

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

УДК 628.95:004.93

«Допущено до захисту»

Завідувач кафедри біомедичної
інженерії та телекомунікацій
к.т.н., доц. Нікітчук Т.М.

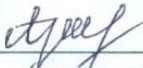
« 14 » грудня 2020 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему Дослідження та розробка інтелектуальної системи керування
освітленням «розумного будинку»

**за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
освітній ступінь «магістр»**

Виконавець роботи
студент 2 курсу, гр.ЗТРм-19


(дата, підпис)

А.К. Купчинський

Керівник роботи
к.т.н., доц.


(дата, підпис)

В.П. Манойлов.

Житомир
2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної магістерської роботи

на тему «Розробка інтелектуальної системи керування освітленням
«розумного будинку»»

Виконав: студент 2 курсу, групи ТРм-19-1
спеціальності
172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Керівник Манойлов В.П.

Рецензент Нікітчук Т.М.

«Затверджено»

Завідувач кафедри біомедичної
інженерії та телекомунікацій

Т.М. Нікітчук

« 23 » червня 2020 р.

Завдання

на кваліфікаційну магістерську роботу

Купчинському Артему Костянтиновичу

1. Тема роботи «Розробка інтелектуальної системи керування освітленням «розумного будинку»

затверджено наказом по університету від « 16 » жовтня 2020 р. № 366 /с

2. Мета дослідження: створення інтелектуальної системи керування освітленням «розумного будинку».

3. Вихідні дані (характеристики об'єкта, умов дослідження та ін.

1) тип освітлення – світлодіоди; 2) наявність завдань руху, освітлення та звуку; 3) наявність модуля інтеграції з іншими системами «розумного будинку».

4. Основні задачі дослідження: розроблення апаратної архітектури системи керування освітленням.

5. Термін подання роботи до захисту грудень, 2020 р.

6. Дата видачі завдання « 23 » червня 2020 р.

Науковий керівник

Завдання прийняв
до виконання

(підпис)

(підпис)

Манойлов В.П.

(прізвище, ініціали)

Купчинський А.К.

(прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Проведено дослідження створення інтелектуальної системи керування освітленням «розумного будинку», розглянуто варіанти побудови такої системи, складові системи та протоколи управління світловими приладами. Зазначені компоненти та керування системою освітлення «розумного будинку, що розробляється; подано опис параметрів роботи системи освітлення в будинку та алгоритм роботи приладів; розроблено блок керування освітленням.

ANNOTATION

The study of the development of lighting control system "smart home", considered options for building such a system, system components and control protocols for lighting fixtures. These components and control of the lighting system of the "smart home being developed; a description of the parameters of the lighting system in the house and the algorithm of operation of devices; the lighting control unit is developed.

РЕФЕРАТ

Повний обсяг пояснювальної записки кваліфікаційної роботи складає 83 сторінки. Під час її написання було використано 22 джерела літератури, вона містить 26 рисунків та 4 таблиці.

Метою магістерської роботи є дослідження побудови інтелектуальної системи керування освітленням в «розумному будинку».

В розділі «Огляд та аналіз літературних джерел і пропозицій ринку» розглядаються питання технологій «розумного будинку», концепції використання цієї технології взагалі та блоку управління світлом зокрема.

В розділі «Дослідження інтелектуальної системи керування освітленням» розглянуто варіанти побудови такої системи, складові системи та протоколи управління світловими приладами.

В розділі «Реалізація блоку керування освітленням «розумного будинку»», наведені компоненти та керування системою освітлення «розумного будинку, що розробляється; подано опис параметрів роботи системи освітлення в будинку та алгоритм роботи приладів; розроблено блок керування освітленням.

У висновку підсумовуються результати по виконанню кваліфікаційної роботи.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ І ПРОПОЗИЦІЙ РИНКУ.....	9
1.1 Архітектура та впровадження технологій «Розумний будинок» / «Smart Home».....	9
1.2 Функції розумного будинку.....	14
1.3 Устаткування для розумного будинку.....	16
1.4 Сучасні системи «розумний дім» на ринку.....	17
1.5 Блок управління світлом в системі «розумний будинок» та задачі магістерської роботи.....	21
РОЗДІЛ 2 ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯМ.....	25
2.1. Система управління «розумним будинком».....	25
2.2 Класифікація систем керування освітленням та їх складові....	28
2.3 Системи аналогового і цифрового управління освітленням	43
2.4 Протоколи управління світловими приладами.....	48
2.5 Системи інтелектуального управління освітленням в «розумному будинку».....	61
РОЗДІЛ 3 РЕАЛІЗАЦІЯ БЛОКУ КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯМ «РОЗУМНОГО БУДИНКУ».....	66
3.1 Компоненти та керування системою освітлення «розумного будинку».	66
3.2 Опис параметрів роботи системи освітлення в будинку.....	72
3.3 Розробка блоку керуванням освітлення.....	75
ВИСНОВКИ.....	81
ЛІТЕРАТУРА.....	83

ВСТУП

Концепція «розумного будинку» цікава і перспективна. На даний момент велика кількість компаній, пропонують послуги зі створення таких диво-будинків. Сама технологія реалізується дешево (безпроводно або з використанням існуючих силових кабелів), а ось налаштування такої системи, особливо якщо вона управляється програмно з комп'ютера, мобільного телефону, планшета, – річ досить складна і обійдеться не так вже й дешево її власникам.

Крім того, наявність ряду таких рішень необхідно враховувати при розробці дизайну приміщень. Ідеальне місце застосування таких технологій – приватні будинки і котеджі, а також великі офіси.

Для забезпечення зручності в будинку можуть використовуватися різноманітні технології, починаючи від саморобних пристроїв і закінчуючи високоінтелектуальними комп'ютерними автоматизованими системами управління.

В інтелектуальній системі «Розумний будинок» можна керувати світлом натисненням однієї клавіші. За допомогою одного пульта є змога налаштувати лампи, люстри, світильники тощо. Датчики руху забезпечують автоматичне перемикання світла, коли до них наближається людина. Для забезпечення комфорту і затишку у будинку кожна кімната, хол, зал можуть бути добре освітлені або перейти до режиму «сну»/«напівтемряви». Без інтелектуальної системи «Розумний будинок» для цього буде потрібно установка великої кількості різних світлових приладів із заплутаною мережею вимикачів. Так з одного стандартного шестисенсорного вимикача можна управляти дванадцятьма світловими групами, як плавно регулювати їх яскравість, так просто включити їх або вимкнути. За допомогою сенсорних вимикачів або панелей легко можна створювати різні світлові сцени, що, безсумнівно, додасть затишку і комфорту дому, наприклад, сцену «Вечір», при якій одна група світлових приладів включиться на певну яскравість, інша група

вимкнеться, штори закриються, а система клімат контролю перейде в комфортний режим.

У нічний час світло в коридорах і прихожих буде включатися на частину яскравості автоматично при появі руху – не доведеться шукати вимикач в темряві. Також системою освітлення можна управляти дистанційно з пульта, ноутбука або мобільного телефону. При під'їзді до будинку вночі, можна керувати освітленням фасаду, підсвічуванням ландшафту і доріжок.

Управління освітленням – одна з найважливіших задач в будинку. Завдяки інтелектуальному програмуванню можна заощадити електроенергію та термін експлуатації ламп. Відпадає необхідність шукати вимикачі світла в темряві, а так само вимикати світло при виході з кімнати.

Систему автоматизованого управління освітленням можна налаштувати таким чином, що вона буде визначати, в якій частині кімнати знаходиться людина і підсвічувати саме її. У заміському котеджі система може включати вечірню підсвітку двору і декоративне підсвічування фасаду будівлі.

Але управління освітленням приносить не тільки комфорт. Розумний будинок може самостійно включати вечорами світло в квартирі, імітуючи присутність людей. Завдяки цьому, майно буде перебувати під подвійним захистом під час відпустки або тривалої відсутності.

Метою роботи є дослідження створення інтелектуальної системи керування освітленням «розумного будинку».

Предметом є – блок керування освітленням.

Об'єктом є методи створення системи керування освітленням.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ І ПРОПОЗИЦІЙ РИНКУ

1.1 Архітектура та впровадження технологій «Розумний будинок» / Smart Home

Розумний дім (розумний будинок/smart home, digital house) – будинок, дача або приміщення комерційного призначення (бутік, офіс, будь-яка установа), які мають якісні системи забезпечення та операційний multi-room. За допомогою останнього, функціонально пов'язуються між собою усі електроприлади будівлі, якими можна керувати централізовано – з пульта дисплею, з мобільного телефона тощо. Прилади можуть бути під'єднані до комп'ютерної мережі, що дозволяє керувати ними за допомогою ПК та надає віддалений доступ до них через Інтернет. Завдяки інтеграції інформаційних технологій у домашні умови, усі системи та прилади узгоджують виконання функцій між собою, порівнюючи задані програми та зовнішні показники (обстановки).

Для визначення високотехнологічних особливостей приміщення також вживають терміни: intelligent building, smart-house, digital home.

Розумний дім створюється за допомогою професійного проектування та програмування компаніями, що займаються розробкою проектів smart-home. Програми, що вводяться до алгоритмів multi-room розумного дому, розраховані на певні потреби мешканців та ситуації, пов'язані із зміною середовища або безпекою. Особливістю smart-home є керування з пульта, на котрому людина може натиснути одну-єдину клавішу з метою створення певної обстановки (рисунок 1.1). При цьому, сама система мульти-рум аналізує навколишню ситуацію та параметри усередині приміщення, та, керуючись власними висновками, виконує задані користувачем команди із відповідними налаштуваннями. Окрім того, електронні побутові прилади,

встановлені у розумному будинку, можуть бути об'єднані у домашню Universal Plug'n'Play – мережу із виходом в Інтернет.



Рисунок 1.1 – Керування системою «Розумний будинок» [1-5]

1.1.1 Основні протоколи зв'язку у межах системи «Розумний будинок».

Звісно, однією з умов функціонування системи «розумний будинок» є умова, щоб контролер і актуатори працювали в однаковому протоколі бездротового зв'язку. Наприклад, прилади бренду Xiaomi зв'язуються між собою за допомогою інфрачервоного каналу, а зі смартфонами — за допомогою Wi-Fi.

ZigBee, Wi-Fi, KNX, Insteon, Z-Wave, X10, 1-Wire – ось деякі бездротові протоколи зв'язку для «розумних будинків». Кожен з них закритий і працює тільки з приладами, що підтримують його шифрування.

Отже, «розумні прилади» повинні бути синхронізовані технічно. Щоб не заплутатися, краще купувати товари одного бренду. Тому більшість виробників пропонують «кітові» набори, здатні покрити запити навіть

вимогливих споживачів. Комплексне рішення зручніше узгодити між собою і обійдеться воно дешевше.



Рисунок 1.2 – Комплектуючі наборів для системи «розумний будинок»

Перш ніж купувати набір, потрібно вирішити, які саме завдання необхідно щоб «розумний дім» виконував за власника.

1.1.2 Концентратори та контролери розумного дому (командні центри повсякденного життя). Розумний будинок – це коли можна управляти багатьма речами в домі за допомогою голосу, можна віддати команду включити-виключити світло, відкрити двері, включити музику чи кінофільм, додати щось списку покупок, налаштувати календар, викликати таксі чи надати вам інформацію яка завтра буде погода. Також важливою є безпека – можна контролювати інформацію чи захищений будинок, чи ніхто з грабіжників не пробрався до нього. Для контролю всіх цих новітніх технологій та гаджетів майбутнього нам потрібний командний центр.

Одні з найкращих на сьогодні командних центрів, – це Google Home Hub та Google Nest Hub Max (рисунок 1.3) [2].



Рисунок 1.3 – Пропозиції від Google Home Hub та Google Nest Hub Max

Концентратор працює з пристроями, які використовують протоколи Z-Wave, Zigbee, Lutron Clear Connect, Kidde, Bluetooth і Wi-Fi. Це включає в себе все, що знаходиться в спектрі розумного будинку, від освітлення і камери, до здійснення покупок чи відтворення музики.

Наприклад, концентратор Brilliant Control [2] – це унікальний перемикач на стіні, який використовує Wi-Fi для підключення та керування різними розумними пристроями у домі. Являє собою 5-дюймовий кольоровий сенсорний екран зі зручними кнопками, які дозволяють керувати освітленням, відтворювати музику, встановлювати температуру термостата, і, крім іншого, бачити, хто знаходиться біля входних дверей. Він працює з багатьма популярними платформами розумного дому, включаючи Ecobee, Nest, Philips Hue, Ring та Sonos, і має вбудовану голосову підтримку Amazon Alexa, яка дозволяє робити майже все, що може робити пристрій Echo.

Недолік: цей пристрій досить дорогий і вимагає знання для встановлення, але – це розумне доповнення до високотехнологічного будинку.

1.1.3 Камери спостереження. Зазвичай, для системи «розумного будинку» потрібен не тільки автономний пристрій, що контролює за безпекою в домі, а камера як пристрій з датчиками: потужний датчик зображення 1080p, виявлення руху та звуку, механічну панорамування та нахилу, уповільнення відеозйомки та функцію відстеження подій, а також функцію відстеження руху, яка дозволяє камері стежити за людиною.

Такою камерою може бути iCamera Keep Pro від iSmartAlarm, знову ж таки, **недолік** – її вартість, близько \$ 200.

Можливо встановити декілька камер, наприклад, Wyze Cam Pan (близько \$ 30, наявні функції виявлення руху і звуку, запису в проміжок часу і безкоштовне зберігання в хмарі, має механічну панель і нахил і підтримку аплетів IFTTT) та SkyBell HD (рисунок 1.4) (близько \$ 150, відео дзвінок, що дозволяє бачити і говорити з тим, хто перебуває назовні, має високу деталізацію відео на 1080p з нічним баченням, і захоплює кілька секунд відзнятого матеріалу до події, інтегрується з численними пристроями розумного будинку, відрізняється безкоштовним хмарним зберіганням для записаного відео), але в сумі вони будуть все таки мати вартість немалу [2].



Рисунок 1.4 – Зображення камер Wyze Cam Pan та SkyBell HD
відповідно

1.1.4 Смарт-замки та системи безпеки будинку. Щоб зробити розумний дім своїми руками, потрібно подумати про безпеку. Smart Lock Pro + Connect є останньою пропозицією від August Home. Це третє покоління смарт-замків пропонує всі види дзвінків, які можна отримати з HomeKit моделлю, і додає кілька нових можливостей, включаючи технологію DoorSense, сумісність Z-Wave і підключення Wi-Fi. Він простий в установці і може управлятися віддалено або за допомогою голосових команд Alexa, Google Assistant або Siri, а також зберігає естетику своїх братів і сестер. Пристрій дорогий, але це найкращий смарт-замок, про який нам відомо [2].

1.2 Функції розумного будинку

Комплекс «розумного будинку» може керувати обладнанням і виконувати наступні операції:

1. Постійне спостереження і контроль за безпекою житлового приміщення та прибудинкової території. У цю можливість можна включити системи відеоспостереження, а також ряд заходів, пов'язаних з несанкціонованим проникненням. Охоронна ланцюга, що включає сирену, може подавати сигнал паралельно і в службу охорони;

2. Протипожежна безпека;
3. Контроль і підтримка заданої температури всередині окремої кімнати або всього приміщення. Це досягається правильною роботою в встановлених режимах опалювального обладнання, кондиціонерів, вентиляції.
4. Контроль за електропостачанням і включення резервного джерела в разі відключення основного. Сюди входять джерела безперебійного живлення, стабілізатори.
5. Організація правильного і економічно вигідного водопостачання. Це стосується як холодної, так і гарячої води. Ця функція може також мати датчики, що реагують на порив труб водопостачання або їх перебіг.
6. Управління, під час приходу, догляду або ж в момент відсутності господарів освітленням. Дана апаратура ділиться на аварійне і робоче освітлення. Під час відсутності господарів може виробляти включення освітлення, щоб відтворити процес присутності в будинку людей, і тим самим відлякати зловмисників і злодіїв від житла.
7. Постійний цілодобовий моніторинг функціонування всіх включених систем;
8. Переведення в автоматичний режим побутових приладів, телекомунікацій, і різного мультимедійного обладнання.
9. Полив в жарку погоду газонів, саду, городу тощо, годування домашніх тварин і риб.

Система розумний будинок спрямована не тільки на контроль і комутацію всього обладнання, що знаходиться в будинку, але і на їх економічне використання, тобто на зниження витрат на енергоносії. Дуже актуальна робота цієї системи в разі проживання в приміщенні людини або людей з обмеженими фізичними можливостями. Для інтелектуального контролю та управління застосовується комп'ютерна техніка і спеціально розроблені програми для цього

1.3 Устаткування для розумного будинку

Ринок сучасних девайсів і систем, спрямованих на полегшення життя, наповнений вдосталь. Створити короткий опис, вказати на плані приміщень потрібні вузли в принципі не проблема.

У перелік обладнання, яке може бути використане при організації і налаштуванні розумного будинку, входять:

- Вимикачі освітлення, розетки;
- Диммери для регулювання яскравістю освітлення;
- Устаткування для керування жалюзіями і віконницями;
- Датчики руху, світла, температури, вогню, атмосферного тиску, протікання води, присутності і т. д.
- Конвертер телефонної лінії;
- Конвертер домофонної лінії;
- Мікрофон з АРУ і з АЦП (служить як голосове управління розумним будинком);
- GSM модуль;
- ІК приймач і передавач;
- ІК RF ретранслятор;
- Вимірювач напруги;
- Стабілізатор і безперебійне джерело живлення;
- Вимірювач струму;
- Прилад для управління і інтерфейс сенсорний або кнопочний. На керуючому обладнанні встановлюється найчастіше пароль;
- частотомір;
- Крани кульові з електроприводом .

