принципи управління джерелами світла, принципи дистанційного управління системами освітлення. А також методи реалізації автоматичного освітлення на основі мікроконтролерів Arduino.

Обрано компоненти і розроблено структурну схему підключення компонентів системи освітлення на базі Arduino Uno R3.

Здійснено програмну реалізацію алгоритму роботи системи. Програмне забезпечення для мікроконтролера розроблено в середовищі Arduino IDE. Програмування здійснено на мові програмування C++, з використанням технологій програмування мікроконтролерів Arduino.

Розроблена система дозволяє виконувати автоматичне включення /виключення світла в приміщенні за допомогою датчиків руху.

ABSTRACT

Master's thesis 43 pages, 27 figures, 3 tables, 10 sources.

ARDUINO, MICROCONTROLLER, MOTION SENSOR, RELAY, PHOTORESISTOR, LIGHTING.

The purpose of the qualification work is to develop a room lighting system based on the Arduino microcontroller. The work examines the principles of building room lighting systems, the principles of controlling light sources, and the principles of remote control of LED systems. As well as methods for implementing automatic lighting based on Arduino microcontrollers.

Components were selected and a structural diagram of the connection of the components of the lighting system based on Arduino Uno R3 was developed.

The system operation algorithm has been implemented in software. The microcontroller software has been developed in the Arduino IDE environment. Programming has been done in the C++ programming language, using Arduino microcontroller programming technologies.

The developed system allows you to automatically turn on/off the lights in the room using motion sensors.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	7
ВСТУП.....	8
1 ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ НА ПРОЄКТУВАННЯ	10
1.1 Аналіз Засобів управління освітленням	11
1.2 Системи інтелектуального управління освітленням.....	13
1.3 Аналіз поширених рішень систем управління освітленням.....	14
1.3.1 Система управління «розумним будинком» за технологією KNX	14
1.3.2 Світильники DMX і не DMX.....	15
1.3.3 Система KNX за допомогою Gira HomeServer.....	17
1.3.4 Системи комплексної автоматизації керуванням LED підсвіткою	18
2 РОЗРОБКА АПАРАТНОЇ ЧАСТИНИ.....	21
2.1 Вибір мікроконтролера управління Arduino Uno	22
2.2 Датчики і модулі для проекту.....	25
2.3 Розробка схеми апаратної частини системи освітлення.....	29
3 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ	31
3.1 Алгоритм роботи системи освітлення	31
3.2 Середовище розробки Arduino IDE	32
3.3 Програмна реалізація алгоритму роботи системи	34
4 ЗБІРКА СИСТЕМИ ТА ТЕСТУВАННЯ	37
ВИСНОВКИ.....	41
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	42
ДОДАТОК А Графічний матеріал кваліфікаційної роботи	44

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

IDE – інтегроване середовище розробки, (англ. Integrated Development Environment) – це програмне забезпечення, що надає розробникам набір інструментів для створення, тестування та налагодження програмного забезпечення в єдиному інтерфейсі;

IP-адреса (Internet Protocol address) – це унікальний числовий ідентифікатор, присвоєний кожному пристрою, підключеному до комп'ютерної мережі, що використовує протокол Інтернет (IP) для зв'язку;

IR – інфрачервоний датчик;

UART (англ. Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) – це простий асинхронний протокол послідовної передачі даних між двома пристроями;

USB – універсальна послідовна шина.

ВСТУП

Розвиток сучасних технологій сприяє появі нових рішень у сфері автоматизації, зростання швидкості обробки даних і виконання управляючих команд, можливість автономної роботи - все це невід'ємною вимогою до системи автоматизації, яка спрямована на визволення людини від коженденної рутини одноманітних дій у роботі або побуті.

Сучасні технології з дистанційного управління різними процесами активно впроваджуються у різні сфери діяльності, зокрема і в освітлення різних об'єктів, починаючи від освітлення приміщення, приватного двору або рекламного борду на дорозі [1]. Ефективне застосування таких систем вимагає інтеграції апаратних засобів і засобів програмного забезпечення мікроконтролерних систем, що здатні працювати за заданим алгоритмом, та різними сценаріями, що прописані заздалегідь та обираються системою в залежності від реальних умов в даний момент. Реалізація подібних систем вимагає ретельного підходу до інтеграції апаратних та програмних компонентів.

У даній роботі розглядатиметься рішення, що забезпечує освітлення приміщення освітлення на базі мікроконтролера Arduino Uno.

Найкращим вирішенням проблеми автоматизації процесу освітлення приміщення є впровадження сучасних досягнень в галузі автоматики усфериосвітлення. Так, при використанні датчиків рівня освітлення та датчиків руху можна значно покращити економічне використання енергоресурсів для освітлення оселі, міста або комерційного, виробничого підприємства. Автоматизована система здатна самотійно визначає потребу ділянки приміщення в освітленні без додаткових натискань на перемикачі світла людиною, або необхідність вимикати освітлення коли у приміщенні відсутні люди, система може самотійно знижувати рівень яскравості освітлення в залежності від часу доби.

Впровадження таких проектів в сферу життя людей сприяє комфорту в побуті, ефективній роботі та відпочинку людей, а ще допомагає заощадити немалі кошти на освітленні для користувача.

Прикладом таких систем є «розумний дім» що позбавляє господаря від необхідності встановлювати по будинку велику кількість вимикачів, змінюючи їх на компактні сенсорні, що дозволяють з одного стандартного шести сенсорного вимикача управляти дванадцятьма світловими групами. За допомогою сенсорних вимикачів або панелей легко можна створювати такі різні світлові рішення для затишку і комфорту відпочинку у вечорі або з ранку для безстресового пробудження. Це дуже зручно коли в нічний час світло в коридорах включається на частину яскравості самостійно при появі руху, що позбавляє людину від необхідності шукати вимикач в темряві. Зручним варіантом системи освітлення є можливість керувати дистанційно з пульта або мобільного пристрою.

1 ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ НА ПРОЄКТУВАННЯ

Метою даної роботи є розробка системи освітлення приміщення на базі мікроконтролера Arduino, що здійснює включення/виключення світла в приміщенні, що дозволяє значно знизити витрати електроенергії на освітлення та здійснює включення/відключення освітлювальних приладів за наступних умов:

- залежно від рівня природної освітленості приміщень за допомогою сигналу фотореле;
- при натисканні людиною кнопки управління, подається сигнал на включення освітлення і відключення освітлення—автоматично через заданий інтервал часу;
- при появі сигналів від датчиків присутності.

Для досягнення даної мети необхідно виконати такі завдання:

- проаналізувати ринок існуючих систем освітлення ;
- обрати необхідні компоненти для системи;
- розробити схеми підключення компонентів;
- розробити апаратну частину пристрою;
- розробити програмне забезпечення МК;
- протестувати працездатність системи.

Вимогами для нашої системи з функцією вмикання /вимикання освітлення, можуть стати такі:

- 1) система має забезпечувати збирання та обробку показників з датчиків руху та рівня освітленості в режимі реального часу з припустимими затримками;
- 2) керування пристроями освітлення повинно здійснюватися через відповідне програмне забезпечення для МК;
- 3) система повинна мати простий та інтуїтивно зрозумілий користувачеві інтерфейс;

4) простота розробки та доступність компонентів, що використовуються для реалізації, бажано розумну ціну на компоненти;

5) система повина мати можливість додання нових приладів освітлення до контуру управління.

Перераховані вище вимоги мають забезпечити стабільність роботи та зручність використання такої системи протягом тривалого часу без додаткових витрат на обслуговування її компонентів.

1.1 Аналіз засобів управління освітленням

Включення і виключення світильників або груп світильників виконується вимикачами, автоматами або рубильниками. При дистанційному керуванні освітленням застосовуються контактори (магнітні пускачі), автомати і реле та різні блоки управління.

Для контролю за виконанням команд з пунктів управління встановлюються сигнальні лампи. Мережі управління виконуються кабелями і дротами.

Управління освітленням залежно від місця розташування пунктів управління може бути місцевим або дистанційним

Вимикачі та перемикач виготовляються у відкритому, захищеному і герметичному (пиле-вологозахищеному) виконаннях.

