

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О.М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання лабораторних та контрольних робіт, самостійного вивчення курсу
з навчальної дисципліни

«СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ СВІЛОТЕХНІЧНИМИ ПРИСТРОЯМИ»

*(для магістрів денної і заочної форм навчання
спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
освітньо-професійної програми «Світлотехніка і джерела світла»)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2018

Методичні рекомендації до виконання лабораторних та контрольних робіт, самостійного вивчення курсу з навчальної дисципліни «Системи керування світлотехнічними пристроями» (для магістрів денної і заочної форм навчання спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка освітньо-професійної програми «Світлотехніка і джерела світла») / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : К. І. Суворова, А. І. Колесник. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 27 с.

Укладачі : канд. техн. наук К. І. Суворова,
асист. А. І. Колесник

Рецензент

Л. А. Назаренко, доктор технічних наук, професор Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

*Рекомендовано кафедрою світлотехніки та джерел світла,
протокол № 1 від 1 вересня 2017 р.*

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛІНИ.....	5
2 РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ.....	7
3 РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ.....	19
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	25

ВСТУП

Самостійна робота студента є основним засобом оволодіння матеріалом дисципліни, засвоєння необхідних умінь і навичок у час, вільний від обов'язкових навчальних занять. Під час такої роботи використовується навчальна, спеціальна література, а також тексти лекцій.

Основні види самостійної роботи студента: підготовка та виконання лабораторних робіт; підготовка до проміжного і поточного контролю; виконання завдань для самостійного опрацювання; вивчення питань для поглибленого вивчення дисципліни; виконання самодіагностики.

Метою викладання навчальної дисципліни «Системи керування світлотехнічними пристроями» є формування знань щодо основних видів та принципів керування системами освітлення; оволодіння елементною базою та типами керуючих сигналів щодо використання у системах керування освітленням та світлотехнічними пристроями; ознайомлення з системами аналогового та цифрового керування освітленням.

Основними завданнями вивчення дисципліни є надбання навичок використання теорії автоматичного керування при проектуванні освітлювальних установок та вирішенні питань керування зовнішнім та внутрішнім освітленням; оволодіння принципами побудови систем керування, в тому числі й сценічним освітленням та приладів, які використовують для створення світлових шоу.

В результаті вивчення предмета студенти повинні знати:

- класифікацію систем управління освітленням;
- принципи дії автоматичних систем управління освітленням;
- основні протоколи управління;
- сферу застосування систем керування світлотехнічними пристроями.

Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів (ЗМ):

ЗМ 1 Основні заходи та засоби керування освітленням.

ЗМ 2 Системи аналогового та цифрового керування освітленням.

ЗМ 3 Протоколи керування світлотехнічними пристроями.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛІНИ

Для засвоєння дисципліни студенту необхідно вивчити наступні теми:

Змістовий модуль 1. Основні заходи та засоби керування освітленням.

Тема 1. Керування освітленням. Заходи та засоби керування освітленням.

Тема 2. Системи керування освітленням.

Тема 3. Принципи керування джерелами світла.

Змістовий модуль 2. Системи аналогового та цифрового керування освітленням.

Тема 4. Принципи керування світлодіодними системами.

Тема 5. Системи аналогового та цифрового керування освітленням.

Змістовий модуль 3. Протоколи керування світлотехнічними пристроями.

Тема 6. Протоколи керування світловими приладами

Тема 7. Системи інтелектуального керування

Для опрацювання вищевказаних тем необхідно скористатися літературою, що рекомендується.

При вивченні тем модулів студенти виконують лабораторні роботи і отримують практичні навички у вирішенні і виконанні практичного завдання.

Мета лабораторного практикуму:

– закріпити і поглибити теоретичні знання, отримані на лекційних заняттях;

– придбати вміння самостійно працювати з матеріалом, а також викладати свої думки з новим матеріалом, як в усній, так і письмовій формі.

Лабораторні роботи виконуються індивідуально. На першому занятті проводиться інструктаж з техніки безпеки в лабораторії і інструктаж з пожежної безпеки. При підготовці до роботи потрібно ознайомитися з темою заняття, які належить досліджувати, використовуючи методичні вказівки до лабораторної роботи і рекомендовану літературу.