1.4 Сучасні системи «розумний дім» на ринку

Системи розумного будинку існують на ринку декілька десятиліть. Ціни на інтелектуальні системи на порядок знизилися навіть у порівнянні з початком століття, і продовжують знижуватися. На сьогодні кошторис на систему «розумного будинку» в мінімальній комплектації починається десь від 30 тисяч (середина 2020 року).

На ринку представлено системи від закордонних та вітчизняних виробників, які може встановити кожен (рисунок 1.5).

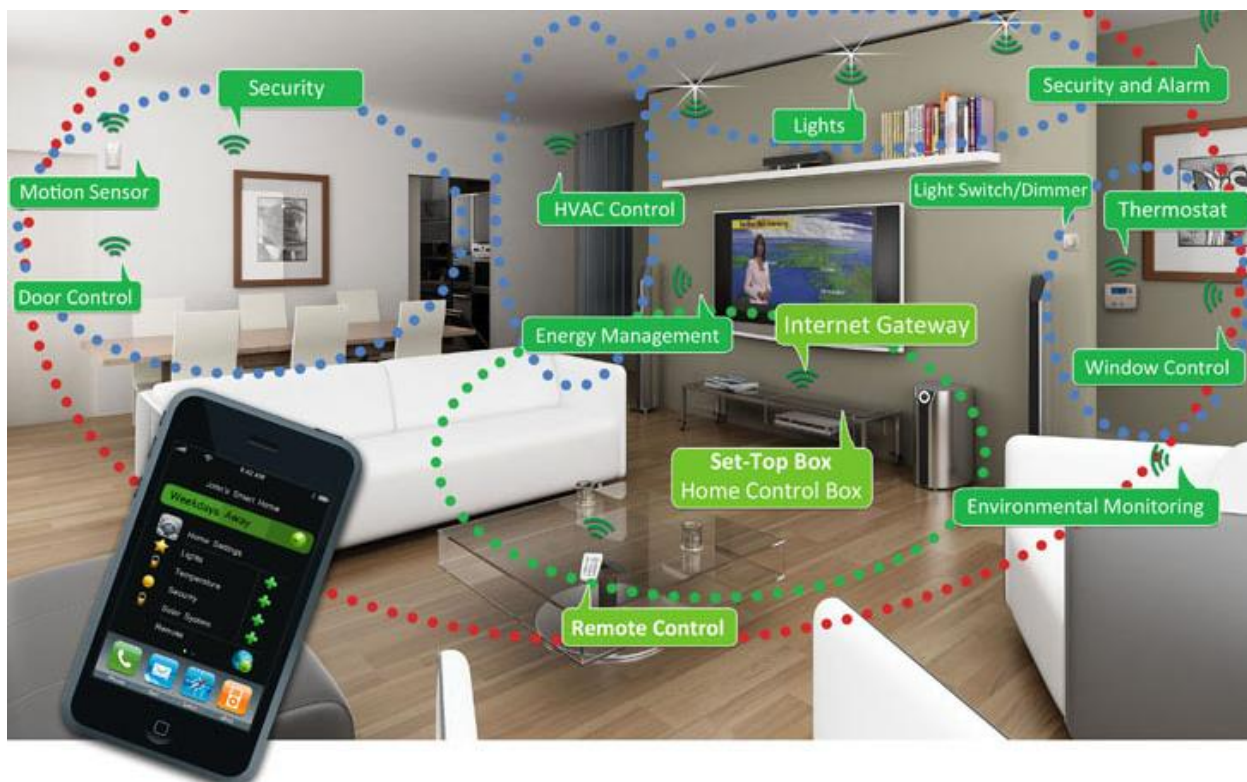


Рисунок 1.5 – Приклад системи «розумного будинку»

Зазвичай, інтерфейс програмного забезпечення легкий і зручний, як, наприклад, зображено на рисунку 1.6.



Рисунок 1.7 – Вигляд та розташування основних елементів згідно [3]

Необов'язкові елементи системи розумного дому, що можна встановити для свого комфорту: датчики світла, датчики руху, розумні розетки, «розумний» підігрів підлоги.

Датчики світла, встановлені в кутках коридору, кімнатах та інших приміщеннях, дозволять забути про необхідність торкатися до вимикачів — система робить все сама. Датчик руху, встановлений разом з датчиками світла, налаштовується за допомогою програми на смартфоні таким чином, що кожен раз, коли хтось виходить з кімнати, і в ній нікого не залишається — світло вимикається. І навпаки. Більшість датчиків легко прикріпити до стіни.

«Розумний будинок» [3] допоможе стежити за здоров'ям і добрим самопочуттям. Для цього знадобляться: датчик пилу, датчик вологості, очищувач повітря, смарт робот-пилосос.

Датчик пилу, встановлений в самому «ходовому» місці будинку, повідомить в додатку, що пора прибирати. Дистанційно можна запустити робота-пилососа, який проведе повне прибирання під час відсутності людини в будинку. Очищувач повітря включається автоматично, як тільки вбудований в ньому датчик зафіксує підвищену концентрацію шкідливих частинок – формальдегіду, сигаретного диму і так далі.



Рисунок 1.8 – Вигляд датчика пилу, який використовується в [3]

Деякі з розумних приладів у канадському будинку з SIP для розваг та хобі [3]: смарт-лампа, розумний акваріум, автоматичний полив рослин.

Наприклад, як описується в [3]: поставте «розумну лампу» біля ліжка і підключіть її до додатка на смартфоні. Вона буде включатися в заданий час і повідомляти вам про те, що пора прокидатися. Розумний акваріум і полив рослин позбавлять вас необхідності регулярно стежити за своїми домашніми друзями.

Отже, існує всього лише два основних підходи до реалізації.

1. Купити готову систему автоматизації будинку [4 -7].
2. Спробувати зробити все самостійно [8].

У готових систем є ряд переваг

- Відпрацьована технологія, надійність
- Готові модулі, за допомогою яких можна вирішувати основні

завдання

Недоліки

- Висока ціна
- Як правило, не дуже велика гнучкість керуючого модуля
- Обмежені можливості керуючого модуля
- Закритість технології та / або протоколів і / або схемотехніки
- Відсутність або недостатні можливості для сполучення з іншими

системами будинку.

Як правильно створити «розумний будинок» своїми руками

Що можна отримати, якщо знати, як зробити «розумний будинок» своїми руками:

- збалансоване функціонування всіх інтегрованих пристроїв
- детальне протоколювання всього, що відбувається
- моніторинг роботи кожного пристрою окремо, а також системи в цілому
- скорочення часу реагування системи на зміни, а також детальний аналіз того, що відбувається
- запобігання аварійним ситуаціям, а також роботи по ліквідації наслідків
- надійний зворотний зв'язок «розумного будинку» з мешканцями
- простота управління

1.5 Блок управління світлом в системі «розумний будинок» та задачі магістерської роботи

Найбільш затребуваним у споживачів є блок управління світлом і електричними навантаженнями. Ця функція дозволяє не тільки відключати

освітлення у всіх приміщеннях одночасно, але і приводити рівень освітленості до необхідного значення (мінімум, середній, максимум) [9].

Контроль кліматичної обстановки в будинку дозволяє отримати необхідну температуру, одного разу налаштувавши систему. Надалі «розумний дім» самостійно буде регулювати роботу підсистем інженерії для створення сприятливого мікроклімату. Для тих, хто живе в квартирі, він може бути не зрозумілий, адже площі зовсім інші, актуальні такі блоки системи «розумний будинок» здебільшого для людей, що проживають в приватних будинках.

На ринку відомі рішення дистанційного управління світлом за допомогою рішень компанії «Ноотехніка» Noolite [9] – можливість бездротового управління світлом (системи Noolite керують освітленням по радіоканалу). Вимикач, який, по суті, являє собою пульт-радіопередавач, працює від батарейки. Його можна поставити де завгодно, можна навіть приклеїти до меблів, головне – щоб поверхня, на яку він встановлюється, була неметалічна. Одним світильником може управляти відразу кілька вимикачів.



Рисунок 1.9 – Вигляд блоку контролю за освітленням [9]

Управління освітленням відбувається не по електричній мережі, тому немає необхідності прокладати мережу під кожен вимикач. Блок, який використовується для включення/вимикання світла, акуратно вмонтований в стіну, можна також змонтувати під підвісну стелю.

Є також можливість управляти системою освітлення Noolite через USB-адаптер, як в принципі і будь-яким навантаженням. А керуючи навантаженням, можна управляти практично будь-яким електричним приладом. Це білоруський виробник, вартісне обладнання.

Тому існує необхідність створення власного блоку системи «розумний будинок», яку можливо виготовити та впровадити як вітчизняний продукт.

Висновки до розділу

З опрацьованої літератури можна зробити такі висновки.

Мільярди фізичних пристроїв у нашому житті у всьому світі, які тепер підключені до Інтернету, збирають та обмінюються даними, відносяться до категорії Інтернету речей. Завдяки дешевим процесорам і бездротовим мережам, можна будь-що, починаючи від таблетки й закінчуючи безпілотним автомобілем, включити до IoT. Цей процес додає рівень цифрового інтелекту до пристроїв, які були б інакше безглузді. Пристрої можуть передавати дані в реальному часі без участі людини. Практично будь-який фізичний об'єкт може бути перетворений в пристрій Інтернету речей (IoT), якщо він може бути підключений до Інтернету і керований таким з допомогою Інтернету. Лампочка, яка може бути ввімкнена за допомогою програми смартфона – це пристрій IoT, як і датчик руху, або смарт-термостат у офісі, або вуличне освітлення.. У ще більшому масштабі, проекти інтелектуальних міст заповнюють цілі регіони датчиками, щоб допомогти нам зрозуміти та контролювати навколишнє середовище.

Потрібні були дешеві та енергозберігаючі процесори, перш ніж стало економічно ефективним підключення мільярдів пристроїв. Прийняття міток RFID – мікросхем малої потужності, які можуть здійснювати бездротовий зв'язок, – вирішили деякі з цих проблем. Це збільшило доступність широкосмугового Інтернету та стільникових та бездротових мереж. Використання протокола IPv6 повинно було забезпечити достатню кількість

IP-адрес для кожного пристрою, який може знадобитися у цьому світі. Все це стало необхідними кроками для масштабування Інтернету речей і вирішення побудови системи «Розумний будинок» зокрема.

Але наявні на сьогодні системи, які пропонуються в наборах або виготовлені вже провідними організаціями Google Home Hub та Google Nest Hub Max, як приклад, дорого вартісні.

Тому пропонується розробка блоку керування системою освітлення як такою, що може бути виготовлена, запроваджена та конкурувати як вітчизняний продукт.

РОЗДІЛ 2

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯМ

2.1 Система управління розумним домом

Базова концепція. Система управління являє собою сукупність апаратних та програмних засобів, які насамперед націлені на економічність, тобто на зниження можливих розходів (електроенергія, тепло) користувача, а також надає додаткові можливості, наприклад, контроль присутності [13, 20] Розглянемо всі функції більш детально.

Енергозбереження. Енергозберігаюча система управління освітленням в багатоповерхових будинках (під'їзди, автостоянки, прибудинкові території, підвали, горища) дозволить знизити кількість споживаної електроенергії в 10-15 разів. У цих системах застосовується пристрій управління освітленням з роздільними силовими компонентами, що дозволяє використовувати існуючі лінії електропередач.

Енергозберігаюче освітлення починається з намагання упорядкування часу роботи освітлювальних приладів. Ефективний захід енергозбереження - централізація управління освітленням з використанням спеціально розроблених графіків включення і виключення світла. Певну економію можна отримати за рахунок максимального використання всередині приміщення природного світла. Це досягається за рахунок правильного планування будівлі і використовуваних приміщень.

Великий ефект дає використання енергозберігаючих ламп. Однак навіть сама «економна» лампа, якщо вона горить в порожньому приміщенні, стане безглуздим джерелом енерговитрат.

Найкраще енергозбереження забезпечують автоматичні вимикачі світла з використанням інфрачервоних та електронних датчиків. Електронні датчики вимірюють рівень освітленості приміщення і, при досягненні заданого значення, видають команду на включення або виключення освітлення

(датчики освітленості), або безпосередньо «бачать», що до приміщення увійшов чоловік, і вмикають світло (датчики руху). Світлочутливий елемент блокує ввімкнення освітлення при достатньому природному освітленні. Оскільки на відміну від реле-датчиків часу датчики руху вмикають світло тільки на час фактичного присутності людини в приміщенні, а витрати електроенергії на освітлення можуть бути знижені в кілька разів.

Для сходових кліток, коридорів і ліфтових холів економія додатково збільшується за рахунок поетажного управління освітлювальними приладами.

В енергозберігаючих вимикачах освітлення застосовуються також інфрачервоні датчики руху з урахуванням планування приміщення [16, 20]. Інші електронні датчики (датчики присутності) здатні визначити знаходження людей в приміщенні і тільки в цьому випадку тримають світло включеним.

Інфрачервоний датчик «бачить» тільки рухається людини, хоча цей рух може бути і невеликим - наприклад, помах рукою або кивок головою. При великих часах затримки інфрачервоний датчик працює в режимі датчика присутності, тобто підтримує освітлення при тривалому присутності в приміщенні людей. Малий час затримки вибирається при використанні інфрачервоних датчиків як датчика руху в прохідних приміщеннях.

Електронні вимикачі світла можуть використовуватися як автономно, так і в складі автоматизованої системи управління, яку нині називають «розумний дім».

В основі системи енергозбереження лежить температурний контролер і електроконвектори вітчизняного і зарубіжного виробництва, що мають сучасний дизайн та доступні ціни. Вони не спалюють кисень, не сушать повітря, пожежобезпечні. Також, замість конвекторів можна використовувати гріючі проводи (тепла підлога), інфрачервоні плівки і панелі, електрокотли універсальні і можуть працювати з будь-якими нагрівальними приладами.

У розподільному щиті монтуються автоматичні вимикачі для захисту всіх елементів системи від перевантажень і струмів короткого замикання, а також силові виконавчі пристрої. У системах використовується тільки якісне

та надійне електро обладнання провідних європейських фірм, найкращим чином зарекомендувало себе при монтажі та експлуатації. Управляється система температурним контролером за допомогою температурних датчиків і керованих розеток. Монтаж системи управління проводиться телефонним кабелем довжиною до 100 метрів.

Освітлення. В інтелектуальній системі «Розумний будинок» можна керувати світлом натисненням однієї клавіші. За допомогою одного пульта можна налаштувати лампи, люстри, світильники. Датчики руху забезпечують автоматичне перемикання світла, коли людина до них наближається [11].

Для забезпечення комфорту і затишку у будинку кожна кімната, хол, зал повинні бути добре освітлені. Без інтелектуальної системи «Розумний будинок» для цього буде потрібно установка великої кількості різних світлових приладів із заплутаною мережею вимикачів. Система позбавить від необхідності встановлювати безліч вимикачів – замінити їх компактними сенсорними.

Так, з одного стандартного шестисенсорного вимикача можна управляти дванадцятьма світловими групами. Можливо як плавно регулювати їх яскравість, так просто включити їх або вимкнути. За допомогою сенсорних вимикачів або панелей легко є можливість створювати різні світлові сцени, що, безсумнівно, додасть затишку і комфорту дому. Наприклад, сцену «Вечір», при якій одна група світлових приладів включиться на певну яскравість, інша група вимкнеться, штори закриються, а система клімат контролю перейде в комфортний режим.

У нічний час світло в коридорах та інших кімнатах буде включатися на частину яскравості автоматично при появі руху. Людині не доводиться шукати вимикач в темряві. Також системою освітлення можна управляти дистанційно з пульта, ноутбука або мобільного телефону. Людина під'їжджає до будинку вночі, а освітленням автоматично ввімкнеться на фасаді.

Управління освітленням – одна з найважливіших задач в будинку [14] Завдяки інтелектуальному програмуванню можна заощадити електроенергію

та термін експлуатації ламп. Відпадає необхідність шукати вимикачі світла в темряві, а так само вимикати світло при виході з кімнати. Інтелектуальна система вимкне світло, тільки після того як ви заснете і включить м'яке підсвічування, якщо ви прокинетесь вночі, щоб не дратувати очі яскравим світлом. А вранці система вирішить, яке освітлення потрібно в будинку залежно від погоди на вулиці. Систему автоматизованого управління освітленням можна налаштувати таким чином, що вона буде визначати, в якій частині кімнати знаходиться людина і підсвічувати саме її. У заміському котеджі система може включати вечірню підсвітку двору і декоративне підсвічування фасаду будівлі.

Але управління освітленням приносить не тільки комфорт. Розумний будинок може самостійно включати вечорами світло в квартирі, імітуючи присутність людей. Завдяки цьому, майно буде перебувати під подвійним захистом під час Вашої відпустки або тривалої відсутності.

2.2 Класифікація систем керування освітленням та їх складові

Залежно від основної мети, завдання керування освітленням класифікуються таким чином [12]:

- системи стабілізації;
- система програмного управління;
- системи, що стежать.

У системах стабілізації [12] робочий параметр об'єкту (регульована величина) підтримується постійним в часі при постійному завданні. Наприклад, для стабілізації робочих характеристик світлодіода необхідно підтримувати постійну величину струму того, що протікає через нього.

У системах програмного управління [12] робочий параметр об'єкту змінюється в часі за заздалегідь відомим законом, відповідно до якого змінюється завдання.

У системах, що стежать [12] робочий параметр об'єкту змінюється в часі за заздалегідь невідомим законом, який визначається якимсь зовнішнім незалежним процесом.

Залежно від кількості регульованих величин системи можуть бути **одновимірними** (одна регульована величина) або **багатовимірними** (декілька регульованих величин).

Системи керування освітленням також умовно класифікують за двома основними класами: **локальні і централізовані** [12]. Локальні – управління тільки однією групою світильників, тоді як централізовані системи допускають підключення практично нескінченного числа окремо керованих груп світильників.