Для управління освітленням (у мережах і струмах до 6 А , напрузі до 250 В) використовують такі типи вимикачів і перемикачів:

- кнопкові;
- з поворотною ручкою;
- з перекидним руків'ям.

Рубильники і перемикачі. Вертикально встановлюються на панелях різних розподільних пристроїв і служать для неавтоматичних включень/виключень електричних ланцюгів. Аналогічно вимикачам, вони відрізняються:

- за способом монтажу(з переднім або заднім підключенням дротів або кабелів);

- за величиною допустимого струму і напруги;

- за числом полюсів (одно-, дво- й триполюсні).

Контактори і магнітні пускачі. Контактори виготовляються у відкритому виконанні. Магнітні пускачі випускаються:

- у відкритому (без кожуха);

- захищеному;

- пиле-вологозахищеному;

- вибухозахищеному виконаннях.

Автоматичні вимикачі використовують для захисту освітлювальних мереж від перевантаження та струмів коротких замикань, а також служать для управління освітленням, тобто поєднують в собі одночасно функції апаратів захисту та апаратів управління.

Реле використовують в ланцюгах дистанційного керування освітленням.

Блоки управління. Для полегшення та прискорення монтажу систем дистанційного керування, застосовують спеціальні блоки і шафи управління виробничого виготовлення.

Освітлювальні щитки випускаються конструктивно декількома типами. Вони між собою відмінні за :

- родом захисту від зовнішнього середовища;

- системою освітлювальної мережі, для якої вони використовуються;

- типом встановленої на них захисної і комутаційної апаратури;

- кількістю груп, що відходять.

Сигнальні лампи. Для сигналізації стану освітлення може використовуватись один п'яти варіантів виконання ламп, з різною сигнальною апаратурою що відрізняються один від одного тільки кольором світлофільтру:

- опалового,

- зеленого,

- червоного;

- жовтого;
- синього.

1.2 Системи інтелектуального управління освітленням

Такими є системи управління освітленням в «розумному будинку». У приміщенні з світильниками різних типів, форм і розмірів, досить непросто створити комфортний світловий режим. Неодхідно врахувати не тільки пору року і доби, вид виконуваної роботи у цій зоні приміщення, і багато іншого.

Інтелектуальне управління освітленням позбавляє від необхідності користування вимикачами і час від часу змінювати потужність світильника для зниження витрати на електроенергію. Переваги інтелектуальної системи освітлення будинку зрозумілі для кожного без зайвих слів. Система управління освітленням, налаштована на певний годинний режим, включить світло сама, автоматично регулюючи яскравість, створить оптимальний для очей перехід від напівтемряви до світлового дня.

Інтелектуальне освітлення повністю оновлює звичні способи розподілу світлових потоків, на заміну люстри приходять системи з великою кількістю світильників, якими можна управляти. В такій системі використовують близько 10 видів різних світильників для створення певних світлових зон, без величезної кількості вимикачів. Інтелектуальне освітлення спрощує дії до натиснення необхідної кнопки, яка запускає режимкомфортного перебування в різних зонах приміщення.

Система управління освітленням (рис.1.1) дозволяє легко контролювати усі світильники завдяки безпроводним засобам управління або настінним сенсорним панелям. Сенсори руху автоматично вимикають освітлення, якщо людини нема в кімнаті. І коли приходить час спати, лежачи, можна одним натисненням кнопки запустити виконання сценарію «Ніч», який вимкне всі світильники, окрім зовнішнього охоронного освітлення, залишивши освітлення, там, де є необхідність.



Рисунок 1.1–Система управління освітленням безпроводними засобами

1.3 Аналіз поширених рішень систем управління освітленням

1.3.1 Система управління «розумним будинком» за технологією KNX

Систему освітлення побудовано за єдиною системою управління всіма електроприладами в одному приміщенні, і електроприлади мають підтримувати спільну «мову» управління—це єдина для Європи, технологія KNX – єдиний стандарт приймача— загальний канал зв'язку між усіма електроприладами будинка. Він дозволяє передавати і приймати інформацію від системних пристроїв, керованих спеціалізованими програмами.

За принципом роботи система KNX озвні схожа на локальну мережу зв'язку між ПК, але вона здатна обробляти системними пристроями отримані від датчиків сигнали, вироблені на основі програмного аналізу даних команди поступають до одного виконавчого механізму або декільком відразу, причому при отриманні команди кожен виконавець підтверджує її отримання. В такому будинку електроприлади наслідуватимуть запрограмований сценарій, повністю імітуючи присутність людини під час її відсутності, виконуючи охоронну функцію [3,4].

1.3.2 СвітильникиDMX і не DMX

Для таких систем освітлення використовують світлові прилади, що згруповані на світильникиDMX і не DMX.

Не DMX світильники, як правило, реагують на звук через вбудований мікрофон, також є автоматичні налаштування для роботи без звуку або слабкій його гучності. Такі прилади часто працюють якийсь період часу, до відключення, тобто мають робочий цикл,.

DMX освітлювальні прилади відносяться до інтелектуального класу обладнання – «intelligent lights»[6,7]. Вони управляються за допомогою DMX512 консолей або інтерфейсів.

Контролер DMX (рис.1.2) програмно керує пристроєм віддалено (для важкодоступних місць в домі).

Контролер DMX

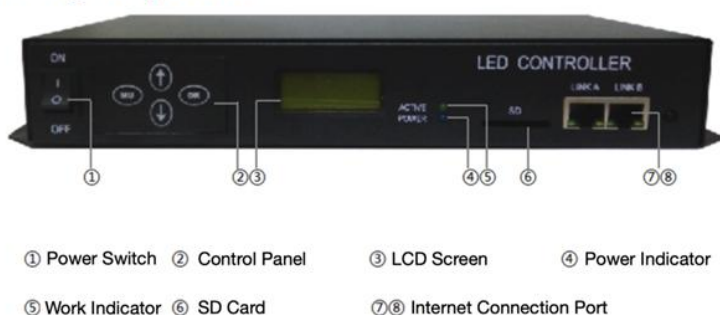


Рисунок 1.2–Контролер DMX

Контролер DMX – це консоль, яка керує виведенням світлових ефектів за допомогою протоколу DMX і передає сигнал послідовно через усі підключені світильники. Один кабель керує освітленням за допомогою консолей DMX.

512- канали можуть керуватися DMX 512 коди, що працюють через один кабель DMX. DMX є основним методом підключення контролера до диммерів і освітлення сцени. Проте, контролер DMX не забезпечує живлення самих світильників, це просто комунікаційний сигнал, він лише передає сигнали до

приладу освітлення.

Отже DMX означає цифровий мультимплексний сигнал. Протокол надсилає односпрямовані команди великій кількості світлодіодних ламп, постійно передаючи їм нову інформацію.

Система DMX зазвичай складається з трьох частин, контролер, який створює сигнали, кабель, який їх транспортує, і освітлювальний прилад, який їх приймає. Принцип підключення пристроїв для роботи системи DMX та схема підключення приладів (рис.1.3).

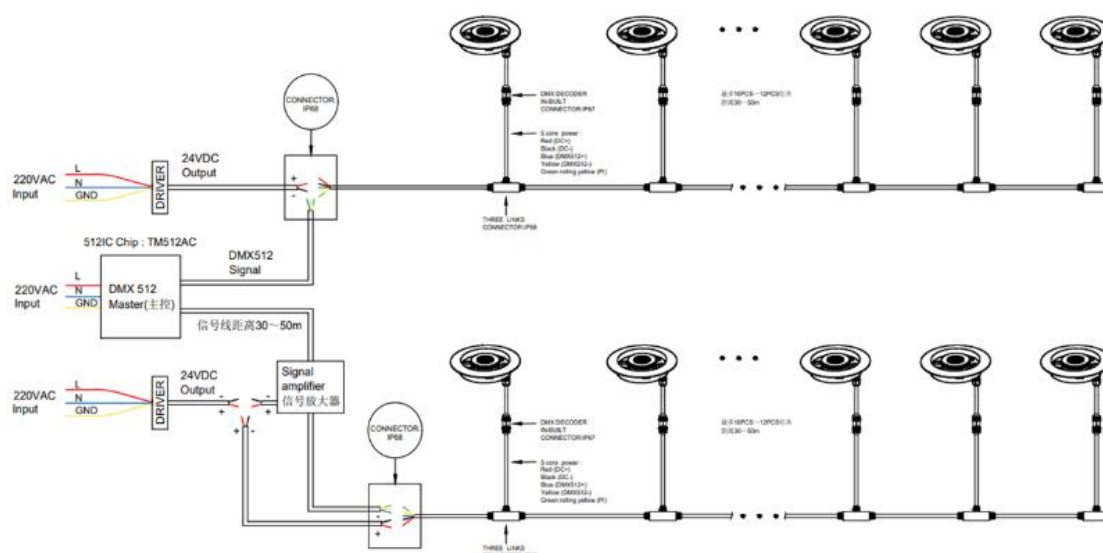


Рисунок 1.3 – Схема підключення приладів системи DMX

Перший приклад DMX освітлювача – є вбудована скляна біла Touch-панель з сенсорним слайдером, має роздільне регулювання каналів (4 канали - R, G, B, W), для чотирьох зон. Управління панелі здійснюється через вихід DMX512 або по радіоканалу (сумісні з контролерами SR-1009x). Живлення панелі 12-24В. Розміри панелі 86x86x41мм. Пульт Touch-панель показано на рис. 1.2.а).