Потім після короткого інструктажу, проведеного викладачем, слід приступити до виконання лабораторної роботи. Лабораторну роботу рекомендується намагатися виконувати самостійно. В кінці заняття необхідно показати викладачеві отримані результати для перевірки.

Здача робіт передбачає перевірку отриманих результатів, правильності оформлення звіту і захист роботи. При захисті роботи слід чітко орієнтуватися в теоретичному матеріалі, викладеному в методичних вказівках до виконання роботи і на лекціях, і в порядку проведених досліджень, вміти обґрунтовувати і

оцінювати отримані результати, робити на їх основі висновки. Для отримання заліку по роботі необхідно продемонструвати розуміння суті поставленого завдання у вигляді відповідей на поставлені викладачем питання.

Тематика практичного завдання спрямована на закріплення і поглиблення теоретичних знань, отриманих на лекціях, вироблення умінь і практичних навичок розрахунку ефективної системи керування освітлювальною установкою, вибору груп світлотехнічних виробів, аналізу заходів, спрямованих на підвищення енергоефективності освітлення. В ході виконання практичного завдання студенти повинні набути вміння самостійно працювати з джерелами літератури по нових темах, а також викладати свої судження, як в усній, так і письмовій формі.

Для виконання практичного завдання необхідно мати методичні посібники, підручники та джерела, що рекомендовані викладачем. Підсумкова атестація з практикуму проводиться за сукупністю всіх виконаних завдань.

2 РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Лабораторна робота 1

Порівняльне дослідження регуляторів світлового потоку джерел світла

Мета роботи : вивчити світлотехнічні, електротехнічні характеристики джерел світла (ДС) при регулюванні світлового потоку зміною мережевої напруги і при використанні диммера.

Короткі теоретичні відомості

Регулятори мережевої напруги призначені для плавного або дискретного регулювання світлового потоку ДС. Вони можуть бути як індивідуальними, так і груповими. За принципом роботи регулятори ділять на трансформаторні, фазові і широтно-імпульсні.

Трансформаторні регулятори виконані, як правило, на базі автотрансформаторів з регульованим коефіцієнтом трансформації. Зміна коефіцієнта трансформації може здійснюватися або шляхом механічного переміщення контактної джиги, або шляхом перемикання відведень обмотки. Внаслідок низької експлуатаційної надійності контактних груп, у випадках, коли допускається дискретне регулювання напруги на навантаженні, знаходять застосування трансформатори з безконтактним перемиканням обмоток за допомогою тиристорів.

Перевагою трансформаторних регуляторів є збереження синусоїдальної форми сигналу.

У *фазових і широтно-імпульсних регуляторах* управління вступом енергії з мережі в навантаження здійснюється за допомогою напівпровідникового ключа, сполученого послідовно з навантаженням (рис. 1.1 а). Напруга на навантаженні регулюється зміною співвідношення часів включеного і вимкненого станів ключа.

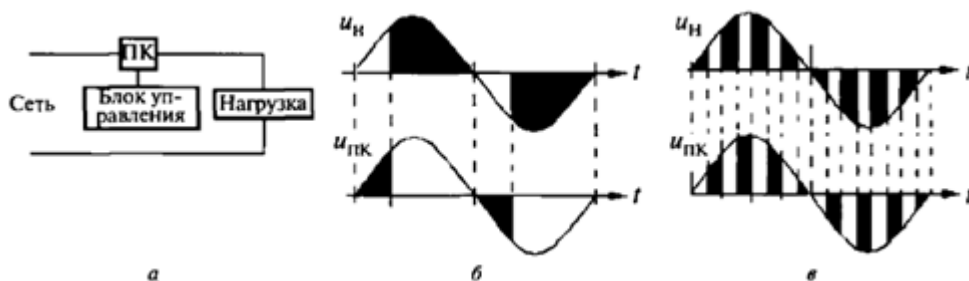


Рисунок 1.1 – Фазові і широтно-імпульсні регулятори:

а – структурна схема регулятора; б – напруга на навантаженні U_n і напівпровідниковому ключі $U_{пк}$ при фазовому регулюванні; в – напруга на навантаженні U_n і напівпровідниковому ключі $U_{пк}$ при широтно-імпульсному регулюванні

У *фазових* регуляторах ключ, як правило тиристор, відпирається 1 раз за напівперіод мережевої напруги (рис. 1.1 б). Шляхом зміни фази відмикання досягається можливість плавно і в широкому діапазоні змінювати напругу на навантаженні, проте при цьому істотно спотворюється форма напруги, що призводить до зменшення коефіцієнта потужності, росту відсоткового вмісту вищих гармонік в мережевому струмі і збільшення пульсацій світлового потоку ДС.