У свою чергу, по охоплюваній сфері управління локальні системи можуть бути розділені на «системи управління світильниками» і «системи управління освітленням приміщень», а централізовані – на спеціалізовані (лише для управління освітленням) і загального призначення (для управління усіма інженерними системами будівлі опалюванням, кондиціонуванням, пожежною і охоронною сигналізацією і так далі).

Локальні системи управління освітленням [12]. Локальні «системи управління світильниками» у більшості випадків не вимагають додаткової проводки, а іноді навіть скорочують необхідність в прокладенні проводів. Конструктивно вони виконуються в малогабаритних корпусах, які закріплюються безпосередньо на світильнику або на колбі в одній з ламп.

Усі датчики, як правило, складають один електронний прилад, у свою чергу, вбудований в корпус самої системи.

Часто світильники, обладнані датчиками, обмінюються між собою інформацією. За рахунок цього навіть у разі, якщо у будівлі залишилася єдина людина, світильники, що знаходяться на його шляху, залишаються включеними.

Централізовані системи управління освітленням [12]. Централізовані системи управління освітленням, які якнайповніше відповідають назві «інтелектуальних», будуються на основі мікропроцесорів, які забезпечують

можливість практично одночасного багатоваріантного управління значним (до декількох сотень) числом світильників. Такі системи можуть застосовуватися або тільки для управління освітленням, а також для взаємодії з іншими системами будівель (наприклад, з телефонною мережею, системами безпеки, вентиляції, опалюванням).

Централізовані системи видають сигнали, що управляють, на світильники по сигналах локальних датчиків. Проте перетворення сигналів відбувається в єдиному (центральному) вузлі, який надає додаткові можливості вручну управляти освітленням будівлі. Одночасно істотно спрощується ручна зміна алгоритму роботи системи.

Таким чином, асортимент систем керування освітленням ділиться на:

1) система керування освітленням світильника – проста малогабаритна система, яка конструктивно є частиною світильника і управляє одним або групою сусідніх світильників.

2) система керування освітленням приміщення – самостійна система, яка управляє однією або декількома групами світильників в одному або декількох приміщеннях.

3) система керування освітленням будівлі – централізована комп'ютеризована система управління, яке охоплює освітлення і інші системи цілої будівлі або групи будівель.

Безумовною перевагою системи керування освітленням світильників є простота їх монтажу і експлуатації, а також надійність. Проте якщо вимагається управляти ОУ великих приміщень або, наприклад, постає завдання індивідуального управління усіма світильниками в приміщенні, система керування освітленням світильників виявляються досить дорогим засобом управління, оскільки вимагають установки однієї системи керування освітленням на один світильник.

В цьому випадку зручніше використати систему керування освітленням приміщень, які містять менше електронних компонентів, чим вимагається у попередньому випадку, і тому дешевші.

Система керування освітленням приміщень є блоками, які розміщуються за підвісними стелями або конструктивно вбудовані в розподільні щити. Системи цього типу, як правило, здійснюють одну функцію або фіксований набір функцій, вибір між якими робиться перестановкою перемикачів на корпусі або виносному пульті управління системи. Подібні системи керування освітленням відносно прості у виготовленні і зазвичай побудовані на дискретних логічних мікросхемах.

Датчики системи керування освітленням приміщень завжди є виносними, вони мають бути розміщені в приміщенні з керованими ОУ і до них потрібна спеціальна проводка, що є деяким практичним недоліком.

Сучасні облаштування управління освітленням поєднують в собі мікропроцесорні програматори періодичності і тривалості світлового режиму, регулятори тиристорів освітленості з функцією «світанок – сутінки» і вбудовану систему захисту ОУ [12].

Методами безпосереднього управління ОУ є дискретне включення/відключення усіх або частини світильників по командах сигналів, які управляють, а також ступінчасте або плавне зниження потужності освітлення залежно від цих сигналів.

Залежно від характеру електричних сигналів системи можуть бути [12]:

- безперервними з гармонійними сигналами;
- дискретні (релейні, імпульсні, цифрові).

Управління освітлювальним навантаженням здійснюється при цьому двома основними способами:

- плавною зміною потужності ламп в світильниках (однаково для усіх або індивідуально);
- відключенням усіх або частини світильників (дискретне управління).

До систем дискретного управління освітленням в першу чергу відносяться різні фотореле (фотоавтомати) і таймери. Принцип дії фотореле ґрунтовано на включенні і відключенні навантаження по сигналах датчика зовнішньої природної освітленості. Таймери здійснюють комутацію

освітлювального навантаження залежно від часу доби за заздалегідь закладеною програмою.

До систем дискретного управління освітленням відносяться також автомати, що оснащені датчиками присутності. Вони відключають світильники в приміщенні через заданий проміжок часу після того, як з нього виходить остання людина.

Ящики управління освітленням розглянуто в [12]. Будь-який ящик управління освітленням складається з металевого короба і його електричної начинки – датчиків, кнопок, автоматичних запобіжників. Електрична частина ящика складається з трьох частин:

- силова частина
- силовий кабель, автоматичні вимикачі і електромагнітні пускачі;
- прилади для управління – програматор, реле з фотоелементом або таймер (реле часу);
- сенсорні системи – фотодатчики.

Апаратура встановлюється в ящику управління на спеціальну панель і на двері з внутрішньої сторони. Для введення зовнішніх провідників передбачені універсальні пристрої на днищі і даху ящика управління, розраховані на введення провідників в ящик будь-яким способом. Ящики управління розрізняються по наявності або відсутності реверсу керованого двигуна, кількості керованих двигунів і по набору електроапаратури залежно від потужності керованих двигунів.

Наприклад, на рисунку 2.1 наведено принципова схема ящика управління освітленням серії Я5000, а саме Я5131-4274, на струм навантаження 160 А.

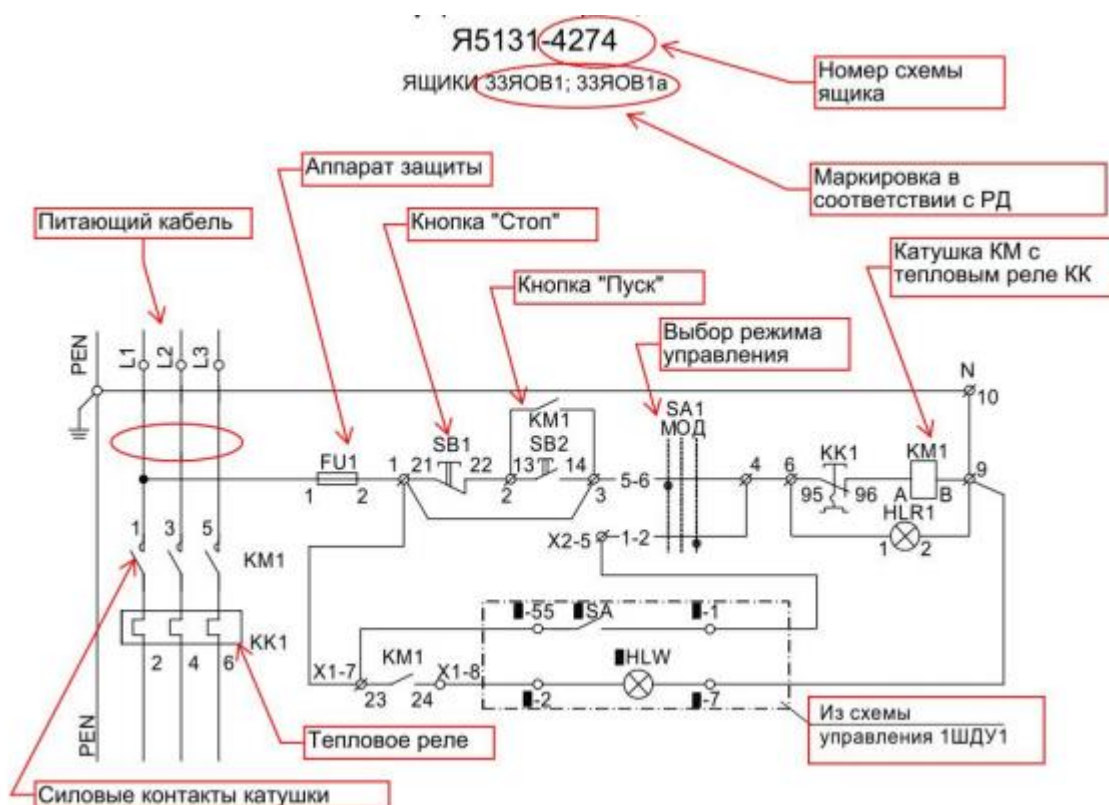


Рисунок 2.1 – Принципова схема управління Я5131

Принципи управління джерелами світла. Димерування світла [12].

Управління освітлювальною установкою або окремим світловим приладом зводиться не лише до своєчасного включення або відключення, але і плавній зміні яскравості джерел світла, усіх або деяких. Необхідність в зменшенні яскравості джерела світла виникає досить часто. Це і зниження потоку світла перед сном, і зміна світлової картини приміщення і, нарешті, переклад освітлення в «черговий режим» з метою скорочення витрат. Для таких випадків і застосовується пристрій плавної зміни яскравості – димер.

Мета димерування – створення статичних або динамічних світлових сцен, економія електроенергії і продовження терміну служби ламп (за рахунок «м'якого» пуску і використання економних режимів), тим самим створення затишної обстановки в приміщенні. При цьому споживана потужність зменшується пропорційно. Пристрої, які роблять димерування, називаються «димерами» або «світлорегуляторами».

Димер – регулятор електричної потужності навантаження, як правило, включається послідовно з нею. Зазвичай використовується для регулювання яскравості ламп розжарювання, галогенних ламп або світлодіодів.

Існує деякий поріг, при подачі потужності нижче за який лампа припиняє світитися. Це значення називають порогом димерування і виражають у відсотках від номінальної потужності джерела світла.

Для лампи розжарювання поріг димерування рівний 0%. Всі газорозрядні лампи (люмінесцентні, натрієві, металогалогенні) мають поріг димерування відмінний від нуля за самим принципом роботи лампи. Щоб підтримувався розряд, повинна підводитися потужність не нижче певного значення.

При виборі димера, слід враховувати тип ламп, з якими він використовуватиметься. Принципи регулювання потужності різних типів ламп (розжарювання, галогенних, люмінесцентних та ін.) відрізняються, тому їх регулятори освітлення побудовані за різними схемами.

Простим варіантом димера є змінний резистор, включений послідовно з лампою. Недоліки його очевидні – низький ККД і необхідність забезпечення тепловідводу від резистора при великих потужностях.

Ефективнішим варіантом є застосування так званого лабораторного автотрансформатора. В ньому можна регулювати відведення, до якого підключається навантаження. Змінюється напруга живлення лампи, відповідно, міняється її яскравість. Подібний пристрій має високий ККД, але дуже громіздкий, що утрудняє його масове використання. Тому в сучасних димерах використовують інший принцип.

Лампи розжарювання, галогенні лампи прямого включення 220 В і галогенні лампи з електромагнітними трансформаторами управляються димерами з режимом відсічення фази. Розігрів нитки розжарювання залежить від величини напруги, яка подається на неї зі світлорегулятора. В результаті міняється її яскравість світіння. Таке димірування відоме як управління з відсіченням по передньому фронту.

Звичайні димери для ламп розжарювання працюють як вимикачі, які включають і вимикають лампу 120 разів в секунду. «Зрізаючи» початок кожної хвилі змінного струму, вони регулюють величину потужності, що подається на лампу. Такі перемикання виконуються з досить високою частотою, тому око людини не помічає мигання.

Це простий тип світлорегуляторів. За принципом управління бувають поворотні, поворотно-нажимні і сенсорні.

Нині найбільш поширеними є димери з регулюванням фази, що відсікають передній фронт, конструйовані на основі двонаправленого тріодного тиристора. Тиристор – двонаправлений перемикач, для включення якого потрібний лише короткий імпульс. У ланцюзі змінного струму він автоматично вимикатиметься при зміні полярності струму. Це відбувається, тому що напруга (а значить і струм) проходить через 0. При нульовому струмі тиристор не може забезпечувати провідність і відключається. Кожну секунду процес перемикання здійснюється 100 разів (120 разів для мереж частотою 60 Гц). Серед побутових димерів останній тип називається «універсальним».

Подібні світлорегулятори залежно від навантаження можуть перемикатися на відсікання, як переднього, так і заднього фронту.

Сучасні димери для ламп розжарювання розрізняються типом напівпровідникового пристрою, що перериває струм: на тиристорах, симісторах, біполярних транзисторах, польових транзисторах.

У димерах, що випускаються промисловістю, замість тиристорів використовуються симістори. За принципом роботи симістор аналогічний тиристор, але пропускає струм в обох напрямках. Це дозволяє обійтися без діодного моста, на якому втрачається частина потужності.

Складнішим варіантом є димери на біполярних транзисторах, що відрізняються більшою універсальністю. Нарешті, кращі параметри (але і вищу ціну) мають димери на польових транзисторах.

Димери на тиристорах і симісторах зрізують передній фронт синусоїди. Транзисторні димери можуть зрізати як передній фронт синусоїди (маркування RL), так і задній (маркування C).

Низьковольтні галогенні лампи. При використанні ГЛН на напругу 12 В підключення ламп до мережі здійснюється через знижувальний трансформатор.

Слід враховувати, що трансформатор, вживаний в цій схемі, має бути електронним і регульованим, таким, що забезпечує «м'яке» включення. Це необхідно, для розігрівання нитки лампи. При первинному невеликому струмі відсутнє її перевантаження.

Знижувальний трансформатор може бути обмотувальним або електронним. В результаті несиметричної обрізання синусоїди на виході димера може бути присутньою постійна складова, яка може вивести з ладу обмотувальний трансформатор. Тому димер має бути пристосований для роботи з індуктивним навантаженням. Слід використовувати димери, що мають маркування RL.

Електронний трансформатор є навантаженням місткості, тому для нього треба використовувати димери з маркіровкою C. Галогенні лампи з електронним трансформатором управляються димерами із затримкою фази. Апаратно вони виглядають так само, як і димери для ламп розжарювання, відмінність тільки в електроніці. У будь-якому випадку слід використовувати димер і трансформатор, сумісні один з одним. Найкращим варіантом є поєднання димера і електронного трансформатора в одному пристрої.

Поріг димірування для ГЛН рівний 0 %. Проте, принцип роботи ГЛН має 22 на увазі наявність вольфрамо-галогенного циклу, коли вольфрам, що осідає на стінках колби, повертається назад на нитку розжарення. При зменшенні потужності нижче певного рівня, що подається на лампу, вольфрамогалогенний цикл припиняється.

Якщо ГЛН постійно працює в режимі зниженої яскравості, то поступово стінки її колби темніють із-за вольфраму, що осідає на них. При виникненні

такого явища рекомендується включити лампу на повну потужність впродовж 10 хвилин.

Люмінесцентні лампи диміруються за допомогою спеціальних керованих електронних баластів (ЕПРА), які монтуються безпосередньо у світильники замість традиційних дроселів і стартерів.

Електронна схема, по якій побудовано димер, перетворює напругу мережі до значень в інтервалі 0 – 10 В. Ця напруга, подана на електроди лампи, регулює потужність створюваного між ними електричного розряду, що управляє силою світіння газу.

За типом сигналів, що управляють, існують два види регульованих ЕПРА:

- з управлінням аналоговим сигналом 0–10 В;
- з цифровим управлінням за стандартом DALI (Digital Addressable Lighting Interface).

Із звичайними люмінесцентними лампами використання димера для ламп розжарювання неможливе. Тут потрібний ЕПРА з диммером.

Практично усі сучасні лінійні люмінесцентні лампи від провідних виробників піддаються диміруванню, причому димірування практично не впливає на термін служби. А якщо замість виключення люмінесцентної лампи її на якийсь час димірують, то такий підхід навіть підвищує ресурс роботи лампи, оскільки термін служби скорочують саме часті включення і виключення.

Поріг димірування люмінесцентних ламп у провідних виробників досягає 5%.

Димірування люмінесцентних ламп дозволило компанії Feelux Lighting створити технологію Sun in House (SIH), що переводиться як «сонце у будинку». Завдяки ній вдається міняти колірну температуру освітлення залежно від часу доби або просто за бажанням користувача. Беруться дві лампи, що диміруються, одна з колірною температурою 2200 К, а інша – з 8000 К. Міняючи співвідношення рівнів світла цих ламп, можна регулювати

колірну температуру в широких межах. Окрім особливих ламп, потрібно і спеціальний контролер.

Димери з дистанційним управлінням – це, як правило, звичайні настінні сенсорні димери, укомплектовані спеціальною накладкою з ІК – приймачем або приймачем радіосигналу.

Для дистанційного керування щитовими димерами застосовують додатковий модуль – приймач радіосигналу, до якого можна підключити виносну антену. Керований по радіо димер в приладовому виконанні – повністю автономний модуль, до складу якого входить приймальний пристрій.

Існує чотири способи управління роботою димера: механічний; електронний; акустичний; дистанційний. Найбільш простий і поширений спосіб – механічний (з поворотною ручкою). Він припускає наявність в схемі потенціометра, включеного в низьковольтний ланцюг силового елементу, що управляє, – тиристора, дроселя, реостата та ін.

Світлорегулятор – димер, регулювання напруги якого має електронне управління (кнопки, сенсори), має у своєму складі різні датчики.

Дистанційне керування світлорегулятором здійснюється за допомогою пульта управління по радіоканалу або ІК – сигналами.

А для управління акустичним світлорегулятором застосовується звуковий сигнал (хлопок, голосова команда та ін.).

При виборі цього типу вимикача також слід враховувати сумарну потужність ламп, що підключаються до нього. Значення максимальної потужності димера рекомендується вибирати більше розрахункової потужності навантаження. Стандартна потужність побутових димерів коливається від 40 до 1000 Вт.

Світлодіоди. Принципи управління світлодіодними системами [12]. Кінець XX століття ознаменувався появою принципово нових електричних джерел світла – світлодіодів (LED – Light Emitted Diode).