Другий приклад – пульт дистанційного керування DEYA для чотирьох зон RGB+CCT (T15(Black)) (рис. 1.2.б). Він має такі особливості [4]:

– сенсорна панель майстра DMX512 на 4 зони дозволяє контролювати освітлення з використанням стандартного протоколу DMX512 для керування

кольорами;

- панель можна використовувати як бездротовий пульт RF для керування RGB+CCT контролерами;
- сигнал DMX, відповідає стандарту DMX512 і сумісний з DMX-декодерами різних виробників;
- у режимі RF-пульт, кожна зона може бездротово керувати декількома бездротовими LED-контролерами 2.4G RF;
- сенсорні клавіші зі світлодіодним індикатором;
- плавне, та точне налаштування кольору, за допомогою колірного колеса.



а)



б)

а) пульт Touch-панель (SR-2831-AC) White;

б) пульт дистанційного керування DEYA (T15) Black.

Рисунок 1.2 – Приклади DMX освітлювача, що управляються за допомогою DMX512 консолей або інтерфейсів

1.3.3 Система KNX за допомогою Gira HomeServer

Об'єднання пристроїв в систему KNX за допомогою Gira HomeServer— ще один варіант автоматизації будинку, що дозволяє дистанційно керувати всіма інтелектуальними функціями (рис.1.4) за допомогою iPhone, iPad, iPod touch і пристроїв на базі Android. Незалежно від того де знаходиться користувач, він може вмикати світло, або регулювати клімат та інше за

допомогою додатку Gira. Інтерфейс Gira оптимально налаштований на відповідні розміри дисплея. Меню управління є простим зрозумілим користувачеві.



Рисунок 1.4 –Gira HomeServerкерування всіма інтелектуальними функціями за допомогою iPhone, iPad

Переваги систем KNX[5,6]:

- компактність;
- гнучкість –прилади стандартизовані, це дає можливість додавати пристроє різних виробників;
- масштабованість, що дає можливість розширення системи;
- доступність, зрозумілість інтерфейсу.

1.3.4 Системи комплексної автоматизації керуванняLED підсвіткою

Такі системи здатні створити найвищий рівень комфорту і безпеки за допомогою сучасних технологій управління домашнім простором. Система сама через дотик однієї кнопки «Відсутність» гасить світло, блокує двері і вікна, ставить на охоронну сигналізацію будинок. Задаючи оптимальну температуру за допомогою, планшету, смартфона для віддаленого керування ви контролюйте стан будинку (рис.1.5).



Рисунок 1.5 – Система KNX–система комплексної автоматизації з керуванням LED підсвіткою

Прикладом системи комплексної автоматизації є LutronCaseta – це система розумного освітлення, яка дозволяє керувати режимами освітлення у приміщенні за допомогою мобільного додатку. До її складу входять розумні вмикачі, диммери та інші пристрої, які дозволяють керувати освітленням через мобільний пристрій або голосового асистента [8].

Система LutronCaseta організовано за принципами:

- бездротового керування– встановлення розумного вмикача LutronCaseta безпосередньо в місця існуючого освітлення, працює за бездротовим протоколом керування світлом, усуває необхідність проводити додаткові дроти;
- дистанційного керування– за допомогою мобільного додатку LutronCaseta– можливість керування освітленням приміщення з будь-якого місця;
- розклад освітлення– дозволяє автоматично вмикати /вимикати світло в заданий час, для імітації присутності господаря;
- інтеграція з голосовими асистентами GoogleAssistant, AmazonAlexa та Apple Siri;

– розширені можливості—LutronCasete має широкий вибір додаткових пристроїв— датчики руху, пульти дистанційного керування та інше, що покращує автоматизацію освітлення, додаючи більше функціоналу.

Отже з усього сказаного вище робимо висновки, що розумне освітлення дозволяє керувати освітленням за допомогою смартфона, голосових помічників або автоматично за допомогою датчиків руху та сценаріїв, що забезпечує зручність, економію електроенергії та створення комфортної атмосфери в приміщенні для роботи або відпочинку мешканців.

2 РОЗРОБКА АПАРАТНОЇ ЧАСТИНИ

Першим кроком при розробці мікроконтролерної системи є розробка функціональної моделі системи керування у нашому випадку системи керування освітленням, яка забезпечуватиме автоматичне включення та вимикання світла в приміщенні в залежності від рівня освітленості та наявності руху.

Для досягнення цієї мети використовуватимуться такі компоненти, як фоторезистор для вимірювання рівня освітленості, інфрачервоний приймач та передавач для виявлення руху, а також реле для керування живленням світлових приладів.

Система працює за принципом автоматичного реагування на зміни у рівні освітленості та виявлення руху. Якщо рівень освітленості опускається нижче певного порогу інфрачервоний датчик руху виявляє рух в приміщенні, генерується сигнал, що увімкне реле 5V, система починає працювати. Якщо протягом певного часу рух не виявляється – реле вимикається – вимкнення світла. Такий підхід до керування освітленням забезпечує автоматичне регулювання потоку світла в залежності від реальних умов освітленості, що економить електроенергію. І ще, система виявлення руху – додатковий елемент безпеки – вмикає світло автоматично при виявленні руху в приміщенні.

Проведемо розробку апаратної моделі пристрою, розміщення компонентів, підключення їх і написання відповідного програмного коду.

Вимоги до системи, що стануть алгоритмом функціонування, такі :

- керування освітленням на основі вимірювання рівня освітленості та виявлення руху;
- забезпечення оптимального освітлення в приміщенні,
- покращення комфорту та безпекового аспекту для користувача
- енергозбереження.

2.1 Вибір мікроконтролера управління Arduino Uno

На рисунку 2.1 показано схематичний вигляд з розміщення елементів на платі Arduino Uno різних версій [9].

Arduino Uno

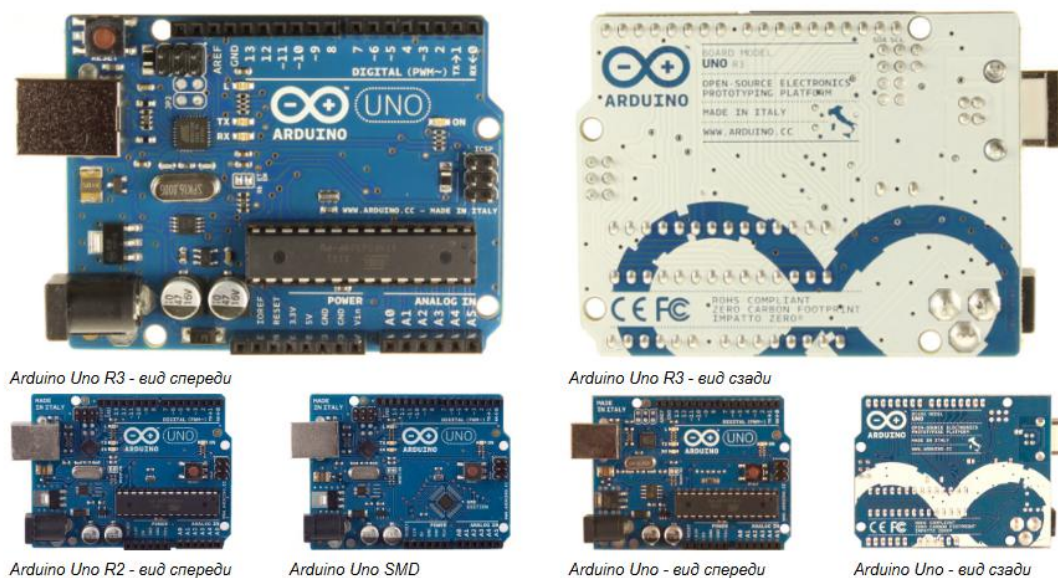


Рисунок 2.1 – Плати Arduino Uno різних версій

Arduino Uno – плата мікроконтролера, що базується на Atmega328. Вона має 14 цифрових входів/виходів (6 з яких можна використовувати як ШІМ-вихід), 6 аналогових входів, 16 МГц кварцовий генератор, USB-роз'єм, роз'єм живлення, кнопка скидання. Для початку роботи плата просто підключається до ПК за допомогою кабелю USB (екранований кабель 30см), або підключається до плати джерела живлення.