Недоліки фазових регуляторів можна усунути шляхом багатократної комутації напівпровідникового ключа за напівперіод живлячої напруги, тобто шляхом його *широтно-імпульсної модуляції* (рис. 1.1 в). Широтно-імпульсні регулятори мають високу швидкодію, що підвищує точність стабілізації і регулювання, і дозволяють наблизити форму напруги на навантаженні до синусоїдальної, а коефіцієнт потужності – до 1. В якості напівпровідникового ключа в цих регуляторах використовуються повністю керовані прилади, такі як тиристори, що замикаються, або потужні транзистори.

Приклад фазового регулятора (диммера), працюючого за тиристорною схемою приведений на рисунку 1.2.

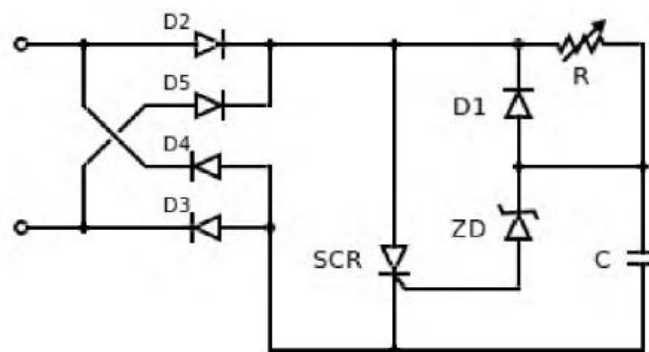


Рисунок 1.2 – Тиристорна схема фазного регулятора напруги

У цій схемі:

D2, D5 – діоди, що утворюють діодний міст;

ZD – динистор;

D1 – діод;

R — змінний резистор невеликої потужності;

C – конденсатор;

SCR – тиристор, потужність якого визначає потужність навантаження.

У перший момент тиристор SCR закритий, а конденсатор C заряджається через навантаження резистора R. Напруга у вхідній півхвилі продовжує наростати, і в деякий момент відкривається динистор ZD, а за ним і тиристор SCR. Між клемми починає проходити значний струм, поки напруга в півхвилі не спаде до закриття ZD. Конденсатор при цьому розрядиться через D1 і тиристор.

Тиристор закриється. На наступному напівциклі усе повториться. Навантаження підключається послідовно.

Принцип дії такого регулятора полягає в тому, що відкриваючи тиристор в різні моменти часу відносно переходу напруги через 0 (момент часу регулюється зміною опору R), можна «обрізувати» синусоїдальні хвилі регульованої напруги і тим самим змінювати діюче значення напруги і струм навантаження.

Опис установки

Структурна схема установки приведена на рисунку 1.3. У разі регулювання світлового потоку зміною амплітуди напруги, джерелом живлення в схемі є лабораторний автотрансформатор (1). Прилади електровимірювань об'єднані у вимірювальний комплект (2). Фотоприймачем виступає селеновий фотоелемент (3), струм якого вимірюється за допомогою мікроампер метра (4).

