

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

ГЕРЕГА ОЛЕКСАНДР ІВАНОВИЧ

УДК 621.31; 621.33

**ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ
ЗАКРИТИХ ПРИМІЩЕНЬ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ
АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ**

141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

АВТОРЕФЕРАТ
дипломної роботи на здобуття вищої освіти
освітнього ступеня магістр

Тернопіль – 2018

Дипломною роботою магістра є рукопис

Робота виконана в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник

кандидат технічних наук, доцент
кафедри «Енергозбереження та енергетичного менеджменту»
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя
Зінь Мирослав Михайлович

Рецензент

кандидат технічних наук, доцент
кафедри «Світлотехніки та електротехніки»
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя
Костик Любов Миколаївна

Захист відбудеться « 24 » _____ лютого _____ 2018 р. о 10:00 годині на засіданні екзаменаційної комісії № 38 з атестації здобувачів вищої освіти освітнього ступеня магістр 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка при Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя МОН України за адресою: 46000, м. Тернопіль, вул. Микулинецька, 46, аудиторія 404.

З авторефератом дипломної роботи магістра можна ознайомитись в інституційному репозиторії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (ELARTU) за адресою: <http://elartu.tntu.edu.ua/>.

Секретар

екзаменаційної комісії № 38

Коцюрко Р. В.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми роботи. Створення необхідного світлового клімату для ефективного сприйняття зорової інформації – це основне завдання освітлення, в тому числі і штучного, електричного. Освітлювальними електроустановками називають спеціальні електротехнічні пристрої, призначені для освітлення територій, приміщень, будинків і споруд. Освітлювальні електроустановки є необхідним елементом сучасних житлових будинків, установ, громадських та виробничих підприємств. Вони представляють собою складні комплекси, що складаються з розподільних пристроїв, магістральних та групових мереж, різних електроустановочних приладів, освітлювальних арматур, джерел світла, систем керування, а також кріпильних, підтримуючих та захисних конструкцій.

Починаючи з 90-х років минулого століття постійно зростає споживання електроенергії населенням, та комунальним сектором на системи освітлення. У зв'язку із дешевизною та доступністю електроенергії у багатьох виникає уявлення про невичерпність енергоресурсів. Близько 20 % використаної електроенергії, марно витрачається через недбалість споживачів.

Застосування в громадських будівлях динамічного освітлення сумісно з природним і штучним світлом є важливою науковою проблемою. Вирішити її можна завдяки автоматичному керуванню штучним освітленням залежно від природного, що дозволить установити найбільш тісний зв'язок між обома складовими освітлення усередині приміщення. В автоматичній системі керування освітленням контролюється мінімальний рівень освітленості на робочій поверхні, а виниклий при цьому динамічний режим сприяє появі позитивного психофізіологічного ефекту.

Активне впровадження засобів автоматизації в різні галузі промисловості, і зокрема в енергетику, дозволить досягти принципово нових техніко-економічних результатів. Ключем до подальшого успішного просування автоматичної системи на ринок є ефективне вирішення основного і найбільш актуального завдання – оптимального витрачання енергії. Сучасний підхід до завдання керування енергетичними процесами дозволить істотно підвищити якість керування енергоресурсами і, як наслідок, мінімізувати енерговитрати.

З техніко-економічного погляду використання автоматичних засобів керування приводить до економії витрат на освітлення будівлі, що виражається в скороченні тривалості роботи штучного освітлення і економії електроенергії. Для громадських, навчальних, адміністративних і виробничих приміщень вирішення питань, пов'язаних із застосуванням автоматичного керування, є важливим і актуальним.

Мета й задачі дослідження. Метою проекту є дослідження роботи автоматизованої системи керування освітленням.

Для досягнення поставленої мети потрібно виконати наступні завдання:

1) розглянути загальні характеристики автоматизованих систем у системах освітлення;

2) проаналізувати існуючу схеми автоматизації освітлення;

3) запропонувати методи та шляхи покращення існуючої системи освітлення;

4) розрахувати економічну ефективність установки;

5) розробити інструкції з охорони праці при роботі з установкою.

Об'єкт дослідження: процес динамічного освітлення адміністративних приміщень.

Предмет дослідження: автоматизована система управління освітленням.