Для нашого проекту було обрано Arduino UnoR3 (ATmega328) за його характеристики:

- мікроконтролер ATmega328P-AU;
- робоча напруга 5В;
- вхідна напруга, що рекомендовано 7.2-11.1В;

- гранична вхідна напруга 6-20В;
- цифрові входи-виходи 14 (6 з яких можуть бути ШІМ-виходами);
- налогові входи 8;
- струм на кожен вхід/вихід 40мА;
- флеш пам'ять 32 КБ, 2 з яких використовуються бутлоудером;
- SRAM 2КБ;
- EEPROM 1КБ;
- тактова частота 20МГц;
- розміри: 6.9х5.4см.

Розпіновку контактів плати Arduino UnoR3 (ATmega328) показано на рисунку 3.2.

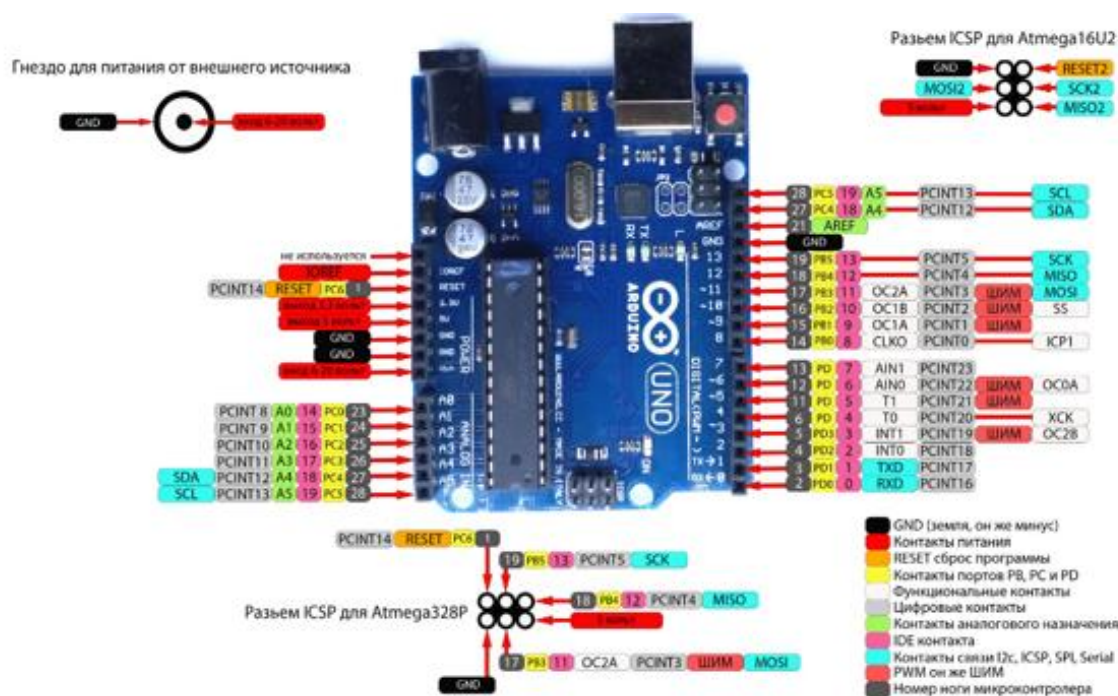


Рисунок 2.2 – Схематичний вигляд пінів плати Arduino UnoR3 (ATmega328)

Одне зауваження, що при роботі з зовнішніми джерелами живлення МК Arduino Uno може працювати некоректно.

Електрична схема плати Arduino UnoR3 (ATmega328) представлена на рисунку 2.3.

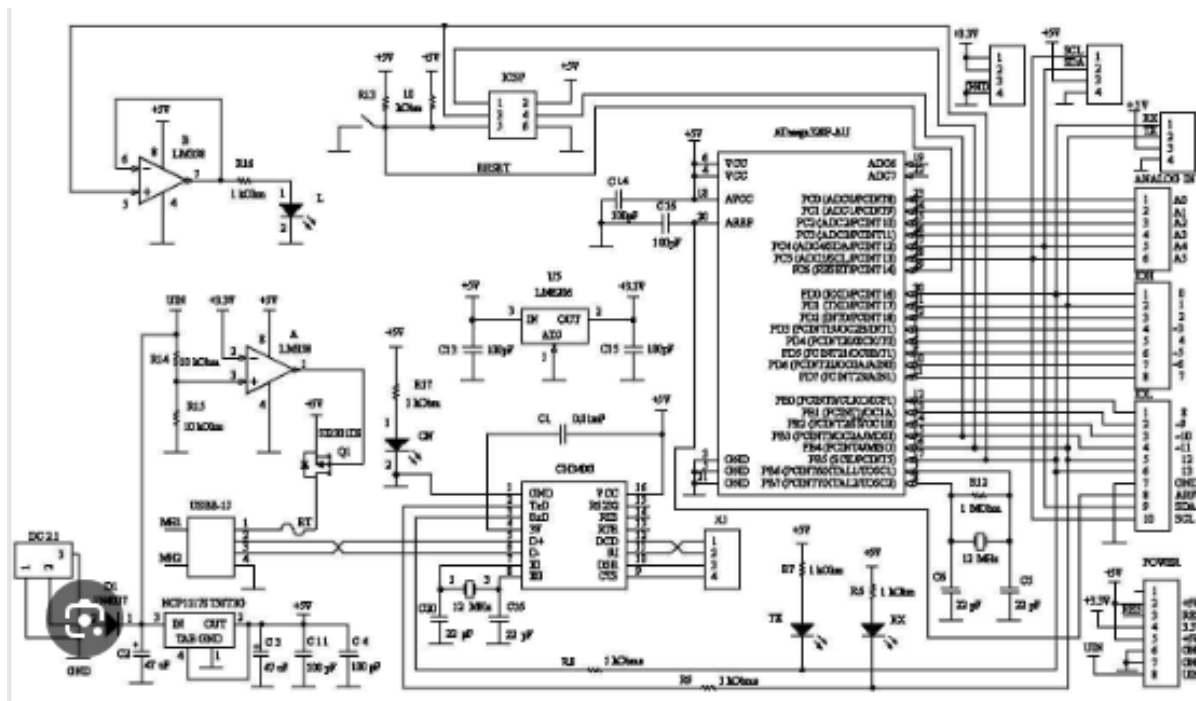


Рисунок 2.3–Електрична схема плати Arduino UnoR3 (ATmega328)

Arduino Uno надає можливості для здійснення зв'язку з комп'ютером, ще одним Arduino або іншими мікроконтролерами. В ATmega328 є приймач UART, що дозволяє здійснювати зв'язок через цифрові виводи 0(RX) і 1(TX).