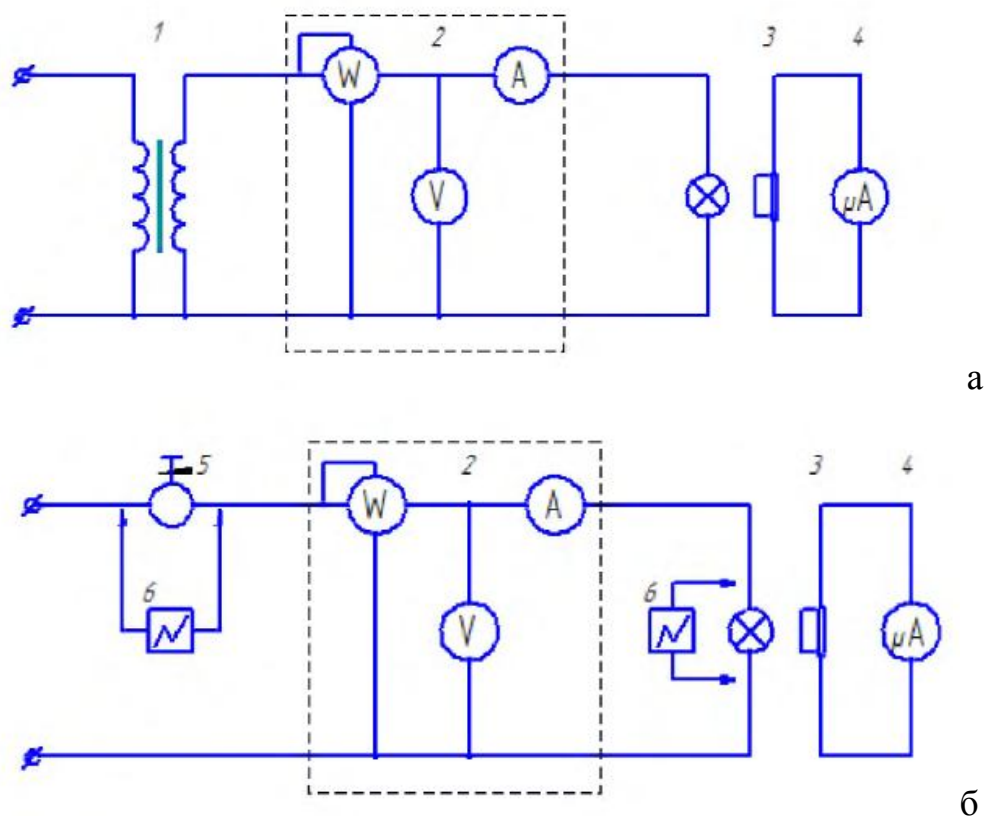


Рисунок 1.3 – Схема установки:

а – трансформаторний регулятор; б – фазовий регулятор

Схема за рис. 1.3 б аналогічна описаній вище, але для зміни напруги на лампі (а відповідно і світлового потоку) використовується фазний регулятор напруги (5), включений послідовно з навантаженням. Для визначення форми кривою напруги використовується осцилограф (6).

Завдання до роботи

1. Зібрати схему за рисунком 1.3 а.
2. Виміряти споживаний струм, напругу, потужність, яскравість лампи при різній напрузі (0-240 В з кроком 10 В).
3. Зібрати схему за рисунком 1.3 б.
4. Виміряти діючі значення споживаного струму, напруги, потужності, яскравості лампи; потужність, споживану регулятором; осцилограми напруги на лампі і на регуляторі при різних значеннях діючої напруги (0 – 240 В з кроком 10 В).
5. Осцилограми напруги (п. 4) для включення в звіт по лабораторній роботі перемальовувати з екрану осцилографу, або фотографувати.
6. Побудувати залежності світлового потоку, струму, світлової віддачі лампи від напруги.

Контрольні питання

1. Мета роботи.
2. Принципи регулювання мережевої напруги.
3. Принцип роботи фазного регулятора напруги.
4. Схема електрична фазного регулятора напруги.

Лабораторна робота 2

Дослідження регулювання світлового потоку люмінесцентних ламп

Мета роботи : вивчити світлотехнічні, електричні характеристики люмінесцентних ламп (ЛЛ) при регулюванні світлового потоку зміною мережевої напруги і використанням диммера.

Короткі теоретичні відомості

Регулятори мережевої напруги призначені для плавного або дискретного регулювання світлового потоку ДС. Вони можуть бути як індивідуальними, так і груповими. Трансформаторні регулятори виконані, як правило, на базі автотрансформаторів з регульованим коефіцієнтом трансформації. Зміна коефіцієнта трансформації може здійснюватися або шляхом механічного переміщення контактної групи, або шляхом перемикання відведень обмотки. Внаслідок низької експлуатаційної надійності контактних груп, у випадках, коли допускається дискретне регулювання напруги на навантаженні, знаходять застосування трансформатори з безконтактним перемиканням обмоток за допомогою тиристорів. Перевагою трансформаторних регуляторів є збереження синусоїдальної форми сигналу. До розрядних ламп регулятори мережевої напруги підключаються через пускорегулюючий апарат (ПРА), як правило,

електромагнітні (ЕмПРА). Напругу на ЛЛ можна регулювати в широкому діапазоні (можливо знижувати до доль відсотка від номінального), але для цього повинні використовуватися спеціальні ПРА, такі, що забезпечують необхідний температурний режим електродів і перерозгоряння розряду кожен напівперіод мережі в усьому діапазоні регулювання. Функціональна схема такого ПРА приведена на рисунку 2.1.