Методи дослідження базуються на загальних положеннях теорії електричних кіл, теорії автоматичного управління, обчислювальних методах і використанні сучасних інструментальних систем і методів математичного моделювання.

Наукова новизна роботи

1. Вдосконалення алгоритму роботи та впровадження мікроконтролерного керування.

2. Розроблено алгоритм управління автоматичного ввімкнення/вимкнення освітлення та управління силою світла світильників в залежності від наявності природнього освітлення.

3. Розроблено функціональну схему та алгоритм роботи системи комутації світильників в залежності від присутності людей.

4. Досліджено режими роботи освітлювальної установки в реальних умовах під впливом зовнішніх збурюючих факторів і удосконалено систему керування шляхом переходу із аналогової на цифрову.

Практична цінність роботи

1. Розроблено структуру і алгоритми роботи системи управління освітленням, що забезпечують мінімізацію споживання електричної енергії освітленням та системою керування.

2. Розроблено програмне забезпечення для системи управління освітленням, реалізоване на спеціалізованому контролері, який забезпечує точність роботи та надійність установки.

3. Розроблено систему комутації світильників, яка реалізована на польових транзисторах, що забезпечують швидкодію, надійність та довговічність установки.

Апробація результатів дисертації. Окремі результати роботи доповідались на III Всеукраїнській науково-технічній конференції «ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ РАДІОТЕХНІКИ ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ», Тернопіль, ТНТУ, 8-9 червня 2017 р.

Структура і обсяг роботи. Дипломна робота магістра складається із вступу, шести розділів, висновків, і списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 104 листів машинописного тексту, було використано 24 формули, побудовано 43 рисунки і 13 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету та основні задачі досліджень, сформульовано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів та апробацію.

Перший розділ «Літературний огляд» носить оглядово-аналітичний характер і висвітлює основні тенденції у світі щодо тематики дипломної роботи.

Для зменшення енергоспоживання у системах освітлення існують два основні способи:

- а) підвищення енергетичної ефективності, тобто зниження питомої встановленої потужності освітлювальної установки (ОУ);
- б) оптимізація режиму експлуатації ОУ (скорочення часу використання електричного освітлення).

В ході аналізу систем освітлення виявлено що для оптимізації режимів роботи ОУ найкраще підходять автоматизовані системи. Автоматизовані системи бувають прості, починаючи з датчика руху, який керує одним світильником та цілі інтегровані системи з цифровими інтерфейсами, які здатні керувати режимами освітлення цілої будівлі.

При підборі автоматизованих систем слід враховувати особливості наявної системи освітлення. Застосування автоматизованих систем у освітленні дозволить ще на 30-40 % скоротити витрати електроенергії на освітлення та продовжить термін служби освітлювального обладнання.

У другому розділі «Основна частина» наведено основні результати дипломної роботи. Підвищення енергоефективності систем освітлення розглянуто на прикладі системи освітлення кафедри енергозбереження та енергетичного менеджменту. Проведено аналіз існуючої автоматизованої системи освітлення коридору. В ході аналізу виявлено наступні недоліки:

- велика кількість комплектуючих;
- модулі плавного включення для кожного світильника;
- використання реле для ввімкнення світлодіодних стрічок;
- великі габарити модуля керування.
- відсутність керування яскравістю світильників при наявності природньої освітленості;
- схеми підсилення сигналу для кожного комутаційного реле.

Цих недоліків позбавлена розроблена система керування (рис. 1). Система здійснена на апаратній платформі Arduino, перевагою є, також, можливість генерування ШІМ-сигналу. Це дозволяє керувати не лише плавним ввімкненням/вимкненням, а й освітленістю світильників в залежності від зовнішнього освітлення. Для комутації обрано транзистори, які можуть керуватися від ШІМ-сигналу, та мають менші габарити і більшу швидкодію.

Проведено дослідження систем освітлення аудиторій кафедри. В ході дослідження виявлено, що підвищення ефективності систем освітлення навчальних приміщень можна вирішити шляхом установки датчиків постійної освітленості на стелі над кожним рядом навчальних місць. Цей датчик здатний

визначати поточний рівень освітленості та формувати сигнал на автоматичне зменшення або збільшування світлового потоку групи світильників залежно від рівня сонячного світла, проникаючого в приміщення.