Мікроконтролер ATmega16U2, що є на платі Arduino Uno R3 забезпечує зв'язок цього приймача з USB-портом комп'ютера, і при підключенні до ПК дозволяє Arduino визначатися як віртуальний COM-порт. Прошивання мікросхеми 16U2 використовує стандартні драйвери USB-COM, тому не потребує встановлення зовнішніх драйверів. На платформі Windows потрібен лише відповідний .inf-файл. У пакет програмного забезпечення Arduino входить спеціальна програма для зчитування та відправки на Arduino простих текстових даних. Під час передавання даних через мікросхему-перетворювач USB-UART під час USB-з'єднання з ПК, на платі блиматимуть світлодіоди RX і TX. При послідовному передаванні даних через виводи 0 і 1, без використання USB-перетворювача, RX і TX світлодіоди не задіюються.

У мікроконтролері ATmega328 реалізовано підтримку послідовних інтерфейсів I2C (TWI) і SPI. До ПЗ Arduino входить бібліотека Wire для спрощення роботи з шиною I2C. Для роботи з інтерфейсом SPI

використовують бібліотеку SPI.

2.2 Датчики і модулі для проекту

Фоторезистор GL5528 – електронний компонент, опір якого змінюється в залежності від рівня освітленості (є світло – опір фоторезистора зменшується, відсутнє світло – опір збільшується). Ці властивості дозволяють отримання аналогових вимірювань освітленості. Фоторезистори використовуються для вимірювання освітленості в багатьох електронних пристроях і системах.

На рисунку 3.4 представлено вигляд фоторезистора GL5528.



Рисунок 2.4 – Фоторезистор GL5528

Інфрачервоний датчик руху HC-SR505 використовується для виявлення руху в проектах автоматизації освітлення, він працює на основі інфрачервоного випромінювання, невеликі розміри (рис. 2.5).



Рисунок 2.5 – Інфрачервоний датчик руху HC-SR505

HC-SR505 має високу чутливість і широкий кут спостереження, що

дозволяє йому ефективно виявляти рух у своєму діапазоні, обробляє сигнали руху і видає вихідний сигнал при виявленні руху, він універсальний для інтеграції в різні системи. HC-SR505 має налаштовувані параметри чутливості і тривалості активації під конкретні потреби проекту, є вбудований таймер затримки, що вимикає сигнал після закінчення періоду безрухомості.

Підключається до мікроконтролера Arduino через три проводи – живлення (VCC), земля (GND), вихідний сигнал (OUT). напрузі живлення від 4,5 до 20 В. Основні характеристики HC-SR505 наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Основні характеристики HC-SR505

Назва характеристики, розмірність	Значення
робоча напруга, В	4.5-20
діапазон виявлення, м	до 3
кут охоплення, або поле огляду, град.	120
чутливість, %	90
час затримки, перед скиданням сигналу, сек	5 - 200
вихідний сигнал (наявність-відсутність руху)	HIGH
цифровий сигнал	LOW

Компоненти системи живлення.

Модуль реле 1-канальний для Arduino 5V (рис. 2.5) використовується для контролю живлення освітлення і здійснення вимкнення світла за умовами програми. Модуль реле є пристроєм, що використовується для керування електричними навантаженнями за допомогою низьковольтного сигналу, напругою 5В [10].

До керуючого контакту IN релейного модуля підключається мікроконтролер, ПК або інший пристрій управління. Релейний модуль має два інтерфейси для підключення керуючого пристрою і для підключення керованих приладів до реле:

- підключення релейного модуля до керуючого пристрою

використовується 3-піновий інтерфейс. Контакти GND і VCC для підключення +5V, вивод IN для підключення керуючого сигналу;

– підключення керованих приладів до реле на платі присутній контакт 3-затиску. Позначення контактів NC, COM, NO (нормально замкнутий, загальний, нормально розімкнутий контакт відповідно).

Має стандартний інтерфейс, через який можна керувати релейним модулем за допомогою контролерів Arduino, 8051, AVR, PIC, DSP, ARM, ARM, MSP430, TTL logic або комп'ютера.



Рисунок 2.5 – Модуль реле 1-канальний для Arduino

Характеристики модуля реле 1-канального для Arduino наведено нижче в таблиці 2.2 [10].

Таблиця 2.2 – Характеристики модуля реле 1-канального для Arduino

Назва характеристики	Розмірність
Робочий струм реле	15 - 20мА
Керуюча напруга реле	5В
реле високого струму SRD-05VDC-SL-C AC250V	10А
Габарити	57x18x 20 мм
вага	17 г

Ультразвуковий датчик вимірювання відстані HC-SR04 для Arduino. Характеристики наведено в таблиці 2.3, та вигляд датчика наведено на рисунку 2.6 [11].

Таблиця 2.2 – Характеристики ультразвукового датчика HC-SR04

Назва характеристики	Розмірність
Споживаний струм	8 мА
Робоча напруга	3.8-5.5 В
Частота	40кГц
Вимірювана відстань	0 - 4.5 м
Дозвіл виміру	3мм
Кут огляду	15 град
Габарити	57х18х 20 мм
вага	17 г



Рисунок 2.6 –Ультразвуковий датчик вимірювання відстані HC-SR04.

Алфавітно цифровий РК-дісплей 0.91" 16x12 призначений для роботи з Arduino, AVR, мікроконтролерами (рис.2.7).

Має хороші кути огляду, порівняно невисоке енергоспоживання з хорошою якістю відображення. Дисплей має такі характеристики (таблиця 2.3).



Рисунок 2.7 –РК-дісплей 16x12

Таблиця 2.3 – Характеристики реле одноканального

Назва характеристики	Розмірність
Діагональ екрану	0.91"
Роздільна здатність	16 x 12
Інтерфейс підключення	I2C
Напруга живлення	3.3-5 В
Габарити плати	3.8 x 1.2 см

2.3 Розробка схеми апаратної частини системи освітлення

Для розробки системи освітлення приміщення необхідно розробити схему підключення компонентів до плати керування Arduino (рис.2.8).

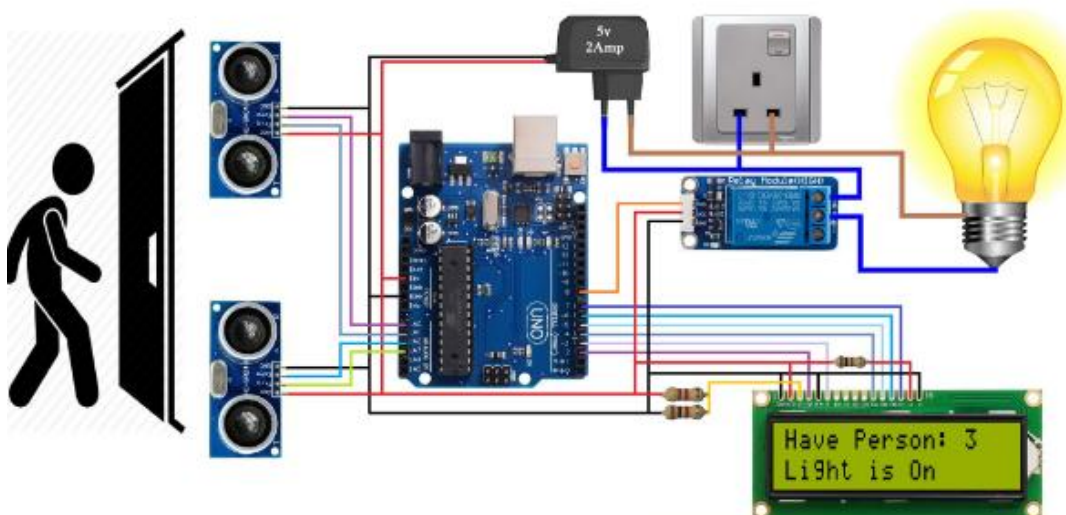


Рисунок 2.8—Схема підключення компонентів системи освітлення

Бажано збирати схему за допомогою макетної плати (або solderless breadboard), що є зручним інструментом для прототипування електронних схем. Вона складається з пластикової плати з отворами, в які можна вставляти електронні компоненти і проводи.

Перевага макетної плати в тому, що вона не потребує паяння. Електронні компоненти можуть бути вставлені і витягнуті з отворів. Це дозволяє швидко збирати, тестувати перегрупповувати компоненти електронної схеми без постійного замовлення нових плат.

ЗПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ

3.1 Алгоритм роботи системи освітлення

Вимірювання освітленості—фоторезистор GL5528 зчитує рівень освітленості у приміщенні і надсилає значення вимірювань, що отримані на мікроконтролер.