Світлодіод – це напівпровідниковий прилад, що генерує (при проходженні через нього електричного струму) оптичне випромінювання, яке

у видимій області сприймається як одноколірне (монохромне). Колір випромінювання визначається як використовуваними напівпровідниковими матеріалами, так і легуючими домішками. Напівпровідник – це матеріал, який пропускає електричний струм в одному напрямі. Випромінювання в цих джерелах генерується не за рахунок нагрівання, як в лампах розжарювання, і не за рахунок електричного розряду, як в МГЛ, а за рахунок виділення енергії електронами при проходженні струму через кордон металу і напівпровідника.

На відміну від усіх інших джерел світла, випромінювання світлодіодів не містить теплових (інфрачервоних) і ультрафіолетових променів. Тому світлодіоди не нагрівають предмети і не викликають їх вицвітання. Розміри їх дуже малі, що дозволяє легко перерозподіляти світловий потік в просторі за допомогою відбивачів або лінз.

Останнім часом отримали широке поширення **білі світлодіоди** – своєрідний гібрид світлодіода і люмінесцентної лампи. Це монохроматичний синій діод, покритий шаром люмінофора, який під дією синього випромінювання світлодіода випромінює колір в широкій області спектру – від зеленого до червоного. При змішенні з власним випромінюванням світлодіода виходить світло, яке людським оком сприймається як дуже близький до звичайного денного світла, іноді з невеликим зміщенням у бік холодних тонів.

Останніми роками ефективність світлодіодів істотно зросла. Нині вона досягає залежно від кольору 110 лм/Вт і більше (для порівняння, краща світловидатність у ламп може досягати в лабораторних умовах 330 лм/Вт). Типовий світлодіод споживає струм 15-20 мА при робочій напрузі 1,7-4,6 В. Передача кольорів знаходиться в межах $R_a > 80$.

Однією з основних переваг світлодіодного освітлення є його здатність легко і ефективно піддаватися управлінню. Окрім досягнення різних візуальних ефектів, адміністрування може привести до економії енергії і тривалішого терміну служби світлодіодних систем освітлення, використовуючи різні методи для регулювання інтенсивності світла.

Бурхливе зростання кількості світлодіодних джерел світла супроводжується таким же бурхливим розширенням асортименту інтегральних схем, призначених для управління живленням світлодіодів.

Будь-які застосування, від ручного ліхтарика до інформаційних табло на стадіонах, вимагають точного управління стабілізованим струмом. При цьому часто буває необхідно в реальному часі змінювати інтенсивність випромінювання світлодіодів.

Світлодіодні драйвери. Струм світлодіода збільшується сильніше, ніж напруга, що подається на нього. Отже, навіть невеликі зміни напруги можуть привести до великих змін струму, що може привести до виходу світлодіода з ладу. Щоб підключити світлодіодний світловий прилад до джерела напруги, такого як електромережа або батарея, і не пошкодити при цьому світлодіодні джерела світла, необхідно контролювати споживану потужність так, щоб світлодіоди могли безпечно її використати. Цю функцію виконує світлодіодні драйвери.

Світлодіодний драйвер – це електронний пристрій, що перетворює джерело напруги на джерело струму та підтримує струм на постійному рівні, незважаючи на зміни вхідної напруги. Пристрій захищає світлодіоди від звичайних коливань напруги, а також від перенапружень і стрибків напруги. Важливо розуміти, також, що яскравість світлодіода залежить від середньої величини прямого струму

Світлодіодні світильники, в яких використовуються світлодіодні драйвери, підключаються до джерела живлення так само просто, як і традиційні світильники. Все більша кількість вбудованих драйверів для світлодіодних світильників білого світу дозволяє регулювати світловий потік.

Спосіб живлення світлодіодних світлових приладів вибирається для кожної конкретної сфери застосування, виходячи з їх експлуатаційних характеристик, зручності використання і вартості. Існує три варіанти електроживлення: низьковольтна мережа живлення; вбудоване джерело живлення; інтегроване джерело живлення.

Низьковольтна живляча мережа. Низьковольтні світлодіодні світлові прилади вимагають відповідних джерел живлення або трансформаторів, що перетворюють мережеву напругу в низьку і спеціальної кабельної мережі. Такі системи мають досить низький ККД, оскільки в процесі перетворення мережевої напруги в низьке відбувається втрата електроенергії під час перетворення, фільтрації і стабілізації струму. Проте для деяких сфер застосування низьковольтні системи є переважними. В цьому випадку він може житися від батарей, а для управління їм можуть використовуватися безпроводні радіоконтролери. Типова схема підключення низьковольтних світлових приладів – «зірка», коли кожен прилад або група приладів підключається безпосередньо до низьковольтного джерела живлення за допомогою одного силового кабелю, часто за допомогою спеціального кабелю для конкретної моделі (рис. 2.2).

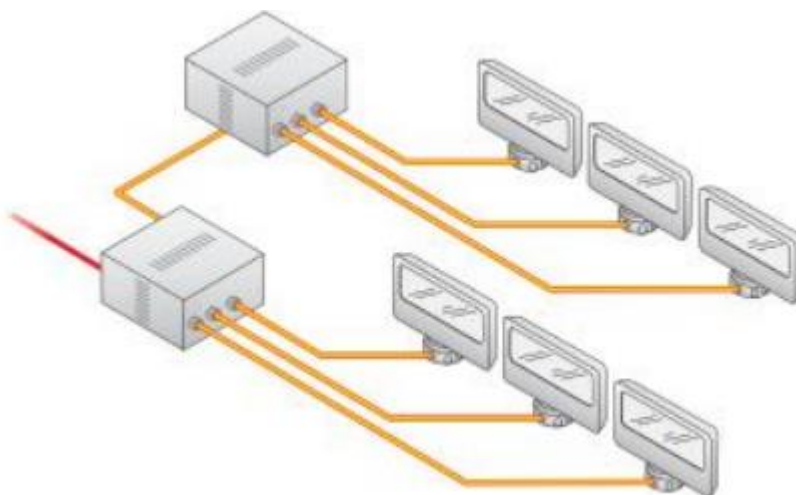


Рисунок 2.2 – Низьковольтна система живлення

Вхід джерела живлення підключається до електромережі. Кількість світлових приладів, що підключаються до одного джерела живлення, обмежується такими чинниками, як споживана потужність, відстань між світловими приладами і джерелом живлення, а також кількістю виходів джерела живлення.

При використанні **вбудованого джерела живлення** [12] реалізується така ж загальна схема, як і в низьковольтних системах живлення, але з рядом

переваг. Зовнішні джерела живлення замінюються стандартними імпульсними джерелами живлення, вбудованими безпосередньо у світильники, що дозволяє безпосередньо підключати їх до електромережі. Це дозволяє понизити витрати на монтаж, проте, наявність додаткових компонентів усередині світильника може привести до збільшення його розмірів і до погіршення теплового режиму.

Інтегроване джерело живлення [12]. Інтеграція джерела живлення є принципово іншим методом забезпечення електроживлення. Інтегроване джерело живлення впроваджується безпосередньо в схему світильника для створення ефективного силового каскаду, що об'єднує в собі перетворення мережевої напруги і стабілізацію струму світлодіода. За допомогою введення єдиного силового каскаду всередину світлодіодного світильника можна уникнути значних втрат електроенергії, які є в низьковольтних схемах з декількома силовими каскадами. В цьому випадку користувачі можуть отримати багато переваг, що включають збільшення енергоефективності системи, зниження витрат на установку, експлуатацію і обслуговування.

Способи регулювання світлового потоку світлодіодних світлових приладів [12]. Світловий потік світлодіодних приладів може регулюватися двома різними способами залежно від їх типу і можливостей:

—одноколірні білі світлодіодні світильники, що не настроюються, можуть регулюватися за допомогою сумісного димера загального призначення;

—світлодіодні світильники змінюваного кольору і білого світу з колірною температурою, що настроюється, можуть диміруватися за допомогою DMX або інших інтерфейсів управління.

Димерування за допомогою ШІМ. Світловий потік одноколірних білих світлодіодних світильників, що не настроюються, зі вбудованими регульованими драйверами може регулюватися за допомогою існуючих димерів загального призначення.

У більшості світлодіодних драйверів для регулювання потужності, що подається на світлодіоди, використовується широтно-імпульсна модуляція (ШІМ). Подібно димерам, що використовуються для ламп розжарювання, ШІМ включає і вимикає світлодіоди з високою частотою, що зменшує час знаходження світлодіода у включеному стані і забезпечує зменшення випромінюваного ним світла.

Загальноприйнятий метод управління яскравістю світлодіодних систем освітлення ґрунтується на використанні методу широтно-імпульсної модуляції, що є частим включенням і виключенням світлодіодного джерела світла з різним коефіцієнтом заповнення. В загальному випадку коефіцієнт заповнення визначається як відсоток часу, впродовж якого світлодіод включений.

2.3 Системи аналогового і цифрового управління освітленням

Частенько користувачі стикаються з необхідністю регулювати яскравість освітлювальних приладів в досить широких межах. Для виконання цього завдання створені численні системи управління, як аналогові, так і цифрові [12].

Для аналогового управління освітленням потрібний, окрім самого світильника, ще два органи управління : командний (КО) – той, що посилає команду на зміну режиму роботи ОУ, та виконавчий (ВО) – той, що безпосередньо змінює режим роботи освітлювальної установки.

У ролі КО традиційно виступають: датчики присутності/руху, кнопкові і дистанційні вимикачі і регулятори рівня, таймери, датчики освітленості. В ролі ВО – присмеркові вимикачі, імпульсні реле, міні-контактори, регулятори інтенсивності світла, тобто димери.

Іноді функції КО і ВО поєднані в єдиному пристрої, прикладом служить димер зі вбудованим регулятором рівня освітленості.

Серед аналогових систем найбільше поширення отримав **метод управління постійною напругою в діапазоні 0 – 10 В**. В цьому випадку на входи, що управляють, подається напруга у вказаному інтервалі і залежно від нього встановлюється яскравість світлового приладу, причому нульовій напрузі відповідає мінімальна яскравість, а значенню +10 В – максимальна.

Принципова схема управління освітленням за аналоговим способом представлена на рисунку 2.3.

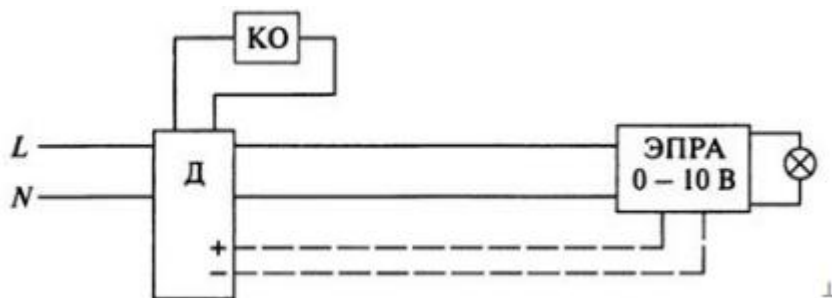


Рисунок 2.3 – Схема управління світильником за аналоговою схемою

Живлення ЕПРА 0 – 10В здійснюється через димер, але окрім цього від димера до нього підведена додаткова пара дротів, що управляють. Управління рівнем освітленості в діапазоні 100 – 5 % здійснюється самим ЕПРА за сигналом димера, а сам димер тільки відключає живлення при відповідному сигналі від КО.

При управлінні люмінесцентним світлом, як правило, сигнал, що управляє, подається безпосередньо на прилад і доводиться вирішувати проблему взаємодії цього сигналу з внутрішньою електронікою люмінесцентного приладу.

По-перше, встановлений на освітлювальному приладі ЕПРА, що забезпечує роботу ламп, повинен мати функцію управління аналоговою напругою 0 – 10 В. З цієї причини усі цифрові і інші аналогові сигнали, що управляють, 0 – 15 В, – 10 – 0 В і тому подібне повинні перетворюватися в аналоговий сигнал управління 0 – 10 В.

По-друге, ЕПРА посилає в ланцюг, що управляє, невеликий струм – близько 1 мА. В деяких випадках струм в ланцюзі управління може досягати 5

мА (багатоламповий пристрій). Внаслідок цього з деякими пультами такі прилади можуть працювати некоректно. Тому може виявитися, що пульт добре працює з димерами для галогенних приладів, але не годиться для управління приладами люмінесцентного світла.

Поциклове управління прямим струмом світлодіода називається аналогове димірування, тобто підтримка струму світлодіода на постійному рівні. Аналогове димірування виконується або регулюванням резистора датчика струму, або зміною рівня постійної напруги, що подається на виведення драйвера світлодіодів.

Дослідження простих систем управління освітленням на основі аналогових датчиків показало, що подібні системи дозволяють досить ефективно понизити споживання електроенергії.

До **недоліків аналогових систем** можна віднести наявність на ринку систем управління освітленням в основному компонентів облаштувань управління, перемикачів, а не технічних рішень. Частенько згадані компоненти не забезпечують необхідної функціональності у складі систем. В першу чергу це стосується управління яскравістю освітлювальних приладів. Сюди ж слід віднести і ускладнення монтажу електропроводки, труднощі установки устаткування для управління денним освітленням. Ці обставини призводять до збоїв в роботі освітлювальних систем, скаргам споживачів.

Останні 15 років усі системи управління освітленням були аналоговими. Облаштування хоч трохи складних систем відрізнялося один від одного трохи і було побудовано за класичною схемою автоматизації. Основою такої системи є, як правило, контролер, до якого з одного боку підключені різні датчики, а з іншою виконавчі механізми. Зв'язок між датчиками і контролером найчастіше аналоговий, такий же зв'язок і між виконавчими пристроями і контролером.

Основним призначенням таких пристроїв є ефективне управління енергоспоживанням. Введення в експлуатацію і налаштування таких систем

досить складне, і ще складніша, якщо в систему входить декілька таких аналогових контролерів управління освітленням.

Інтегровані цифрові системи управління освітленням [12]. Для подолання вказаних недоліків і труднощів виробники освітлювальних систем запропонували виробництво цифрових систем управління освітленням. **Основна перевага** цифрових систем в порівнянні з аналоговими – це комунікація, зв'язок між окремими пристроями, об'єднаними в систему.

У цифрових системах для зв'язку не потрібно окремі проводи. Переважна більшість цифрових пристроїв можуть використати для передачі інформації силові кабелі.

Цифрові системи управління освітленням можна легко інтегрувати в інші системи автоматизації і управління. Таким чином, можна дуже гнучко і просто з одного місця керувати освітленням, кондиціонуванням, опалюванням, відеоспостереженням. Подібні рішення все більше і більше застосовуються в об'єктах розумного будинку і інтелектуальних офісів.

Призначення інтегрованих систем управління освітленням – це, передусім збільшення енергоефективності, підвищення комфорту житла, поліпшення експлуатаційних характеристик виробничих будівель. Передові технології управління освітленням дають ще більшу економію, мають додаткові можливості і мають цілий ряд переваг в порівнянні з простими методами управління.

Система цифрового управління освітленням окрім самого джерела світла включає: контролер цифрової шини управління (КШ); цифрову шину управління (ШУ); командні органи (КО); виконавчі органи (ВО).

Існують також різні шлюзи, перехідні модулі для сполучення системи управління з іншими системами диспетчеризації або інформаційними системами, а також для взаємодії з апаратами, спочатку не розрахованими на роботу у складі цифрової системи управління освітленням.

Контролер цифрової шини (КШ) – електронний блок, що має пам'ять, засоби обміну даними з оператором-програмістом, модулями обробки

сигналів від КО, модулями формування команд для ВО. Зазвичай встановлюється в щиті освітлення або управління освітленням, але зустрічаються КШ для відкритої установки.

Цифрова шина управління (ШУ) – фізичне середовище, призначене для обміну цифровими сигналами між КШ і КО, КШ і ВО, зазвичай є кабелем з мідними жилами невеликих перерізів. Застосовуються як силові, так і контрольні і сигнальні кабелі. У особливих випадках також використовується кабель типу «вита пара».

Командні органи – апарати, використовувані для вироблення команди на зміну режиму роботи ОУ, що підлягає управлінню. Спонуканням на вироблення команди може бути дія оператора (натиснення на кнопку вимикача або ІК–пульта, поворот регулятора, вибір пункту меню на сенсорній панелі) або зміна умов в навколишньому просторі (зміна освітленості, поява в зоні видимості об'єкту, що рухається, і т. п). Командні органи зазвичай мають адресу (свій особистий або адреса групи).

Виконавчі органи – апарати, які по команді КШ передають дію, що управляє, безпосередньо ОУ для зміни режиму її роботи. Для світильників з газорозрядними лампами і світлодіодних модулів ВО поєднаний з ЕПРА.

Для світильників з ГЛН низької напруги ВО поєднаний з електронним трансформатором, що живить лампу.

Для світильників з лампами розжарювання або ГЛН на мережеву напругу ВО є регулятором напруги, виконаним у вигляді пенала поряд зі світильником або встановлений в щиті. Виконавчий орган, так само як і КО, має адресу на шині, присвоєну індивідуально або групі.

Принципова схема управління освітленням по цифровій системі представлена на рисунку 2.4.