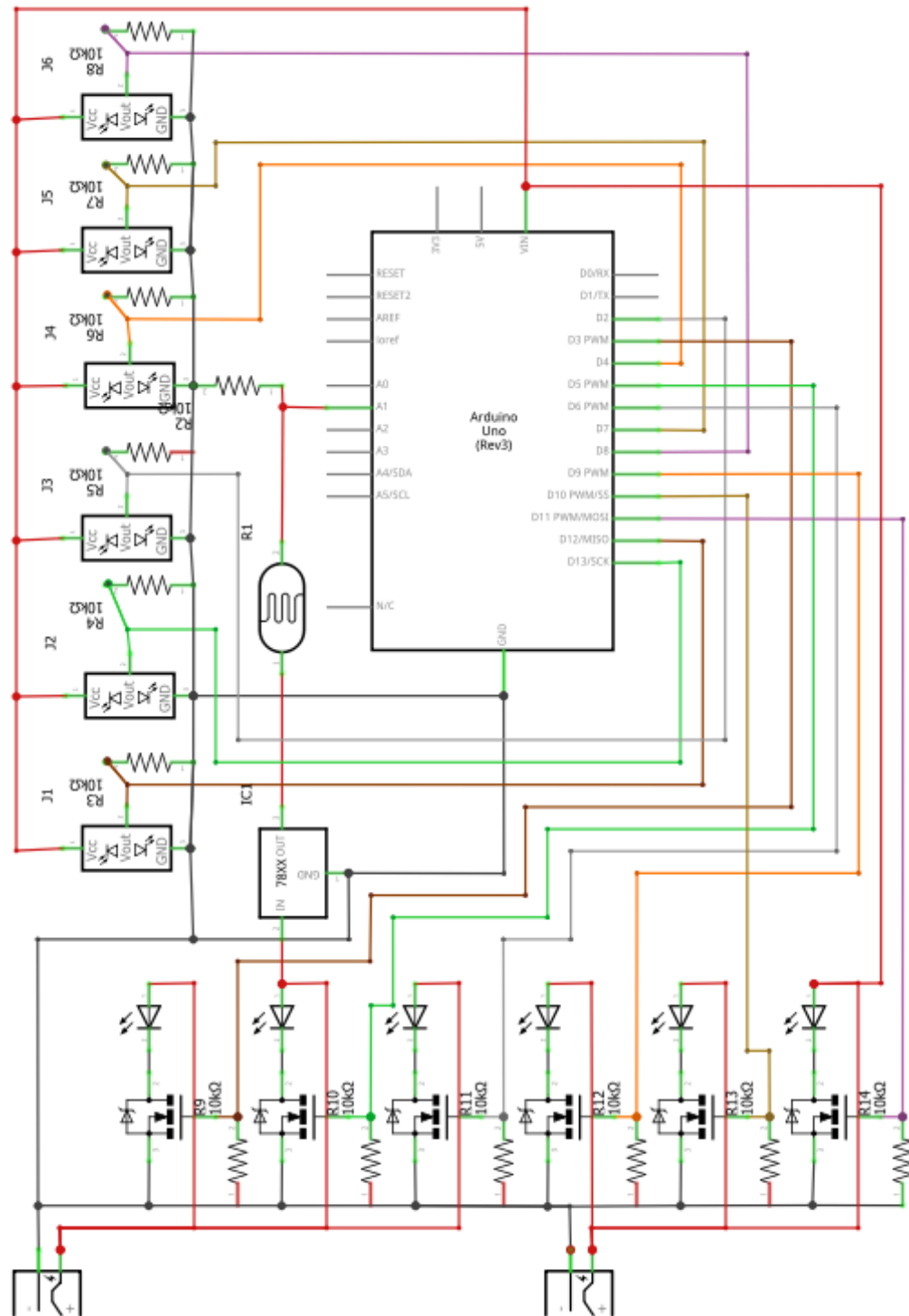


Рис. 1. Електрична схема АСУ

Основним недоліком існуючих датчиків є те, що вони фіксують загальний рівень, який утворюється одночасно природнім та штучним освітленням. В цьому випадку при визначенні недостатнього освітлення (менше 500лк) після включення штучного освітлення загальний рівень освітлення підвищується, що в свою чергу може привести до виникнення команди на виключення штучного

освітлення і процес автоматичного регулювання буде знаходитися в періодичному процесі включення – виключення.