Виявлення руху. Інфрачервоний датчик руху використовується для виявлення руху у випадку відсутності світла .

Керування освітленням. Залежно від рівня освітленості та при наявності руху система вмикає / вимикає реле для керування реримом освітлення.

Вхідні вимоги. За допомогою пульта і інфрачервоного датчика Receiver можна віддалено керувати включенням реле та освітленням.

Фоторезистор має підключатися до аналогового входу мікроконтролера разом з резистором для створення зниження напруги живлення .

Інфрачервоний датчик руху HC-SR505 має підключатись цифрового входу мікроконтролера, Виконує зчитування стану руху в приміщенні.

Вимоги до вихідних ліній зв'язку.

Реле одноканальне має підключатись до виходу мікроконтролера, виконує включення/вимикання освітлення у приміщенні.

Інтерфейс з пультом IR Receiver має підключатись до входу мікроконтролера,. Він отримує сигнали від пульта для керування освітленням у приміщенні.

Системні умови :

- освітленість. Система має працювати в умовах темряви і освітлення у приміщенні;
- бути стійкою до різних умов.

Необхідно реалізувати описаний вище алгоритм.

3.2 Середовище розробки Arduino IDE

Середовище розробки Arduino IDE (рис. 3.1) представляє з себе додаток для автоматизованого проектування електронних пристроїв, набір стандартних бібліотек компонентів, для компіляції та завантаження коду на платформу Arduino.

Середовище розробки Arduino IDE (Integrated Development Environment) є офіційним середовищем розробки для програмування мікроконтролерів Arduino. Це безкоштовне програмне забезпечення, яке надає зручні інструменти для написання, компіляції та завантаження коду на платформу Arduino.

Прошивання Arduino UNO також здійснюється через додаток Arduino IDE.

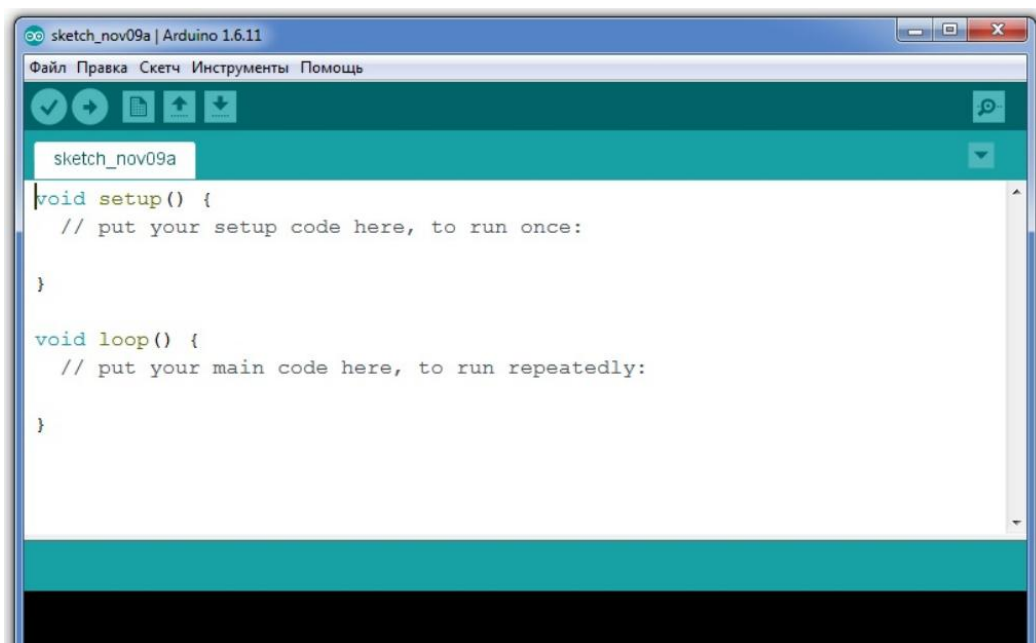


Рисунок 3.1 - Середовище розробки Arduino IDE

На вкладинці «Інструменти/Плата» обираємо пункт “Arduino Uno” (рис. 3.2)

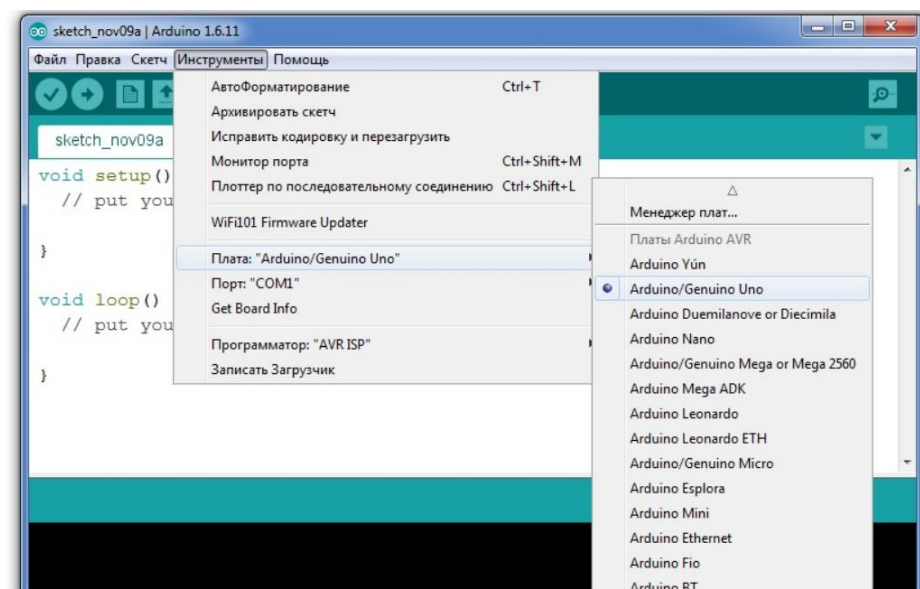


Рисунок 3.2–Вибір на вкладинці «Інструменти/Плата» обираємо пункт «Arduino Uno

Далі на вкладинці«Інструменти» обираємо порт до якого підключено плату Arduino UNO.В моєму випадку це COM7 (Рис. 3.3)

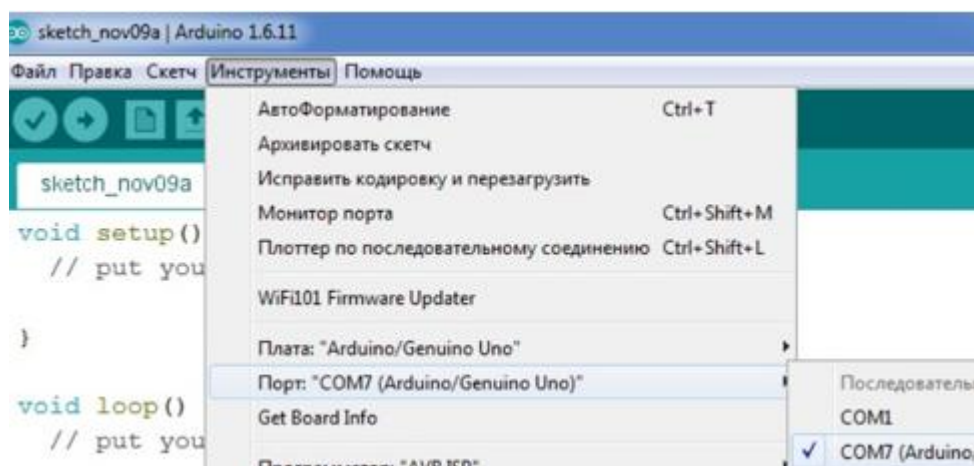


Рисунок 3.3–Вибір на вкладинці «Інструменти» обираємо порт підключення Arduino

Далі у скетчі прописуємо затримку 1 сек `delay(1000)`, яку ми можемо поміж командами вимкнути/вмикнути світлодіод, який буде редагувати як нам треба, після натиснути завантажити(рис.3.4) .