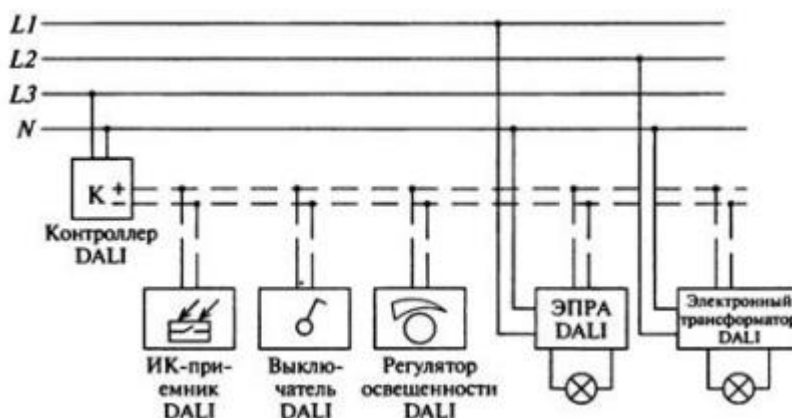


Рисунок 2.4 – Управління освітленням за цифровою схемою

2.4 Протоколи управління світловими приладами

Термін «управління» включає цілий набір методів, протоколів і пристроїв для експлуатації світлових приладів. Простими видами управління є включення/виключення і регулювання світлового потоку. Управління повнокольоровими білими світлодіодними світловими приладами, що налаштовуються, дозволяє отримати різні RGB кольори, відрегулювати колірну температуру, а також створити прості малюнки з кольорами, що змінюються, складні світлові шоу (доступні як простим користувачам, так і професійним режисерам-постановникам) і навіть великомасштабні відеоекрани. Динамічні світлодіодні світлові прилади зазвичай управляються за допомогою сигналів, що поступають із спеціально розроблених для цього контролерів з використанням комунікаційних протоколів, призначених для управління джерелами світла.

Отже, світлове устаткування функціонує за допомогою різних протоколів управління. Їх налічується відразу декілька штук, що пропонує користувачам широкий простір для дій.

Комунікаційний протокол – це стандартний набір правил для передачі сигналів і інформації по каналу зв'язку. Разом із розвитком світлотехнічної промисловості розвивалися також і комунікаційні протоколи. Найбільш

популярним форматом управління світильниками зі зміною кольору є DMX-512A, або скорочено просто DMX.

У 1986 році Комісія USITT (US Institute for Theatre Tehnology ,США) розробила протокол DMX-512 – відкритий стандарт цифрової передачі даних між пультом управління світлом і димерами для управління театральним і сценічним освітленням.

DMX – стандарт, що описує метод цифрової передачі даних між контролерами і світловим, а також додатковим устаткуванням. Він описує електричні характеристики, формат даних, протокол обміну даними і спосіб підключення. Цей стандарт призначений для організації взаємодії на комунікаційному і механічному рівнях між контролерами та іншими пристроями різних виробників.

За стандартом DMX-512 кожен передавач сигналу може управляти приладами – димерами, сканерами, скролерами і так далі – кількістю до 32. Усі ці прилади з'єднуються послідовно. Для використання більш, ніж 32 приладів, потрібний розгалужувач DMX (splitter), що має один вхід і декілька виходів, до кожного з яких може бути підключені до 32 приладів.

Широке поширення протоколу DMX-512A пояснюється декількома причинами: –у його основі лежить інтерфейс EIA485 (RS485); –простота виконання; –висока надійність; –можливість управління декількома мережами світильників по трьох проводах; –невисока вартість елементної бази; –інтерфейс управління ізольований від світильника, тобто захищений.

Типова структура мережі DMX показана на рисунку 2.5. Контролер підключається до лінії сполучених послідовно світильників. Стандарт EIA485 призначений тільки для систем з послідовно включеними світильниками. У кожному сегменті може бути до 32 пристроїв, загальна довжина сполучного дроту – 1 км.

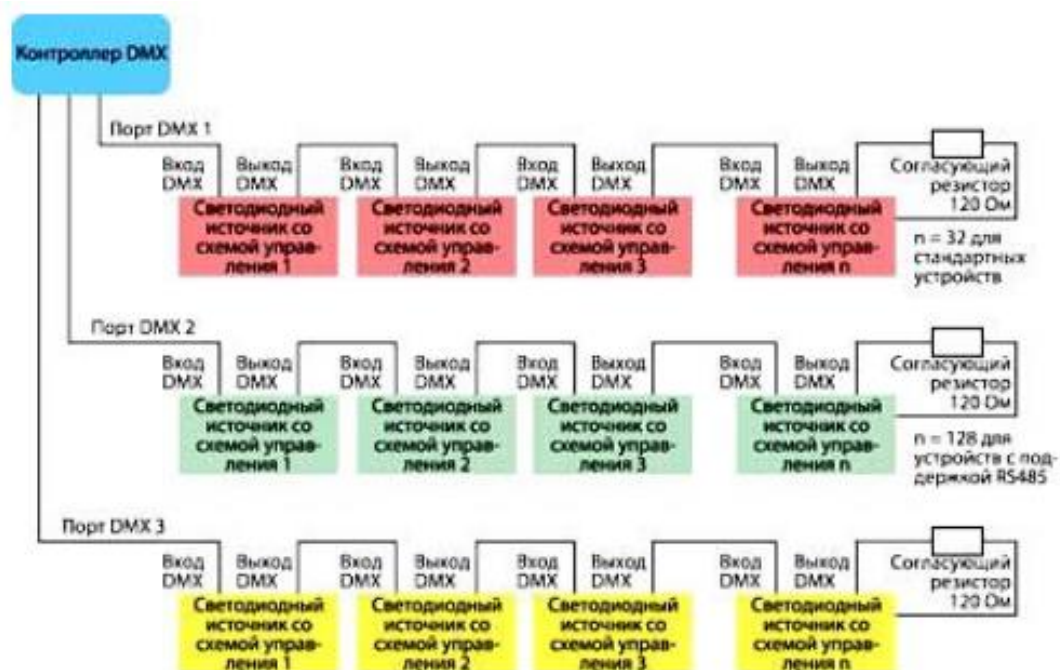


Рисунок 2.5 – Система освітлення з інтерфейсом DMX

Деякі виробники драйверів світлодіодів заявляють, що до одного порту DMX може бути підключене будь-яка кількість драйверів. У офіційному стандарті це не підтверджується.

Більшість світлодіодних світильників мають три канали, по одному для кожного кольору, використовуваного в приладі, – зазвичай червоного, зеленого і синього. Відповідно, кожен світильник отримує від контролера три окремі канали даних DMX, один з яких використовується для червоних світлодіодів, другий для зелених, а третій для синіх. Перший світильник установки може бути запрограмований на отримання даних DMX по адресах 1, 2, і 3; другий – на отримання даних DMX по адресах 4, 5, і 6; і т. д.

Одна система DMX може включати максимум 170 трьохканальних світлових приладів ($512 \text{ ділене на } 3 = 170$ плюс два невживані канали), що однозначно адресуються. Система освітлення може включати одну або декілька систем DMX.

DMX контролери випускаються в різних конфігураціях, від дуже простого трикнопового пристрою до повністю комп'ютеризованої системи, принцип роботи у них однаковий: DMX контролери використовуються для

створення складних колірних ефектів на ПК за допомогою програмного забезпечення, що додається. Як правило, усі вони мають USB – порт для підключення до ПК, власне мережеве джерело живлення 220В (виносний або вбудований), програмне забезпечення, спеціальні роз'єми (RJ-45, RJ-11 або XLR-3).

Сигнал DMX виникає в контролері і доставляється по кабелю до першого світлового приладу, а потім до наступного, до наступного, відповідно до послідовності підключення пристроїв. На рисунку 2.6 схематичне зображення показує правильний спосіб і порядок підключення декількох світильників до одного контролера. Кабель DMX проходить від контролера до «DMX входу» на першому пристрої. З «DMX виходу» першого приладу, дріт підключений до «DMX входу» наступного в лінії пристрою, і так далі, поки усі прилади не будуть сполучені кабелем, підключеним до DMX контролеру. Останній пристрій в лінії повинні мати DMX термінатор, встановлений для підтримки якості сигналу DMX.

Термінатор (від лат. terminare – обмежувати) – в електроніці, поглинач енергії (зазвичай резистор) на кінці довгої лінії, опір якого дорівнює хвильовому опору лінії, встановлюваний для відвертання відображення сигналу.

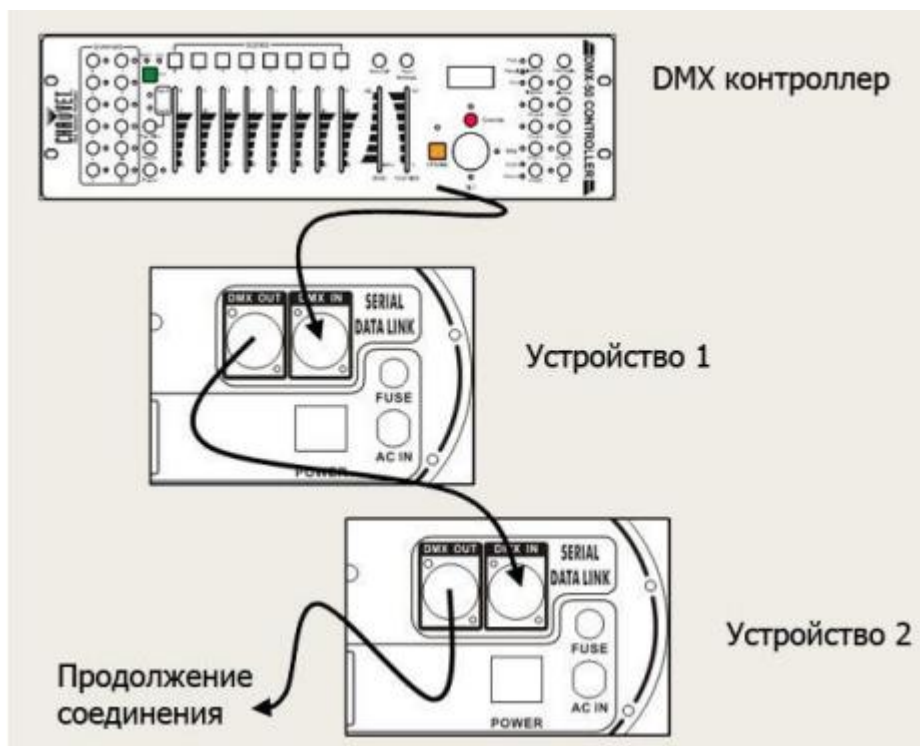


Рисунок 2.6 – Спосіб і порядок підключення декількох світильників до одного контролера

Основний недолік протоколу DMX [12] – одностороння передача від контролера до джерела світла. Відповідно, неможливо проводити моніторинг стану світильників і відстежування збоїв. DMX використовується у більшості театральних пультів управління освітленням, але ці пульти зазвичай занадто громіздкі, складні, спеціалізовані і дорогі для загальних областей застосувань. Тому деякі виробники динамічних світлодіодних світильників розробляють і випускають свої власні DMX-контролери. Вони є компактнішими, ніж театральні пульти управління освітленням, і частенько мають спеціальні функції, такими як запрограмовані послідовності для світлових шоу і вбудовані світлові ефекти, розроблені для того, щоб спростити і автоматизувати управління світлом звичайними користувачами.

Протоколи двобічного обміну [12]. Серед безлічі протоколів управління освітленням двобічного обміну міжнародне визнання отримали Digital Addressable Lighting Interface (DALI), Remote Device Management (RDM), Architecture for Control Networks(ACN) і KNX.

Протокол RDM (Remote Device Management) є модернізацією протоколу DMX512, що дозволяє отримувати дані від джерела світла по стандартних лініях DMX. Можливі конфігурації, моніторинг статусу, управління RDM – пристроями, зчитування основних показників (споживаний струм, робоча температура, час роботи, напруга в мережі, індекс передачі кольорів та ін.), – і усе це, не заважаючи основній роботі стандартних DMX – пристроїв, які не підтримують RDM.

Велика перевага RDM полягає в тому, що він сумісний з DMX, що дозволяє використати існуючу інфраструктуру. Протокол створений організацією ESTA у рамках програми розробки технічних стандартів. Пакет DMX залишений без змін. Передача даних для RDM – пристроїв здійснюється в проміжках між пакетами. Облаштування RDM мають унікальний ідентифікаційний номер, по якому контролюючий пристрій його розпізнає.

Системи освітлення RDM мають наступні переваги:

- можливість встановлювати базову адресу світильника. Це прискорює установку освітлювальних приладів і позбавляє від необхідності привласнювати DMX – адреси вручну;

- оновлення програмного забезпечення через інтерфейс RS485; – можливість створення DMX – систем з підтримкою Ethernet (протоколу ACN і так далі);

- управління окремими пристроями або групою;

- одночасне управління усіма пристроями в мережі; –передача статусних повідомлень (наприклад, про збій) від одного, декількох або усіх пристроїв в мережі;

- автоматичне розпізнавання освітлювальних приладів;

- простий принцип утворення груп світильників;

- автоматичне затемнення усіх приладів відповідно до вибраної сцени; – елементи інтелектуальної системи (індивідуальна адреса, розбиття на групи, передвстановлені сцени, час згасання і так далі).

Інтелектуальний інтерфейс DALI [12]. Нові вимоги відносно енергозбереження вимагають також багато і від управління освітленням, тому провідні європейські виробники компонентів для світильників (Helvar, Osram, Philips) створили в 1999 році новий цифровий відкритий протокол управління світлом DALI (Digital Adressable Lighting Interface – цифровий інтерфейс освітлення, що адресується).

Він прийшов на зміну системі управління DSI (Digital Serial Interface). Управління освітленням можна розглядати як свого роду мистецтво, яке може знадобитися при освітленні театральної сцени, виробничих приміщень, вулиці і, нарешті, житла. Останнім часом усе більш популярним і поширеним стає «розумний будинок». Тому система управління освітленням є однією з його складових частин, і, забезпечуючи комфортність житла, займає не останнє місце. В якості такої частини практично ідеально підходить система DALI.

Вибір параметрів будь-якої системи управління диктується завданням, яке належить виконати з її допомогою. Важливо, щоб нова система могла досить просто інтегруватися у вже існуючу, об'єднатися з нею, працювати разом, а не замість неї. У плані інтеграції в інші системи управління система DALI досить проста і економічна.

Система управління освітленням на базі інтерфейсу DALI може бути легко інтегрована в різні системи автоматизації управління будівлею, такі, як LON, BACNet, KNX/EIB. Для такого об'єднання багато фірм випускають шлюзи KNX – DALI і LON – DALI. Цей союз дозволяє скоротити терміни на монтаж системи, зробити її в цілому менш витратною, а також гнучкішою в управлінні.

Стандарт протоколу і апаратні засоби DALI призначені тільки для управління освітленням, що говорить про вузьку спеціалізацію цієї системи. Тому в цілому система вийшла високоефективною і недорогою. Підключення пристроїв, працюючих по протоколу DALI показано на рисунку 2.7.

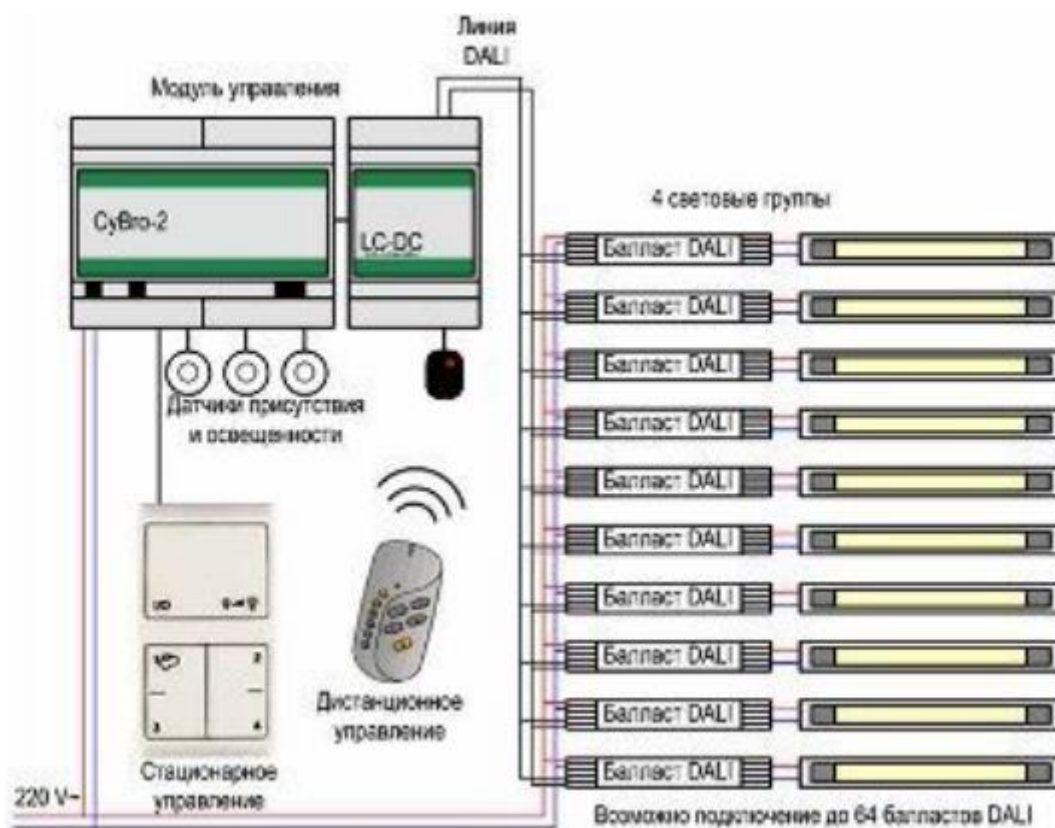


Рисунок 2.7 – Структурна схема системи DALI

Передача даних і програмування системи. Нині система DALI стандартизована згідно стандарту IEC 60929. Як показано на рисунку 2.7 зв'язок між контролером DALI і окремими пристроями здійснюється по двопровідній лінії. Лінія DALI – інтерфейсу двобічна, що дозволяє передавати інформацію як від контролера до периферійних пристроїв, так і назад.

Сигнал управління DALI передається по двох проводах на напрузі 15 В (це може бути будь-яка мідна пара, будь то вита пара або додатково прокладений силовий кабель). Максимальна довжина лінії управління не повинна перевищувати 300 м, дотримуватися полярності не обов'язково.