Тому було обрано фотодатчик, який може виміряти рівень природної освітленості на фоні сумарної.

На першому етапі експерименту вимірювалась характеристика зміни діапазону падіння напруги на фотодіоді ФД256 при зміні рівня освітлення робочого місця нижня границя освітлення складала 500 лк (допустима границя освітлення для навчальних закладів), а верхня, виключення освітлення – 1500 лк.

Перевірка поведінки фоточутливого елементу проводилася в двох режимах при виключеному та включеному освітленні. Як видно з осцилограми зміна напруги практично не відрізняються при наявності та відсутності штучного освітлення (рис. 2).



Рис. 2. Осцилограма падіння напруги діода ФД256

Це дає змогу виділити в діапазоні зміни вихідної напруги діапазон зони нечутливості (гістерезису) який може визначати момент включення (верхня лінія) та момент вимкнення (нижня лінія) штучного освітлення.

Як видно з рис. 2. значення падіння напруги не виходить за межі зони нечутливості, що говорить про те що освітлення вимкнено не буде.

З метою перевірки поведінки характеристик перетворення в різних умовах при включеному та виключеному освітленні додатково було проведено експеримент з визначення зміни статичної характеристики перетворення фото чутливої системи. Результат продано на рис. 3.

З отриманих осцилограм видно, що в обох випадках при включеному та виключеному освітленні характеристики не змінилися. Наявність штучного освітлення від люмінесцентної лампи лише зміщує характеристику перетворення на постійну величину, яка дорівнювала 0,15 В, що в свою чергу становить приблизно 15% від всього діапазону, а виділені діапазони зміни падіння напруги на фотодіоді рівні між собою, це дозволяє його використовувати для керування системами освітлення, де в якості джерел світла використані люмінесцентні лампи.

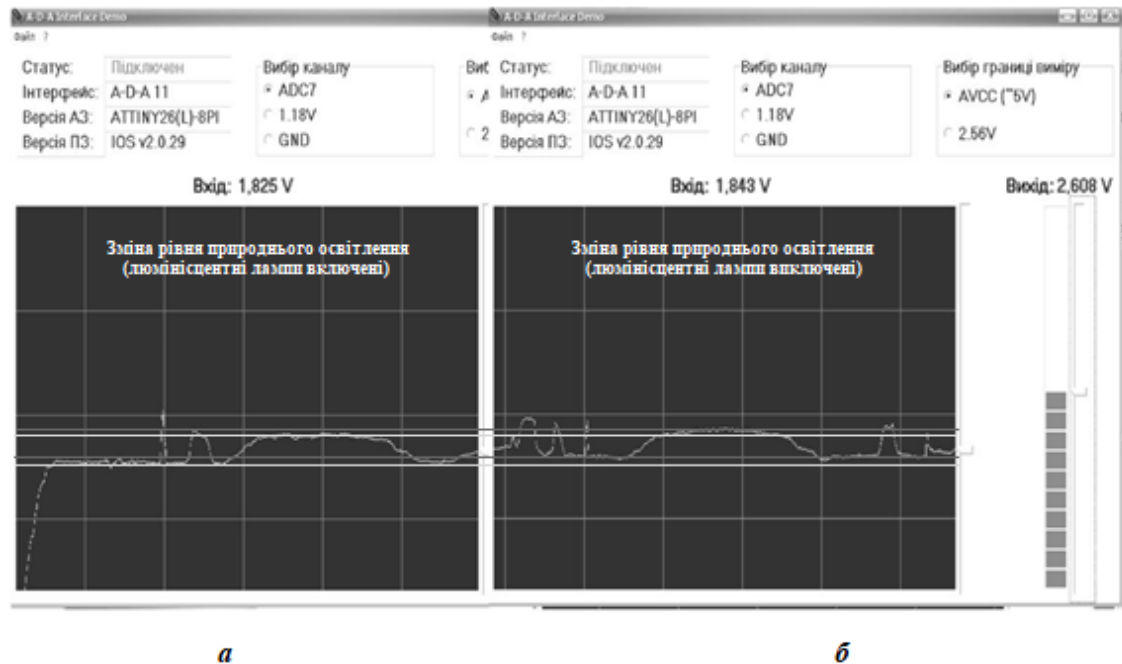


Рис. 3. Залежність напруги фотодіода ФД256 від рівня природного освітлення в режимі штучного затемнення: *а* – штучне освітлення включене; *б* – штучне освітлення виключене

У третьому розділі «Спеціальна частина» представлено опис ліцензійного програмного забезпечення Arduino, а також власного програмного коду, який використовується платформою для управління освітленням.