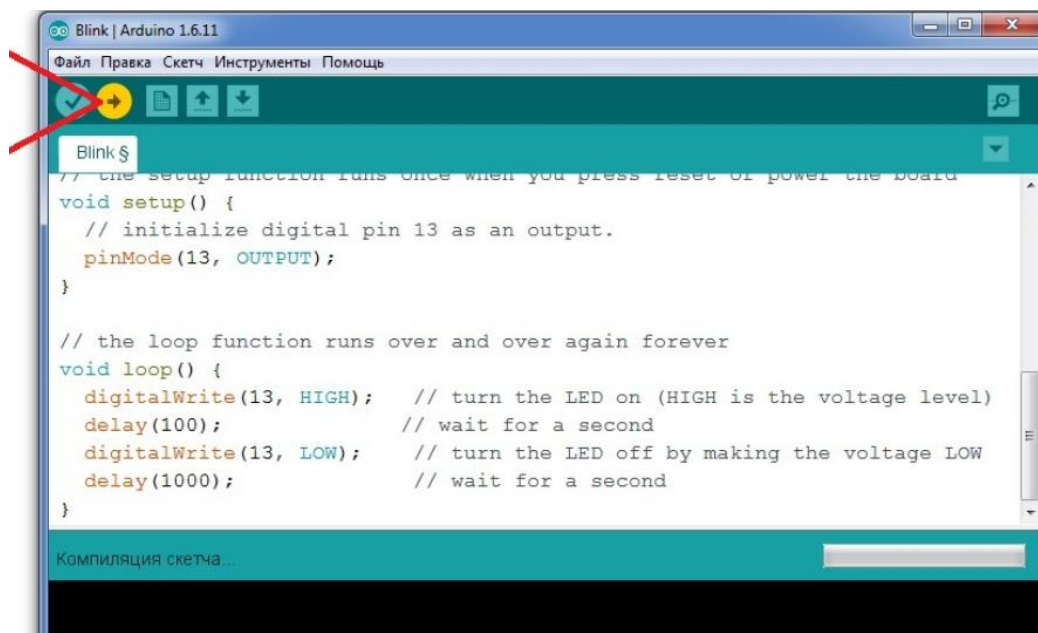


Рисунок 3.3– Скетч затримки

Скетч завантажиться при цьому на платі засвітиться діод, що миготітиме з тією періодичністю що ми задали 1сек.

Скетч використовує 932 байт (2%) пам'яті пристрою, всього доступно 32256 байт глобальні змінні при цьому використовують 9 байт (0%) динамічної пам'яті.

3.3 Програмна реалізація алгоритму роботи системи

Виконуємо реалізацію алгоритмів керування та виконання системи освітлення на базі мікроконтролера Arduino Uno.

Поперше виконуємо ініціалізацію застосунку, екрану керування Arduino. Ініціалізується інтерфейс користувача, треба виконати функцію `reloadView()`, готові для підключення до Arduino (рис. 3.4).

Функція `viewSetup()`, налаштовує інтерфейс користувача. Відбувається верстка для кнопок, статус (рис. 3.5).

```

override func viewDidLoad() {
    super.viewDidLoad()

    disabledView = DisabledView(
        width: Int(self.view.frame.width),
        height: Int(self.view.frame.height)
    )

    serial.delegate = self

    reloadView()

    NotificationCenter.default.addObserver(self, selector:
#selector(reloadView), name: NSNotification.Name(rawValue:
"reloadStartViewController"), object: nil)

    viewSetup()
    initializeDevice()
}

```

Рисунок 3.4–Функція reloadView()ініціалізація екрану керування

```

func viewSetup() {
    powerButton.backgroundColor = .clear
    powerButton.layer.borderColor =
cgBluecolor powerButton.layer.borderWidth = 2
    powerButton.setTitleColor(uiBlueColor, for:
.normal) powerButton.layer.cornerRadius = 15

    disconnectButton.layer.cornerRadius = 15

    statusBar.layer.cornerRadius = 15
    statusBar.backgroundColor = UIColor(red: 255/255,
green: 255/255, blue: 255/255, alpha: 1)
    brightnessSlider.value = 5
}

```

Рисунок 3.5 –Фрагмент функція viewSetup()для налаштування
інтерфейсу користувача

Функція reloadView(),використовується для того, щоб активувати або дезактивувати інтерфейс користувача та встановити відповідний заголовок на екран (рис. 3.6).

```

@objc func reloadView() {
    serial.delegate = self

    if serial.isReady {
        deviceLabel.text =
serial.connectedPeripheral!.name

    } else if serial.centralManager.state == .poweredOn
{ deviceLabel.text = "Not Connected"
    } else {
        deviceLabel.text = "Bluetooth Off"
    }
}

```

Рисунок 3.6–Функція funcreloadView() для вмикання або вимкнення інтерфейсу користувача

Програмна реалізація алгоритму підрахунку кількості людей у приміщенні показана на рисунку 3.7.

```

1  #include <LiquidCrystal.h>
2  const int rs = 13, en = 6, d4 = 4, d5 = 10, d6 = 9, d7 = 7;
3  int trigPin1 = 2;
4  int echoPin1 = 3;
5  int led1 = 8;
6  int trigPin2 = 12;
7  int echoPin2 = 11;
8  int loop_count = 0;
9  int counter1 = 0;
10 int counter2 = 0;
11 int people_count = 0;
12 int s1 = 0 , s2 = 0;
13 int s1_prev = 0 , s2_prev = 0;
14 int led2 = 5;
15

```

Рисунок 3.7 –Підрахунок кількості людей у приміщенні

4 ЗБІРКА СИСТЕМИ ТА ТЕСТУВАННЯ

Після завантаження програмного забезпечення на МК збирається модель системи освітлення на базі мікроконтролера ArduinoUno, що розробляється.

Arduino Uno під'єднується до ПК через USB-кабель, виводиться на макетну плату GND і 5V лінії.

Інфрачервоний датчик під'єднується до плати мікроконтролера Arduino за такою послідовністю і схемою :

- пін VCC приймача – до 5V плати;
- пін GND приймача – до GND плати;
- пін OUT приймача – до (пін 6) плати.

Освітлювальний пристрій підключено позитивним вивідом до виходу реле 5v, що в свою чергу під'єднується також за схемою:

- вхід реле – до цифрового піна (пін 8) плати Arduino;
- контакт COM реле – до позитивного полюса живлення освітлювача (лампи);
- контакт NO реле – до від'ємного полюса освітлювача.

Схема підключення живлення інфрачервоного датчика і модуля реле до Arduino показано на рисунку 4.1, система знаходиться в очікуванні відповіді датчиків

Схема підключення датчиків до Arduino, затемнення фоторезистора і спрацювання датчика руху показано на рисунку 4.2, система знаходиться в режимі зчитування даних з датчика руху.

Схема підключення ультразвукового датчика вимірювання відстані HC-SR04 до Arduino показано на рисунку 4.3, система знаходиться в режимі зчитування даних з датчика вимірювання відстані

Схема підключення Алфавітно цифровий РК-дісплея до Arduino показано на рисунку 4.4.

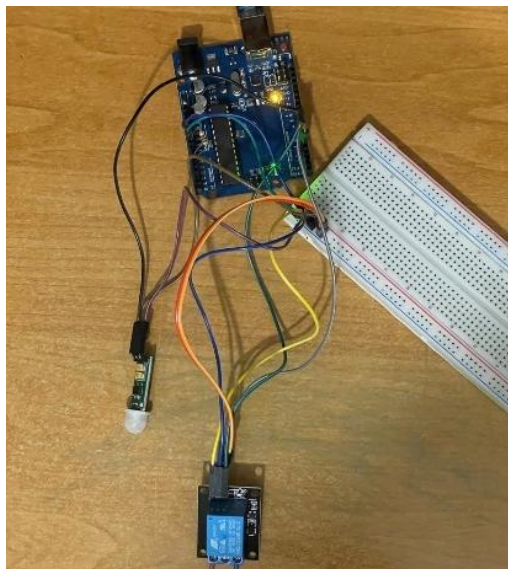


Рисунок 4.1 – Схема інфрачервоного датчика и модуля реле до Arduino, система очікує відповіді датчика руху