Мережа на базі шини DALI не має центрального процесора, тобто децентралізована. Така організація дозволяє підключати в цю мережу будь-які пристрої, призначені для роботи з шиною DALI. Такі пристрої, як правило, мають вбудовану енергонезалежну пам'ять, що дозволяє зберігати різну інформацію. В першу чергу це адреса пристрою, інформація про пристрій і

стан підключених до нього світильників, і цілі набори команд, що іменуються також сценаріями.

У системі DALI, так само як в аналоговому протоколі 0 – 10 В, інтенсивністю світлового потоку світильника управляє електронний баласт. У разі, якщо управлінню підлягають світильники із звичайними ЛН або ГЛН 220 В, де спочатку не було ніякого електронного баласту, регулятор напруги лампи виноситься до світильника або вбудовується в нього. Командні органи також підключаються до шини DALI.

Кожен баласт і кожен КО має свою власну адресу. Всього один контролер DALI може працювати з 64 пристроями, максимум в 16 керованих окремо групах. Контролери DALI далі інтегруються в загальну шину диспетчеризації будівлі (таку, як E1B, LonWorks, C – Bus і тому подібне) через відповідні шлюзи. Для невеликих об'єктів можливо і окреме функціонування DALI – контролера, якому окрім безпосередньо управління освітленням можуть бути доручені управління приводами жалюзі, а також прості системи безпеки.

Керовані по DALI баласты можуть повідомляти контролер про несправності, такі як перегоріла лампа або спрацьовування теплового захисту самого баласту. Однією з переваг DALI є те, що все КО і ВО можуть бути гальванічно розділені, немає ніякої необхідності вести до вимикачів ту ж фазу, що і до світильників, та і розводка силових груп по світильниках зовсім не зобов'язана співпадати з логічно певними групами управління (світловими сценами). У ролі КО виступають: датчики присутності/руху, кнопкові і дистанційні вимикачі і регулятори рівня, таймери, датчики освітленості, сенсорні панелі, ІК–приймачі, керовані з пульта, а також комп'ютери, що управляють інженерними системами будівлі.

Сенсорні панелі можуть бути як спеціально розробленими для протоколу DALI, так і що сполучаються з ним через шлюзи. Існують також перехідні модулі, що дозволяють DALI – контролеру управляти аналоговими баластами 0 – 10 В.

Програмування системи в цілому досить просто. Кожне повідомлення, яке отримує пристрій від контролера DALI складається з двох частин – адреси і команди. В цілому команда може виглядати так:

{Device 0022, 25 %}.

Це означає, що пристрою з адресою 0022 повинно включити освітлення на 25% потужності. Слід зазначити, що димірування (регулювання потужності) в системі DALI можливе лише у разі застосування ламп розжарювання. Можливо також об'єднання пристроїв в групи, тоді команда може виглядати приблизно так:

{Group 0210, Script 7}.

Така команда повідомляє пристрої, що входять до групи Group 0210, що слід виконати сценарій Script 7. У сценарії міститься деяка послідовність команд, наприклад,

{OFF, 10 %, 50 %, 100 %, 50 %, 10 %}.

Згідно з цим набором команд вимагається відключити вказану групу, а потім змінити потужність, згідно вказаної у відсотках.

Команди, що передаються по лінії зв'язку можуть бути індивідуальними для кожного пристрою, для групи пристроїв або для усіх пристроїв відразу (широкомовні).

Протокол DALI побудований таким чином, що дозволяє адресувати безпосередньо 64 пристрої, підключених до однієї лінії управління. Якщо виникає необхідність у більшій кількості керованих пристроїв, то використовуються DALI – роутери (маршрутизатори), які дозволяють збільшити місткість DAL – мережі до 200 пристроїв. Якщо ж і такої кількості недостатньо, то для об'єднання DALI – роутерів застосовуються DALI – шлюзи. При цьому кількість адрес зростає максимум до 12800. Для проектування DALI – мереж застосовується спеціальне програмне забезпечення. Якщо передбачається мережа, що містить не більше 200 адрес, що відповідає одноранговій мережі в межах одного DALI – роутера, то для

цих цілей цілком достатньо базового пакету програм (наприклад, Helvar Toolbox). Для створення масштабніших мереж з використанням DALI – шлюзів знадобиться розширений пакет (наприклад, Helvar Designer).

Дії, що виконуються системою DALI. Передусім, це просте включення – виключення, як окремих світильників, так і цілих груп. Окрім цього можливо димірування ламп розжарювання. При диміруванні декількох груп світильників передбачена їх синхронізація. Одно облаштування управління DALI може відтворювати до 16 світлових сценаріїв і отримувати і зберігати інформацію про різні параметри системи: справність світильників, включений або вимкнений світильник, заданий рівень освітленості. Електронні баласты DALI автоматично знаходять облаштування управління, при цьому усередині баластів зберігаються різні установки. Передусім, це адресація пристроїв, світлові сценарії, розподіл по групах, швидкості димірування, значення потужності аварійного освітлення. У складі системи DALI передбачено використання датчиків руху, присутності і освітленості, що дещо розширює функціональність пристрою в цілому. Завдяки цьому можливе програмування світлових сцен з урахуванням денного освітлення. Датчики руху програмуються на час спрацьовування до 30 хвилин. Програмування і управління системою досить просто і здійснюється кнопками із замикаючим контактом. У разі відключення електроенергії DALI – контролер запам'ятовує поточний стан, а при відновленні енергопостачання автоматично відновлює останній робочий стан. Тому збоїв в роботі системи не відбувається.

Протокол управління KNX. KNX – протокол управління будівлею, що ґрунтується на трьох стандартах: EHS – European home systems, BatiBUS і EIB(Instabus) – European installation bus.

Стандарт EIB популярний, передусім, за рахунок своєї простоти і надійності. На відміну від традиційної системи управління інженерним устаткуванням, де для кожного функціонального елементу потрібна власна лінія управління, а для кожної інженерної системи – окрема мережа, в системі EIB силова електропроводка прокладається тільки між виконавчими

пристроями (реле, регуляторами і т. д.) і власне споживачами, а усі системні елементи (датчики, контролери) вимагають об'єднання тільки сигнальним кабелем (шиною управління). Завдяки цьому силова частина виконується без обхідних шляхів. Це зменшує витрату силового кабелю, кількість з'єднань, втрати і, як наслідок, знижує вірогідність виникнення пожежі і підвищує надійність силового ланцюга, спрощує електромонтажні роботи. Електропроводка надалі може бути легко розширена і модифікована.

Мережа EIB – це децентралізована система, що не вимагає центрального управління у вигляді персонального або спеціалізованого комп'ютера. При зміні функціонального призначення устаткування або переплануванні приміщень забезпечується швидка адаптація системи EIB шляхом простого перепрограмування шинних приладів без прокладення нових ліній, а додатковий прилад або датчик може бути встановлений у будь-якому місці, де є можливість підключення до кабелю управління. Порухення роботи одного або декількох пристроїв не призводить до порушення роботи усієї системи. Цим забезпечується висока надійність і зручність експлуатації, оскільки заміна приладів робиться без відключення живлення.

Система EIB дозволяє здійснювати функції охорони об'єкту і активний режим економії електричної і теплової енергії, що робить її такою, що самоокуповується. Усі ці важливі переваги наочно ілюструють простоту і доступність проектування і управління системою.

Передача даних може робитися по декількох середовищах:

- вита пара (9600 біт/с);
- електромережа (1200 біт/с);
- радіоканал (16,384 кбіт/с, 868 МГц, 25 мВт);
- лінії Ethernet.

Протокол KNX не прив'язаний до якої-небудь апаратної платформи. Програмування і установка здійснюються фахівцем.

Інтелектуальні системи освітлення безперервно розвиваються. Поки єдиного стандарту немає, і боротьба між існуючими протоколами передачі

триває. Очевидно, що майбутнє за протоколами двобічного обміну. Нині в цій області домінують RDM і DALI, проте остаточно лідер ще не визначився.

Найсерйознішою перешкодою для створення єдиного стандарту є несумісність мережевого устаткування. У цьому сенсі не допомагає навіть створення контролерів, що підтримують поширені інтерфейси, такі як Ethernet. Зміна протоколу – дорога і складна процедура, вона ставить під сумнів майбутнє поточних проектів, на які вже витрачені немало ресурсів, тому виробники дуже неохоче на це йдуть.

Управління за допомогою мережі Ethernet [12-14]. Оскільки світлодіодні світлові прилади за своєю природою є цифровими пристроями, управління роботою систем освітлення може виконуватися за допомогою мережі Ethernet. Системи на базі Ethernet не мають таких обмежень по адресації, як системи на базі DMX, тому вони є переважними для більших установок. Управління по мережі Ethernet потрібно для великомасштабних відеоустановок, в яких повинні забезпечуватися адресація і управління роботою великої кількості світлодіодів, число яких може вимірюватися тисячами.

Інші варіанти управління [12-15]. DMX512 і Ethernet – це два найбільш поширених комунікаційних протоколу, використовуваних для управління роботою світлодіодних систем освітлення, але також використовуються і інші варіанти:

–У Європі замість DMX широко використовується протокол зв'язку DALI.

–Деякі компанії розробили свої власні, захищені патентами, протоколи зв'язку на базі Ethernet, наприклад KiNET для систем освітлення Philips Color Kinetics.

–ACN і Streaming ACN – це стандартні методи передачі даних, розроблені Entertainment Services & Technology Association (ESTA) для передачі даних DMX через мережу Ethernet. Streaming ACN – це нарощуваний метод передачі даних для великої кількості систем DMX.

І це лише деякі з можливих варіантів. Як це часто трапляється, при збільшенні кількості варіантів виникає проблема, пов'язана з сумісністю. Іноді можна використати перетворювачі для підключення світильника, розрахованого на один комунікаційний протокол, до контролера, працюючого з іншим протоколом. Склад системи може швидко ускладнитися, тому краще всього використати компоненти, розроблені для спільного використання.

Як вказувалося вище, для управління світильниками зі змінюваним кольором освітлення або з можливістю налаштування білого світу може використовуватися DMX або інший комунікаційний протокол, призначений для управління. Будь-який з цих інтерфейсів, що управляють, може використовуватися для регулювання світлового потоку світильників, зменшуючи його однаково в усіх каналах. На практиці регулювання світлового потоку зазвичай є стандартною функцією контролерів, клавіатур і інших пристроїв, спеціально розроблених для конкретних моделей світлодіодних світильників.

2.5 Системи інтелектуального управління освітленням в «розумному будинку»

З того часу, як людина освоїла електрику, штучне світло стало невід'ємною частиною життя і звичного комфорту. Вже складно уявити, як можна обходитися без світла – ми не можемо ні читати, ні писати, ні жити звичним для нас життям. Основна діяльність обмежується тривалістю світлового дня і ставить нам масу обмежень.

У квартирі, наповненій світильниками різних типів, форм і розмірів, досить непросто створити затишний і комфортний світловий режим. Доведеться враховувати пору року і доби, настрій і вид виконуваної роботи, присутність гостей і багато інших чинників.

Інтелектуальне управління освітленням позбавляє від необхідності постійно клацати вимикачами і періодично міняти потужність лампочок, дозволяє понизити витрати на електроенергію, економить час і нерви.

Переваги інтелектуальної системи освітлення будинку очевидні. Наприклад, необхідно прокинутися рано вранці взимку. За вікном дуже темно і першою дією буде включити світло. Доведеться відразу примружитися, поки очі не звикнуть до яскравого світла. Система управління освітленням, налаштована на певний годинний режим, включить світло сама, автоматично регулюючи яскравість. У кімнаті буде імітовано прискорений оптимальний для очей перехід від напівтемряви до світлового дня. Інтелектуальне освітлення повністю оновлює звичні способи розподілу світлових потоків. Звичайні, старі люстри відходять в минуле. Їм на заміну приходять системи з великою кількістю світильників, якими можна управляти.

У сучасних системах використовують близько 10 видів різних світильників для створення певних світлових зон. При цьому відсутня величезна кількість вимикачів, і немає необхідності постійно включати або вимикати окремі лампи для досягнення необхідного рівня освітленості. Інтелектуальне освітлення спрощує дії до натиснення необхідної кнопки.

Є режими, які призначені для комфортного перебування на кухні – приготувати їжу та перекусити стає затишно. При перегляді відео і телепрограм раціонально використати інший режим з більше затемненим світлом. Вирішили трохи відпочити в улюбленому кріслі, натиснули кнопку – і знову світлова картина плавно змінюється.

Система інтелектуального освітлення об'єднує усі джерела будинку, тому не треба обходити усі кімнати, перевіряючи їх перед виходом з будинку. Знову натискаєте єдину кнопку, і світло автоматично згасло скрізь.

Система управління освітленням дозволяє легко контролювати усі світильники завдяки безпроводним засобам управління або настінним сенсорним панелям. Сенсори руху можуть автоматично вимикати освітлення, якщо людина покидає кімнату. І коли приходить час лягати спати, лежачи в ліжку, можна одним натисненням кнопки запустити виконання сценарію «Ніч» для виключення усіх основних світильників, включення зовнішнього охоронного освітлення, і залишити освітлення, там, де є необхідність.

Система управління освітленням – це захист і безпека. Світло може захистити не лише від зловмисників, але і запобігти нещасним випадкам, як, наприклад, падіння зі сходів. Також можна запрограмувати сценарії для симуляції присутності в той час, коли удома нікого немає. Просто встановити відповідний режим «Немає удома» і система освітлення включатиме і вимикатиме світло, створюючи ілюзію присутності будинку, ефективніше, ніж звичайні таймери.

Світильники можуть бути запрограмовані на автоматичне включення при наближенні до будинку, при піднятті воріт гаража і т.д. Можна активувати сценарій «Я удома» за допомогою мобільного телефону, і до повернення усі необхідні світильники будуть включені.

Важливим також є аспект економії. Плавне включення світильників продовжує час служби ламп майже удвічі, а особливе налаштування включатиме їх тільки в присутності в кімнаті людини. Приглушення світла на 10 відсотків допомагає зберегти енергію і в той же час не приносить помітних змін в освітленні кімнати. Система управління освітленням робить це автоматично, звільняючи хазяїна будинку від зайвого занепокоєння і нескінченного сум'яття з численними димерами. Кімнатні сенсори можуть автоматично вимикати світло, коли в кімнаті нікого немає.

Система управління «розумним будинком» за технологією KNX [12, 13]. Зрозуміло, що найбільша міра комфорту для домочадців може бути досягнута лише одним способом – побудовою єдиною системою управління усіма електроприладами в межах одного приміщення. Для здійснення цього завдання необхідно, щоб ці електроприлади підтримували спільну «мову» управління з цією метою в Європі була розроблена технологія KNX або єдиний стандарт приймача.

Загальний канал зв'язку між усіма існуючими у будинку електроприладами дозволяє їм передавати і приймати інформацію від системних пристроїв, керованих спеціалізованими програмами. За принципом роботи система KNX зовні схожа на локальну мережу зв'язку між

комп'ютерами, проте вона використовується значно ширше – отримані від датчиків сигнали обробляються системними пристроями, вироблені на основі програмного аналізу даних команди поступають до одного виконавчого механізму або декільком відразу, причому при отриманні команди кожен виконавець підтверджує її отримання.

Система управління будинком, ґрунтована на технології KNX, дозволяє управляти усіма електроприладами одночасно лише натисненням однієї кнопки. Сценарії, наслідуючи які система управління створює необхідний рівень комфорту для домочадців, програмуються ними згідно з особистими потребами.

До складу системи входить метеорологічний комплекс, що управляє температурою повітря в приміщеннях на основі аналізу стану атмосфери зовні будівлі – при потеплінні інтенсивність опалювання знижується, збільшується доступ зовнішнього повітря. І, навпаки – при посиленні вітру вікна будуть автоматично прикриті, доступ зовнішнього повітря зводиться до мінімуму.

Будинки, обладнані такою системою управління, можна без побоювання залишати на час відпочинку – електроприлади наслідуватимуть запрограмований сценарій, повністю імітуючи присутність домочадців.

Усі світлові прилади, незалежно від категорії, згруповані на світильники **DMX і не DMX**.

Не DMX світильники, як правило, реагують на звук через вбудований мікрофон. В багатьох з приладів також є автоматичні налаштування для роботи без звуку або при недостатній його гучності. Світлові прилади цієї категорії часто виготовляються для роботи в течії певного періоду часу, перш ніж вони відключаються (т.з. робочий цикл), що призводить до необхідності використання декількох приладів для створення безперервного шоу. Приклади не DMX світильників : Beam effects (промінь-ефекти), Flower effects (квіткові ефекти), GOBO (гобо) проектори.

DMX освітлювальні прилади відносяться до інтелектуального класу устаткування або по іншому – «intelligent lights». Ці прилади можуть

управлятися за допомогою DMX512 консолей або інтерфейсів. Контролер DMX дозволяє програмно управляти пристроєм видалено, ідеально підходить для важкодоступних місць. Світильники, які підпадають під цю категорію, як правило, не мають робочого циклу і коштують дорожче, ніж не DMX прилади, але пропонують більше можливостей для світлових ефектів. Приклади DMX світильників: «голови, що обертаються» і сканери.

РОЗДІЛ 3

РЕАЛІЗАЦІЯ БЛОКУ КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯМ «РОЗУМНОГО БУДИНКУ»

3.1 Компоненти та керування системою освітлення «розумного будинку».

Керування освітленням – одна з найважливіших підсистем, що забезпечує не тільки комфорт у будинку, але й значну економію споживання електроенергії, адже, за статистикою, від 20 до 50 відсотків від загального обсягу споживаної енергії в будинках і офісах використовуються саме для освітлення. Однією з основних функцій даної підсистеми є повна автоматизація управління освітленням, що досягається використанням спеціальних датчиків. Для прикладу, зовнішня лампа при вході в будинок спалахує як тільки людина підійшла до дверей, і вимикається через деякий час після її відходу завдяки датчику руху.