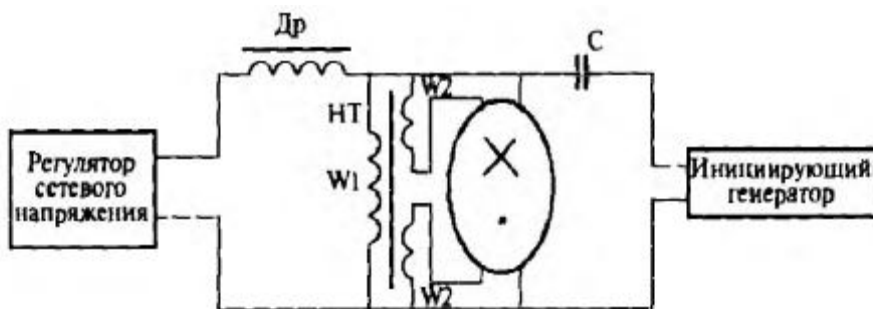


Рисунок 2.1 – Функціональна схема безстартерного ПРА з генератором, що ініціює

Вона побудована на базі безстартерного ЕмПРА (дросель Др і розжарювальний трансформатор НТ) і малопотужного генератора, що ініціює, ВЧ (його потужність принаймні на порядок менше потужності лампи), підключеного до лампи через розділовий конденсатор С. Безстартерний ЕмПРА в цій схемі забезпечує стабілізацію струму лампи і постійне підігрівання її електродів, а генератор, що ініціює, підтримує іонізацію плазми в стовпі розряду під час пауз основного струму і тим самим покращує умови перезажигання розряду.

Опис установки

Електрична схема установки приведена на рисунку 2.2. У разі регулювання світлового потоку зміною амплітуди напруги, джерелом живлення в схемі є лабораторний автотрансформатор (1). Прилади електровимірювань об'єднані у вимірювальний комплект (2). Фотоприймачем виступає селеновий фотоелемент (3), струм якого вимірюється за допомогою мікроамперметра (4).

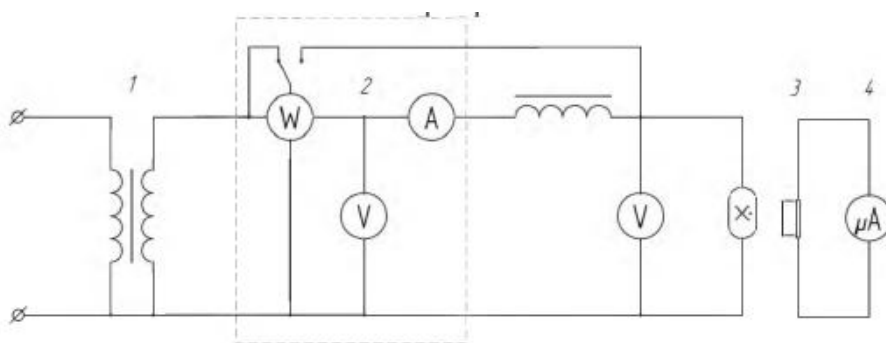


Рисунок 2.2 – Електрична схема установки

Завдання до роботи

1. Зібрати схему за рисунком 2.2.
2. Виміряти споживаний струм, напругу, потужність, яскравість ЛЛ; напругу, потужність комплекту «лампа – ПРА» при різній напрузі мережі (від 240 В до згасання лампи з кроком 10 В).
3. Побудувати залежності характеристик лампи і комплекту від напруги.
4. Визначити залежність світлової віддачі лампи і комплекту «лампа – ПРА» від напруги. Відобразити на графіках.

Контрольні питання

1. У чому необхідність регулювання світлового потоку.
2. Принципи роботи регуляторів мережевої напруги.
3. Як залежить світлова віддача люмінесцентних ламп від напруги, що подається.

Лабораторна робота 3

Давачі систем управління освітленням

Мета роботи : вивчення принципу роботи фотореле і давача присутності.

Короткі теоретичні відомості

Давач, сенсор (від англ. sensor) – термін систем управління, первинний перетворювач, елемент вимірювального, сигнального, регулюючого або такого, що управляє пристроєм системи, що перетворює контрольовану величину в зручний для використання сигнал.