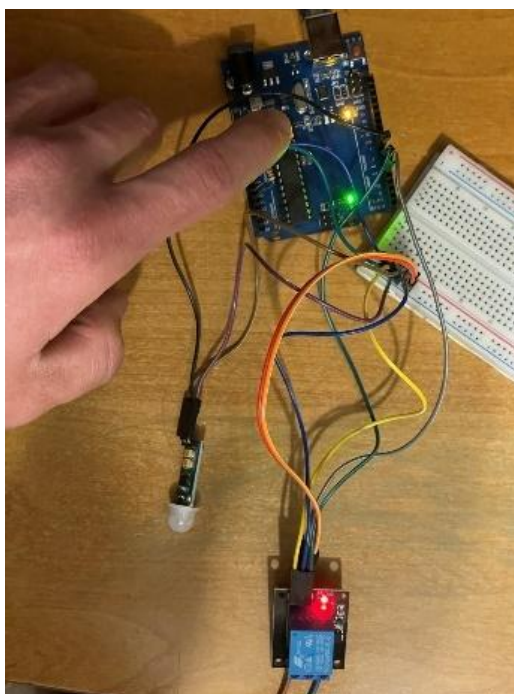


Рисунок 4.1 –Схема підключення датчиків до Arduino, затемнення фоторезистора і спрацьовування датчика руху. Мікроконтролер зчитує дані з датчика руху

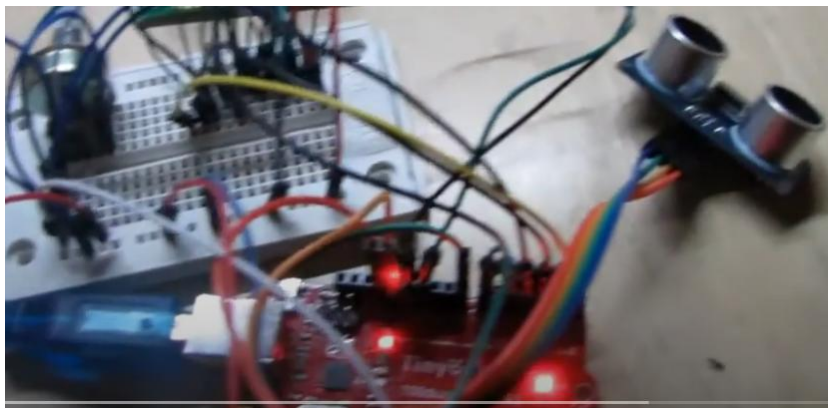


Рисунок 4.3 – Схема підключення ультразвукового датчика вимірювання відстані HC-SR04 до Arduino, спрацьовування датчика. Мікроконтролер зчитує дані з датчика вимірювання відстані

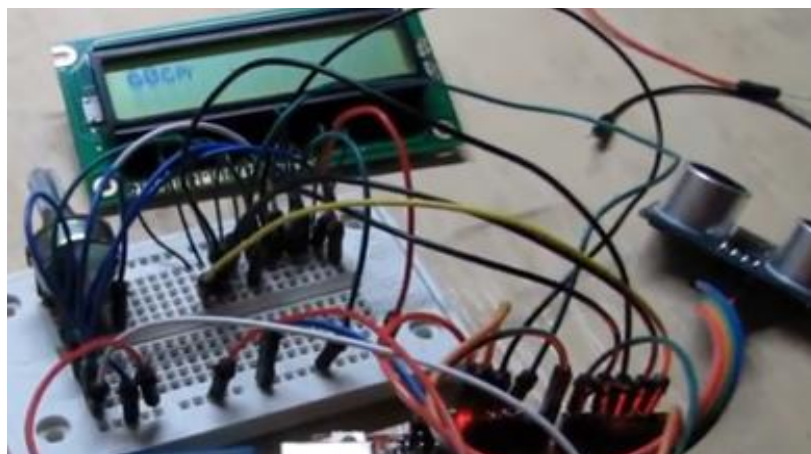


Рисунок 4.4 – Схема підключення РК-дісплея ультразвукового датчика до Arduino, спрацьовування датчика. Мікроконтролер зчитує дані з датчика вимірювання відстані і виводить на дисплей

Вигляд готового пристрою зі всіма підключеними компонентами до Arduino показано на рисунку 4.5, система знаходиться в режимі зчитування даних з датчиків, виводить на екран кількість людей в приміщенні.



Рисунок 4.5– Вигляд готового пристрою

Тестування пристрою показало працездатність системи. Вона точно реагує на зміни рівня освітленості та виявлення руху, що дозволяє увімкнути світло в потрібний момент і вимкнути його, коли руху вже немає і підраховує кількість людей у приміщенні при освітленні.

ВИСНОВКИ

В ході виконання кваліфікаційної роботи бакалавра розроблено систему освітлення приміщення на базі мікроконтролера Arduino на основі ATmega 328.

Розглянуто принципи побудови систем освітлення приміщення, принципи управління джерелами світла та дистанційного управління системами освітлення. А також методи реалізації автоматичного освітлення на основі мікроконтролерів Arduino. Розглянуто та проаналізовано протоколи зв'язку системи приладів DMX.

Обрано компоненти і розроблено структурну схему їх підключення для системи освітлення на базі Arduino UnoR3.

Здійснено програмну реалізацію алгоритму роботи системи. Програмне забезпечення для мікроконтролера розроблено в середовищі Arduino IDE. Програмування здійснено на мові програмування C++, що найкраще підходить для технологій програмування мікроконтролерів Arduino.

Розроблена система дозволяє виконувати автоматичне включення /виключення світла в приміщенні за допомогою датчиків руху.

Розроблено прототип системи освітлення у вигляді макету, тестування якого показало працездатність розроблюваної системи.

Розроблена система задовольняє усім поставленим вимогам на кваліфікаційну роботу, її можна розширювати додаючи кількість функціоналу за рахунок використання різних датчиків.

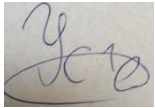
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Огляд рішень для автоматизації освітлення: від простих до складних систем. [Електронний ресурс]. – Режим доступу <https://www.dlab.com.ua/article/lighting/oglyad-rishen-dlya-avtomatizaciyi-osvitlennya>
2. Система управління освітленням в Розумному домі. [Електронний ресурс]. – Режим доступу <https://smartsys.team/uk/our-blog/light-smarthome/>
3. Create a real KNX SmartHome - BestSmartHomeSolution [Електронний ресурс]. – Режим доступу https://homey.app/en-us/wiki/knx-smart-home/?utm_source
4. Характеристики стандарту KNX. [Електронний ресурс]. – Режим доступу <https://www.iqdim.ua/knx>
5. Автоматизація та керування Світлом. [Електронний ресурс]. – Режим доступу <https://lacelesty.com/uk/dmx-outdoor-lighting/>
6. Системи KNX. Розумні технології. [Електронний ресурс]. – Режим доступу <https://yurevych.com/systemy-knx-rozumni-tekhnohohii/>
7. Руководство по применению протокола DMX-512. [Електронний ресурс]. – Режим доступу http://www.video-service.kiev.ua/reference_material/reference_material.html
8. Lutron - автоматизоване управління освітленням, електронний димер. [Електронний ресурс]. – Режим доступу <https://hificinema.com.ua/ua/a196408-lutron-avtomatizirovannoe-upravlenie.html>
9. Arduino Uno [Електронний ресурс]. – Режим доступу <https://doc.arduino.ua/ru/hardware/Uno>
10. Arduino IDE [Електронний ресурс]. – Режим доступу <https://www.arduino.cc/en/main/software> 3.1.
10. Модуль Релейний [Електронний ресурс]. – Режим доступу <https://1duim.com.ua/p2584664103-modul-rele-kanalnyj.html?source>

11. Ультразвуковий датчик відстані HC-SR04, модуль Arduino.
[Електронний ресурс]. – Режим доступу https://evse.com.ua/ultrazvukovoj-datchik-rasstoyaniya-hc-sr04-modul-arduino?utm_source

Відомість кваліфікаційної роботи

«Система освітлення приміщення на базі мікроконтролера Arduino»

	Прізвище та ініціали відповідальної особи	Підпис	Дата
Роботу виконав здобувач групи КІУКІ 21-9 Структура кваліфікаційної роботи: -пояснювальна записка <u>4</u> зс; -графічний матеріал <u>12</u> арк;	Усенко Д.В.		19.06.25
Керівник роботи	Рожнова Т.Г.		19.06.25
Перевірка на наявність академічного плагіатуздійснена.	Литвинова Є.І.		20.06.25
Нормоконтрольпроведено :	Рожнова Т.Г.		19.06.25