У житлових кімнатах (спальня, вітальня, та інші) можна встановити звукові датчі, завдяки яким світло вмикається чи вимикається спеціальним звуковим сигналом (наприклад, поплескуванням долонями).

Регулювання яскравості задається відповідними пристроями: димерами, реле тощо, що були описані вище. Спеціальні датчі освітлення (фоторезистори) можна розмістити також зовні будинку і при зміні освітленості протягом доби автоматично вмикатиметься або вимикатиметься зовнішнє освітлення фасаду, а також відповідним чином реагуватимуть жалюзі всередині будинку. Структуру підсистеми освітлення, яка розробляється, можна представити як у [22]. Вона містить звукові датчі, освітлення та руху. В ролі активаторів виступають пристрої вмикання зовнішнього і внутрішнього освітлення будинку та регулювання жалюзіями. Приклад спрощеної структури підсистеми освітлення зображено на рисунку 3.1.

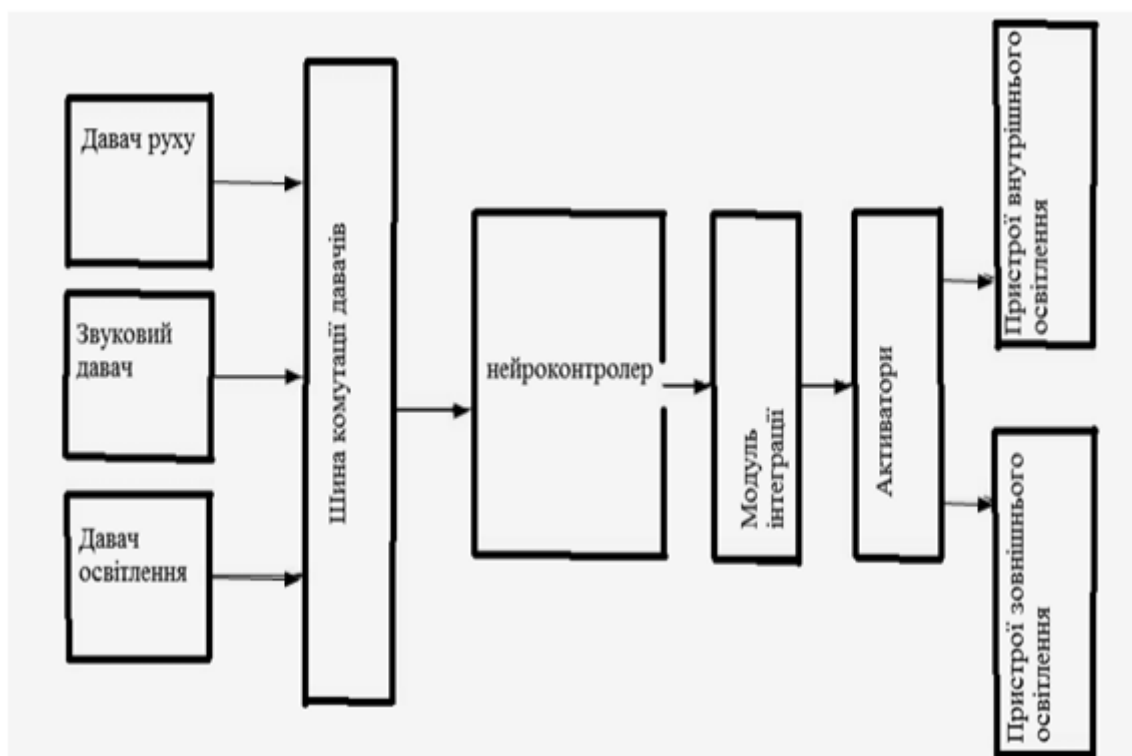


Рисунок 3.1 – Спрощена структурна схема системи освітлення

Від давачів інформація про стан підсистеми передається через спеціальну шину комутації до центрального блоку керування, роль якого виступає розроблений нейроконтролер. Важливою складовою проектування будь-якої підсистеми є дослідження динаміки та надійності її функціонування. Саме з цією метою розроблено відповідну модель підсистеми освітлення інформаційна база (ІБ). Модель розроблена на основі мереж Петрі і якраз дає змогу дослідити динаміку та надійність підсистеми ще на етапі системного проектування.

Опис моделі інтелектуальної системи освітленості. В основу розробленої моделі покладено відповідні давачі, які передають інформацію до нейроконтролера, а він, в свою чергу, активізує відповідні виконуючі пристрої. Основна задача нейроконтролера полягає в автоматичному регулюванні освітлення в приміщеннях та зовні будинку в такий спосіб, щоб досягнути мінімальних затрат електроенергії, забезпечуючи при цьому максимальний комфорт для користувача.

В розробленій моделі (рисунк 3.2) використано принцип, відповідно до якого при спрацюванні певного датчика відбувається його перехід із стану спокою «0» в активний стан «1».

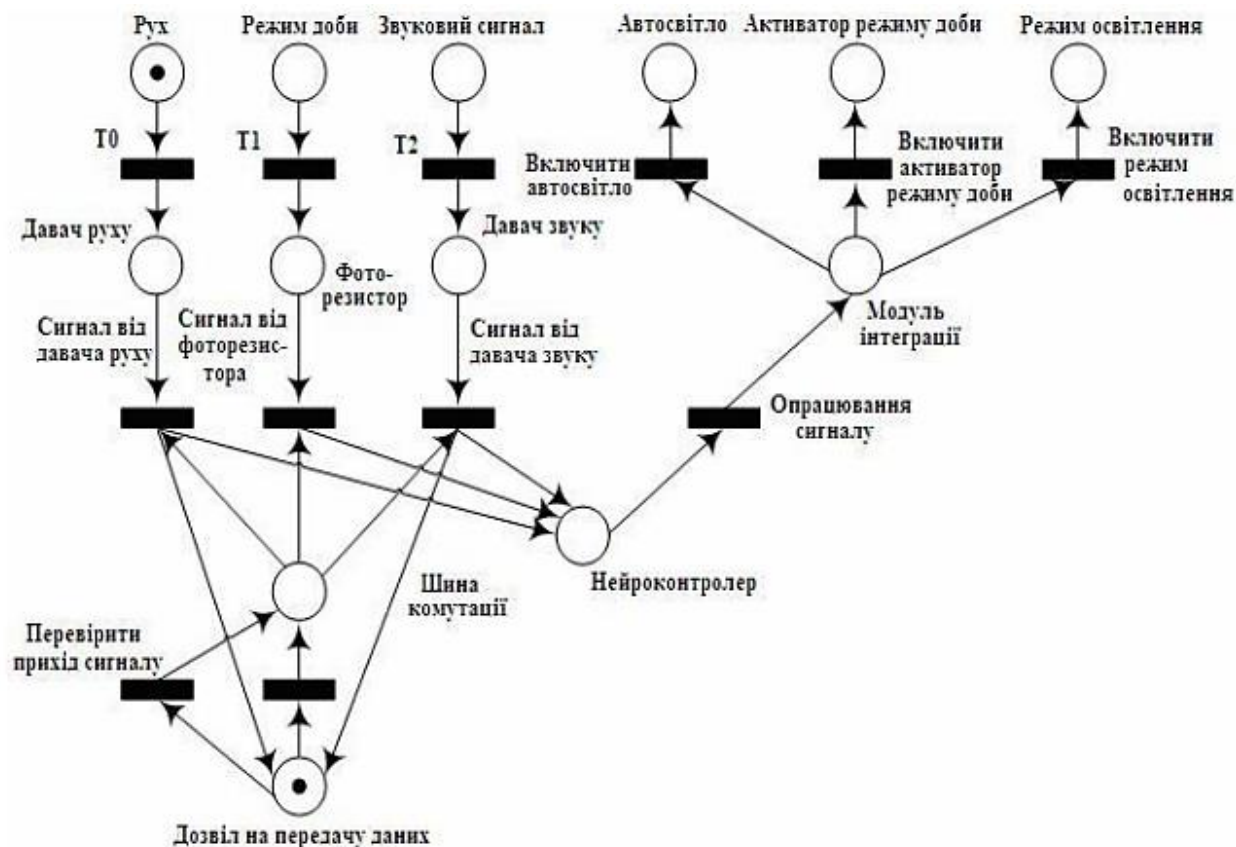


Рисунок 3.2 – Модель для системи освітлення

Наприклад, у випадку переміщення користувача в межах ІБ, датчик руху активізується і, при умові дозволу на передачу даних, сигнал від датчика по шині комутації поступає на вхід нейроконтролера. Дозвіл на передачу даних формує чергу на опрацювання і запобігає, таким чином, втраті інформації.

При активізації інших датчиків робота системи відбувається аналогічно. Нейроконтролер опрацьовує отриману від датчиків інформацію і, відповідно до умов та місця перебування користувача, визначає, де саме вмикати або вимикати світло при русі чи поданні звукового сигналу; при зміні режиму доби автоматично розсувати чи засувати жалюзі, вмикати або вимикати зовнішнє освітлення будинку тощо. Множини позицій та переходів

розробленої на основі мереж Петрі моделі підсистеми освітлення подана в таблицях 3.1, 3.2.

Таблиця 3.1. Позиції моделі підсистеми освітлення

Позиція	Призначення
Рух	Рух у місці з встановленим давачем руху
Режим доби	Визначення режиму доби (день/ніч)
Звуковий сигнал	Подання звукового сигналу для увімкнення/вимкнення освітлення
Давач руху	Давач готовий до передачі інформації
Давач освітлення	Давач готовий до передачі інформації
Давач звуку	Давач готовий до передачі інформації
Шина комутації	Забезпечення передачі даних з давачів на нейроконтролер
Дозвіл на передачу	Формує чергу даних на опрацювання даних
Нейроконтролер	Центральний елемент, який здійснює керування системою освітлення
Модуль інтеграції	Дозволяє взаємодіяти з іншими системами освітлення
Автосвітло	Автоматичне увімкнення/вимкнення світла вхідних дверей та входу до ванної кімнати
Активатор режиму доби	Керування зовнішнім освітленням будинку та жалюзі
Режим освітлення	Увімкнення та вимкнення світла в кімнаті будинку за звуковим сигналом

Таблиця 3.2. Позиції моделі підсистеми освітлення

Перехід	Призначення переходу
П1	Відбувався рух у місці з встановленим давачем руху
П2	Режим доби змінився з дня на ніч/ з ночі на день
П3	Пролунав звуковий сигнал для

	увімкнення/вимкнення світла
П4	Передача даних на нейроконтролер від давача руху
П5	Передача даних на нейроконтролер від фоторезистора
П6	Передача даних на нейроконтролер від давача звуку
П7	Передача даних заборонена
П8	Передача даних дозволена
П9	Передача сигналів з нейроконтролера на модуль інтеграції
П10	Запуск автоматичного увімкнення/вимкнення світла вхідних дверей та входу до ванних кімнати
П11	Запуск керування зовнішнім освітленням будинку та жалюзіями

Модель на основі простої мережі Петрі складається з позицій, переходів, вхідних та вихідних дуг, а також множини початкових позицій (які ініціюються безпосередньо перед запуском моделі). Її структура представляється у такому вигляді:

$$N_{simple} = \{P, T, F, M_0\},$$

де P – множина позицій;

T – множина переходів;

F – множина вхідних та вихідних дуг;

M_0 – множина початкових позицій, які ініціюються перед запуском моделі.

При дослідженні розробленої на основі мереж Петрі моделі підсистеми освітлення ІБ встановлено, що всі стани побудованої мережі Петрі досяжні, а множина станів є скінченою, про що свідчить побудований граф досяжності

станів, зображений на рисунку 3.3. Модель на основі кольорових мереж Петрі надає набагато ширші можливості щодо аналізування роботи підсистем даного типу, проте було прийняте рішення про використання простої мережі Петрі для побудови моделі системи освітлення, оскільки вона має кращі показники економічності [10]. Побудовані моделі дають змогу дослідити основні вихідні параметри системного рівня проектування.

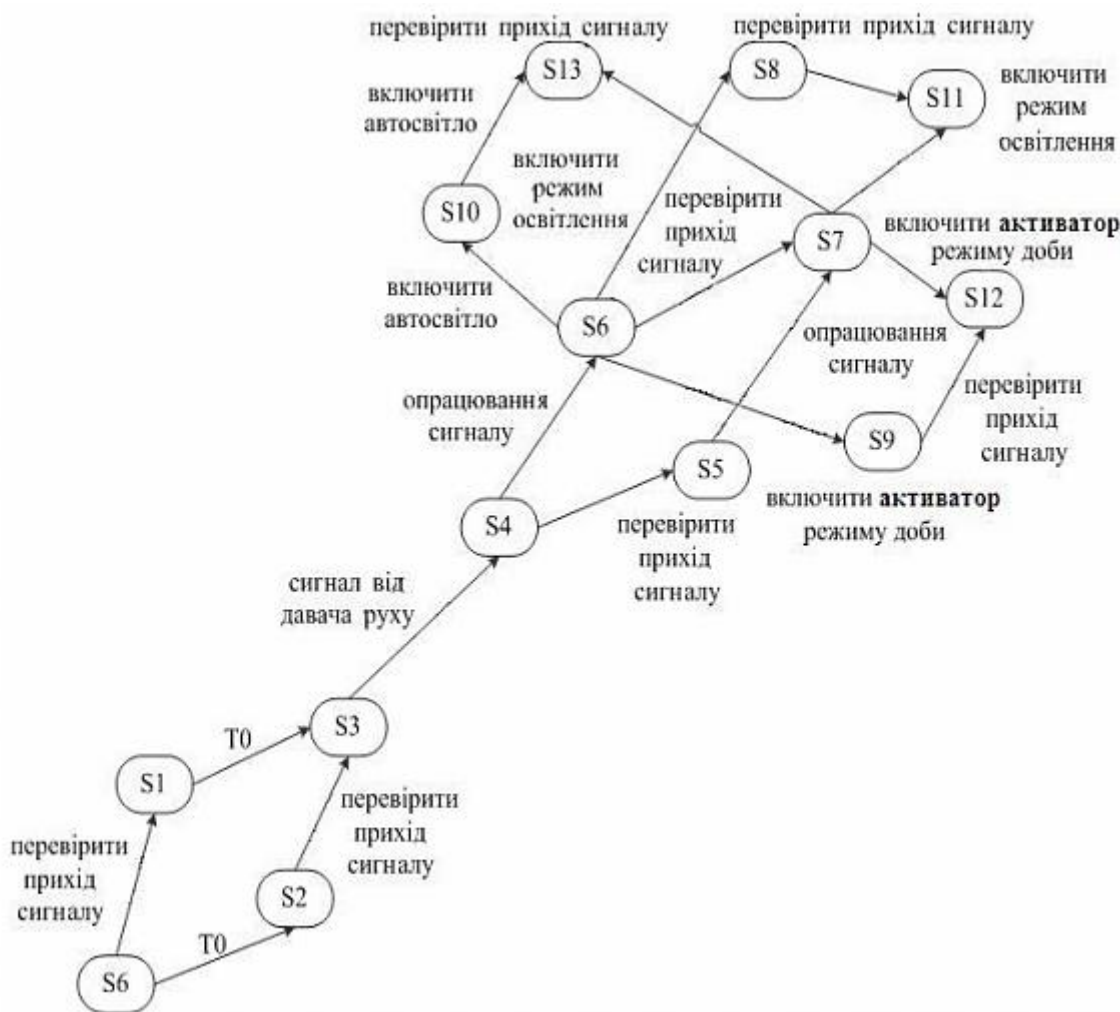


Рисунок 3.3 – Граф досяжності станів мережі Петрі підсистеми освітлення

Контролер опрацьовує отриману від давачів інформацію і, відповідно до умов та місця перебування користувача, визначає, де саме вмикати або вимикати світло при русі чи поданні звукового сигналу; при зміні режиму

доби автоматично розсувати чи засувати жалюзі, вмикати або вимикати зовнішнє освітлення будинку тощо.

Модель на основі кольорових мереж Петрі надає набагато ширші можливості щодо аналізування роботи підсистем даного типу, проте було прийняте рішення про використання простої мережі Петрі для побудови моделі підсистеми освітлення, оскільки вона має кращі показники економічності. Важливою складовою проектування будь-якої підсистеми є дослідження динаміки та надійності її функціонування. Саме з цією метою розроблено відповідну модель підсистеми освітлення інформаційна база (ІБ). Модель розроблена на основі мереж Петрі і якраз дає змогу дослідити динаміку та надійність підсистеми ще на етапі системного проектування. В основу розробленої моделі покладено відповідні давачі, які передають інформацію до нейроконтролера, а він, в свою чергу, активізує відповідні виконуючі пристрої. Однією з основних функцій даної підсистеми є повна автоматизація управління освітленням, що досягається використанням спеціальних давачів. Для прикладу, зовнішня лампа при вході в будинок спалахує як тільки людина підійшла до дверей, і вимикається через деякий час після її відходу завдяки давачу руху. Контролер опрацьовує отриману від давачів інформацію і, відповідно до умов та місця перебування користувача, визначає, де саме вмикати або вимикати світло при русі чи поданні звукового сигналу; при зміні режиму доби автоматично розсувати чи засувати жалюзі, вмикати або вимикати зовнішнє освітлення будинку тощо.

3.2 Опис параметрів роботи системи освітлення в будинку

Для реалізації підсистеми освітлення аналогічно використовується нейроконтролери. Особливості проектування нейроконтролера для ІБ описано вище. Розглянемо, як приклад, розроблення нейроконтролера для керування освітленням двохкімнатної квартири. Припустимо, що план квартири

відповідає зображеному на рисунку 3.4, тобто квартира складається з шести окремих приміщень.