У четвертому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» проведено техніко-економічного обґрунтування вдосконалення автоматизованої системи управління освітленням. В результаті розрахунків встановлено, що при вдосконаленні системи управління освітленням термін окупності становить 5 р та 3 місяці, загальний економічний ефект – 1076 грн.

У п'ятому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» описано вплив якості освітлення на здоров'я та працездатність людини, протипожежні вимоги до улаштування та експлуатації електроустановок. Розглянуто протипожежну стійкість підприємства електротехнічної галузі національної економіки під час надзвичайних ситуацій воєнного часу та застосування засобів індивідуального захисту на підприємствах електротехнічної та світлотехнічної галузі.

У шостому розділі «Екологія» проаналізовано основні світові тенденції енергозбереження та висвітлено екологічні проблеми й енергозбереження.

ВИСНОВКИ

1. Проведено дослідження ефективності застосування систем автоматичного керування освітленням. Виявлено, що автоматичне управління дозволяє збільшити енергоефективність освітлювальних установок за рахунок

ступеневого або плавного регулювання штучного освітлення при зміні зовнішнього.

2. Розроблено програмне забезпечення для керування освітленням, з урахуванням плавного загорання та погасання світильників, керування освітленням в залежності від наявності природного світла.

3. На основі розрахункових даних можна зробити висновок, що термін експлуатації спроектованого приладу зріс на 3 роки, економічний ефект від його впровадження становить 1428,5 гривень, а термін окупності – 4,45 роки. тобто спроектованим приладом доцільно замінити існуючу систему керування освітленням. Також, у спроектованому пристрої на основі мікроконтролера передбачено можливість керування освітленням не лише постійним струмом з напругою 12 В, а й змінним – 220 В.

4. Проведено дослідження роботи фотодіода ФД256. В ході дослідження виявлено, що його можна використовувати для керування освітленням люмінесцентних світильників, оскільки він здатен виявляти кількість природного світла у сумарній освітленості.

5. Створено фізичну модель приладу, що реалізує автоматизовану систему управління за допомогою апаратної платформи Arduino, яка дозволяє підвищити енергоефективність роботи освітлювальної установки.

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати роботи

Герєга О. І., Коваль В. П., Енергоефективність освітлення адміністративних приміщень / Герєга О. І., Коваль В. П., // Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки і приладобудування. Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції, 8-9 червня 2017 року: збірник тез доповідей. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2017. – 244 с.

АНОТАЦІЯ

Герєга О. І. Підвищення енергоефективності штучного освітлення закритих приміщень шляхом впровадження автоматизованих систем. – Рукопис.

Дипломна робота магістра за спеціальністю 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2018.

Дипломна робота присвячена дослідженню ефективності використання автоматизованих систем у освітленні. Проведено порівняльний аналіз сучасних систем автоматизації освітлення і виявлено, що найефективнішими є системи, що використовують датчики руху та освітленості.

Запропоновано конструкцію системи керування освітленням за допомогою мікроконтролера, датчиків руху та фотодіода. Здійснено оцінку енергетичного ефекту при використанні розробленої установки.

Ключові слова: енергоефективність, система управління освітленням, фотодіод, мікроконтролер, датчик руху.

ANNOTATION

Hereha O. I. Improvement of energy efficiency of artificial lighting of enclosed premises by introduction of automated systems. - The manuscript.

Diploma paper for a Master's Degree, speciality 141 Electrical Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics . – Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Ternopil, 2018.

Diploma paper is devoted to the study of the efficiency of the use of automated systems in lighting. A comparative analysis of modern lighting automation systems has been carried out and the systems that use motion sensors and illumination are most effective.

The design of the lighting control system with the help of a microcontroller, motion sensors and a photodiode is proposed. The energy effect is evaluated when using the developed installation.

Key words: energy efficiency, lighting control system, photodiode, microcontroller, motion sensor.