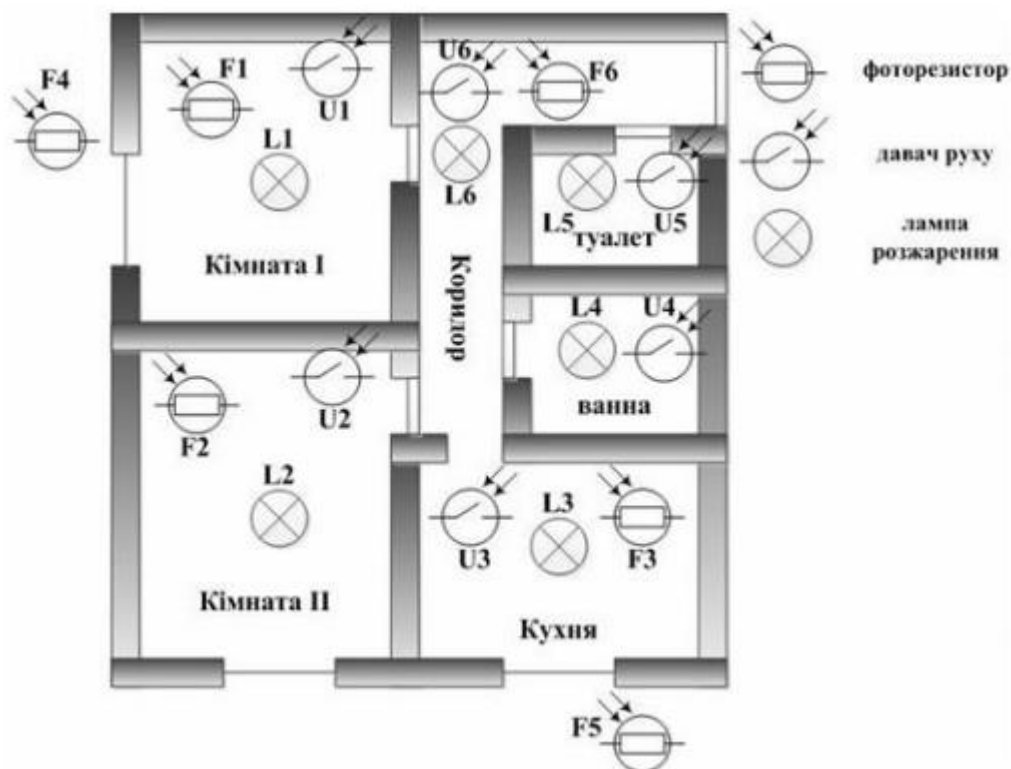


Рисунок 3.3 – Схема розміщення датчиків у приміщенні

Наведена структура мікроконтролера аналогічна до структури, яка передбачає використання нейроконтролера, що складається з апаратної і програмної частин. Всередині та за межами квартири розміщені датчики [12]. При цьому, використовуються найпоширеніші 2 типи датчиків: датчик руху та датчик освітлення (фоторезистор).

Припустимо, що у кожному приміщенні розміщено виконавчий пристрій – лампу. В залежності від побажань замовника та необхідної функціональності, яку має реалізувати нейроконтролер кількість датчиків та їх види можна збільшити. Отже, в кожному приміщенні є датчик руху, який реєструє факт перебування людини в даній кімнаті (рисунку 3.4). В кімнатах, кухні та коридорі додатково встановлено фоторезистори для визначення освітленості у приміщенні. Також два фоторезистори розміщено з боків

будинку ззовні, для того, щоб визначати рівень освітлення наявне на вулиці (час доби)



Рисунок 3.4 – Складові підсистеми освітлення

Для спрощення організації підсистеми варто виокремити подібні функціональні елементи. Приміщення можна згрупувати за їх функціональним призначенням. Оскільки, у кімнатах та кухні мешканці проводять більшу частину свого часу, то, відповідно, світло там ввімкнено триваліше. Відповідно сценарій роботи системи освітленості в інших приміщеннях, та ізольованих приміщеннях відповідає наведеному в таблиці 3.3 та 3.4

Таблиця 3.3 – Сценарій роботи підсистеми у кімнатах і кухні

Пора доби 0	$F_{\text{внутрішнє}}$	$F_{\text{зовнішнє}}$	U	L
день	0	0	0	0
світанок	0	0	1	1
ніч	0	1	0	1
вечір	0	1	1	1
ранок	0	1	0	1
ніч	1	0	1	1
вечір	1	1	0	0
ніч	1	1	1	0

Таблиця 3.4 – Сценарій роботи підсистеми в ізольованих приміщеннях

Режим роботи	U	L
Є активність в приміщенні	0	0
Немає активності в приміщенні	1	1

U – економ режим освітлення; L – спрацював датчик руху і потрібно максимальне освітлення(згідно пори доби); Описані сценарії функціонування системи освітлення можливо реалізувати на основі контролерів.

3.3 Розробка блоку керуванням освітлення

Блок, що розробляється, складається з мікроконтролера Arduino, двох світло діодів, датчика освітлення (фоторезистора), модуля електромагнітного реле, тактового перемикача, макетної плати, сервоприводу та приднаних до нього, наприклад, жалюзі.

В якості центрального контролера був обраний Arduino LEONARDO (рисунок 3.5), оскільки недорогий контролер з відкритою архітектурою. Це апаратна обчислювальна платформа, основними компонентами якої є плата вводу-виводу та середовище розробки на мові програмування Wiring. Цей пристрій може працювати незалежно від персонального комп'ютера при наявності джерела живлення і альтернативного каналу зв'язку. Arduino здатний зчитувати вхідні дані у вигляді напруги на своїх аналогових виходах. Якщо до певних виводів підключити датчики, то пристрій буде програмним способом зчитувати інформацію з цих виводів.



Рисунок 3.5 – Arduino LEONARDO:

1 – роз'єм USB; 2 – роз'єм живлення; 3 – виводи живлення; 4 – аналогові виводи; 5 – мікроконтролер Atmega32u4; 6 – цифрові виводи

В якості елемента, який буде контролювати зміну освітленості, використовується фоторезистор (датчик освітлення).

Фоторезистор – елемент електричного кола, який змінює свій опір при освітленні. Принцип дії фото резистора базується на явищі фотопровідності – зменшенні опору напівпровідника при збудженні носіїв заряду світлом. Відомо, що чим менше світла, тим менше опір фото резистора і навпаки.

Arduino може спільно працювати з величезним асортиментом датчиків. Застосуємо недорогий фоторезистор серії GL55 (рисунок 3.6).



Рисунок 3.6 – Зображення фоторезистора серії GL55

Для повороту жалюзі в залежності від освітлення навколишнього середовища використовується сервопривод. Сервопривод – це привод з управлінням через негативний зворотній зв'язок, що дозволяє точно керувати положенням вала.

Бул обрано сервопривод SG90 (рисунок 3.7). Його особливістю є компактність, вага – 15 грам, підключення напряду до мікроконтролера, легко здійснювати керування через створену бібліотеку в Arduino IDE.

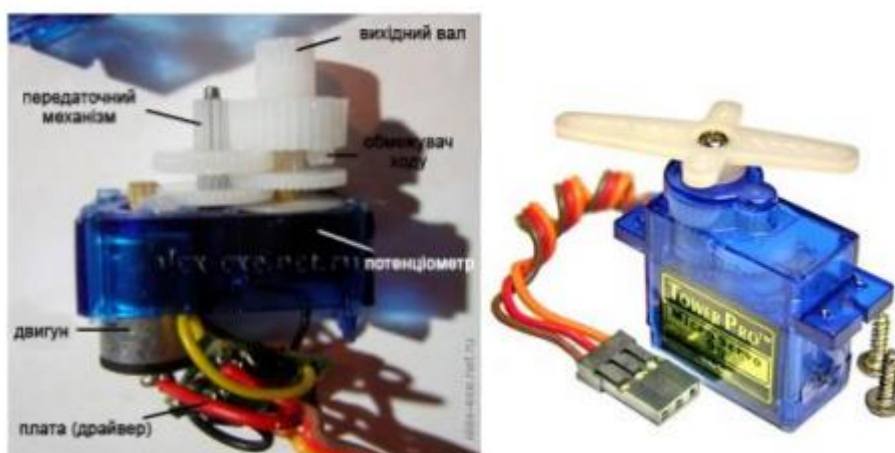


Рисунок 3.7 – Зображення сервопривода SG90

Для управління різними виконавчими пристроями, комутації ланцюгів, управління приладами в електроніці активно застосовуються електромагнітні реле. Саме реле даного типу підходить до цієї системи, що пропонується.

Оскільки присутнє навантаження на вал сервоприводу, яке постійно намагається повернути вал, та враховуючи властивості сервоприводу (він завжди намагається зберегти позицію вала у заданому положенні) – постійно буде чути невелике потріскування. Цю проблему було вирішено перериванням живлення сервоприводу. Тобто, в момент керування сервоприводом на нього подається живлення, як тільки вал сервоприводу повертається у задне положення, ланцюг, який живить напругою сервопривод, розмикається. І навпаки – замикається, коли потрібно повернути вал у інше положення. Це зберігає термін служби сервоприводу.

Модуль реле (рисунок 3.8) має зручний роз'єм для підключення, тому може підключатись безпосередньо до портів введення-виведення Arduino. Якщо на керуючий порт реле S подати логічний 0, то реле в розімкнутому стані, якщо логічну 1 – замкнеться.



Рисунок 3.8 – Зображення модуля магнітного реле

Для того, щоб була можливість увімкнути та вимкнути внутрішній світло діод, застосовується тактовий перемикач.

Тактовий перемикач - простий, всім відомий механізм, який замикає ланцюг, доки є тиск на штовхач. Зображення тактового перемикача показано на рисунку 3.9.

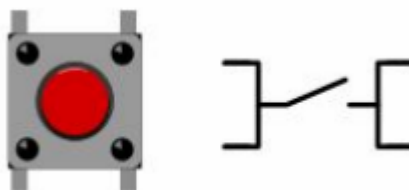


Рисунок 3.9 – Зображення тактового перемикача

Написання програм для платформи Arduino і їх завантаження в мікроконтролер здійснюється в інтегрованому середовищі розробки IDE Arduino, яке дозволяє писати програми для плати Arduino простою мовою Wiring.

Програми, що створюються в середовищі розробки Arduino, названо скетчами. Після написання скетчу його компілюють і завантажують у мікроконтролер, який виконує певні команди, записані попередньо у скетчі.

Для зручності прототипування подібних систем існує велике різноманіття прикладного ПО. Однією із таких є програма Fritzing, яка дозволяє візуально поєднати окремі компоненти у єдину систему. Змодельована схема системи на макетній платі в середовищі комп'ютерної програми Fritzing показана на рисунку 3.10.

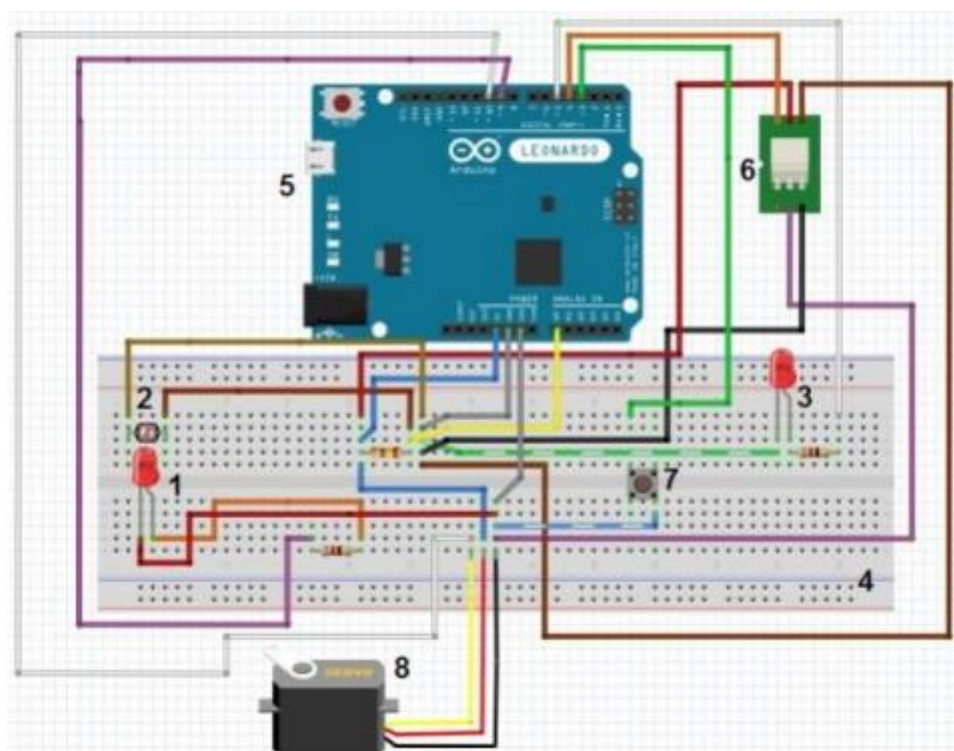


Рисунок 3.10 – Зображення змодельованої схеми системи на макетній платі в середовищі комп'ютерної програми Fritzing: 1 – внутрішній світлодіод; 2 – фоторезистор; 3 – зовнішній світлодіод; 4 – макетна плата; 5 – контролер Arduino LEONARDO; 6 – реле; 7 – тактовий перемикач; 8 – сервопривод

Суть даної системи базується на тому, що вдень, коли сонячного проміння вистачає для освітлення приміщення, жалюзі повинні бути відчинені і світло вимкнене. А ввечері навпаки – жалюзі зачинені для більшої комфортності господарів.

Оскільки світловий потік сонячного проміння перевищує діапазон спрацювання фото резистора (2), він поміщений всередину невеликого короба (рисунок) із внутрішнім світло діодом (1), таким чинм зробивши імітацію сонячного проміння. Увімкнення або вимкнення внутрішнього світло діода (в коробі) здійснюється тактовим перемикачем (7).

Як тільки здійснюється подача живлення на контролер (5), одразу вмикається внутрішній світло діод (1), тим самим подаючи «знак», що на дворі денна пора і сонячного світла достатньо. В такому випадку мікроконтролер подає живлення через реле (6) на сервопривод і встановлює початкове положення вала сервоприводу (8) на 0 градусів, при якому жалюзі знаходяться у відкритому стані. Після чого відразу переривається подача живлення. Фоторезистор «вказує» мікроконтролеру , що освітлення достатньо і додатково вмикати не потрібно – зовнішній світло діод (3) залишається вимкненим.

Коли ж відбувається натиснення на тактовий перемикач, внутрішній світло діод вимикається – це означає, що наступила пора ноч чи вечора і потрібно закрити жалюзі та увімкнути додаткове освітлення. Знову ж таки фоторезистор реагує на освітлення, яке він вловлював, змінилося і вказує мікроконтролеру – потрібно подати живлення через реле на сервопривод. Вал повертається з 0 до 120 градусів (закрити жалюзі). Після цього одразу ж перервати подачу живлення та увімкнути зовнішній світло діод (освітлення).

При натисненні на тактовий перемикач знову, порядок дій зміниться на зворотній.

Інтелектуальність невеликого блоку інтелектуальної системи керування освітленням в тому, що жалюзі автоматично спрацьовують при зміні пори доби.

Використання контролерів Arduino в якості центрального модуля інтелектуальної системи керування освітленням та подібних систем значно спрощує процес розробки, оскільки для програмування таких контролерів не

потрібен програма тор та глибокі знання у програмуванні, використовується кросплатформенне середовище розробки, і найголовніше – доступна ціна.

Розробка подібних блоків та поєднання їх у великі інтелектуальні системи керування освітленням дозволить знизити витрати електроенергії на освітлення будинків

ВИСНОВКИ

Реалізація системи «інтелектуального будинку» надзвичайно складна. Вона потребує розв'язання великої кількості практичних задач з різних областей науки і техніки. Однією з проблем, з якою стикаються інженери в процесі розроблення різних підсистем «розумного будинку», це необхідність опрацювання сигналів та даних від підсистеми давачів.

Кожний давач видає дані в певному форматі, з різною амплітудою, частотою тощо, тому розробники стикаються з необхідністю опрацювання неструктурованих та нечітких даних.

В роботі запропонована технічна реалізація блоку керування освітленням в кімнаті та приклад розташування давачів у кімнаті, який ґрунтується на нейроконтролерах. Показано можливість створення стенда керування освітленням на базі Arduino LEONARDO.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Система розумний будинок [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://kolecs.lviv.ua/systema-rozumnyi-budynok/>
2. Розумний дім своїми руками [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://futurenow.com.ua/rozumnyj-dim-svoyimy-rukamy-najkrashhi-i-dostupni-gadzhety/>
3. Google Nest hub max [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://futurenow.com.ua/google-nest-hub-max-komandnyj-punkt-rozumnogo-domu/>
4. Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://cabel-set.ru/uk/stroitelstvo/sobrat-umnyi-dom-kak-sdelat-umnyi-dom-svoimi-rukami-varianty/>
5. Гончаренко Т. В. Автоматизація домашніх систем: технології та рішення. – Одеса: ОНПУ, 2019. – 350 с.
6. Kirstein, R. Smart Homes: An Overview of Technologies. – New York: Springer, 2015. – 250 p.
7. Петров А. В. "Розумний дім: технології та перспективи". Науковий вісник. 2018. № 3. С. 90-95.
8. Семенюк Р. А. "Системи автоматизації для розумного дому". Технічні науки та технології. 2017. № 2. С. 40-45.
9. Іоффе К. І. Конспект лекцій з дисципліни «Системи керування світлотехнічними пристроями» / К. І. Іоффе, О. Л. Черкашина; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 57 с.
10. Мельник О.О. Інтелектуальна система управління освітленістю «Розумний будинок» / Intellectual lighting management system "Smart Home"
11. Тесля Е.А.. «Розумний дім» своїми руками.– Одеса, 2018. – 224с.
12. Євтух Б.В. Система управління розумним домом. Підсистема забезпечення безпеки. Автореферат / Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», 2015. – 74 с.

13. Mark Gasson, Martin Meints, Kevin Warwick (2005), D3.2: A study on PKI and biometrics, FIDIS deliverable (3)2, July 2005