Широко зустрічаються такі визначення терміна «давач»:

- чутливий елемент, що перетворює параметри середовища в придатний для технічного використання сигнал, зазвичай електричний, хоча можливо і інший за природою, наприклад пневматичний сигнал;
- закінчений виріб на основі вказаного вище елементу, що включає, залежно від потреби, пристрою посилення сигналу, лінеаризації, калібрування, аналого-цифрового перетворення і інтерфейсу для інтеграції в системи управління. В цьому випадку чутливий елемент давача сам по собі може називатися сенсором;
- давачем називається частина вимірювальної або такої, що управляє системи, що є конструктивною сукупністю вимірювальних перетворювачів, що включає перетворювач виду енергії сигналу, розміщену в зоні дії чинників об'єкта, що впливають, і що сприймає природно закодовану інформацію від цього об'єкту;

– давач – конструктивно відособлена частина вимірювальної системи, що містить один або декілька первинних перетворювачів, а також один або декілька проміжних перетворювачів.

Ці визначення відповідають практиці використання терміну виробниками давачів. У першому випадку давач – невеликий, зазвичай монолітний пристрій електронної техніки, наприклад терморезистор, фотодіод тощо. Використовується для створення складніших електронних приладів.

У другому випадку – це закінчений за функціональністю прилад, що підмикається по одному з відомих інтерфейсів до системи автоматичного управління або реєстрації. Наприклад, фотодіоди в матрицях (фото) та інше.

У третьому і четвертому визначенні акцент робиться на тому, що давачі є конструктивно відособленою частиною вимірювальної системи, що сприймає інформацію, а отже що має самодостатність для виконання цього завдання і певні метрологічні характеристики.

Давачі освітленості

Давачі освітленості базуються на фотоприймачах (приймачах оптичного випромінювання) – пристрої, зміна стану яких під дією потоку оптичного випромінювання служить для виявлення цього випромінювання. Фотоприймачі перетворюють енергію оптичного випромінювання в інші види енергії (теплову, електричну, механічну і т. д.), зручніші для безпосереднього виміру.

Оптимальними для систем управління освітленням являються фотоелектронні приймачі оптичного випромінювання, які безпосередньо перетворюють електромагнітну енергію випромінювання в електричну.

Давачі освітленості можуть бути виконувати функції фотореле і давача, як чутливо елементу в системі управління освітленням.

Фотореле або присмеркові давачі відповідають за автоматичне включення освітлювального обладнання залежно від рівня природного освітлення. Широкий асортимент пристроїв для різних умов застосування гарантує своєчасне включення і виключення освітлення. Ці прилади стежать за зміною міри освітленості і при проходженні природного освітлення заданого порогу, включають або вимикають освітлення. Фотореле можуть встановлюватися як в нові системи освітлення, так і в діючі (ставляться в розрив електричного ланцюга).

Давачі руху

Переважає поширення набули пасивні давачі руху. Принцип роботи базується на відстежуванні рівня інфрачервоного (ІЧ) випромінювання у полі зору давача (здебільшого піроелектричного).

Сигнал на виході давача монотонно залежить від рівня ІЧ випромінювання, усередненого по полю дії давача. При появі людини (чи іншого масивного об'єкту з температурою більшою, ніж температура фону) на виході піроелектричного давача підвищується напруга. Для того, щоб визначити, чи рухається об'єкт, в давачі використовується оптична система – лінза Френеля. Іноді замість лінзи Френеля використовується система увігнутих

сегментних дзеркал. Сегменти оптичної системи (лінзи або дзеркала) фокусують ІЧ-випромінення на піроелементі, що видає при цьому електроімпульс. У міру переміщення джерела ІЧ-випромінення воно уловлюється і фокусується різними сегментами оптичної системи, що формує декілька послідовних імпульсів. Залежно від установки чутливості давача, для видачі підсумкового сигналу на піроелемент давача повинно поступити 2 або 3 імпульси.

У давачах, використовуваних для управління освітленням, для комутації навантаження зазвичай застосовуються твердотілі вимикачі на основі тиристорів або симісторів. Потужність навантаження, комутувана давачем руху для управління освітленням, залежить від реле, що комутує (для домашніх потреб зазвичай близько 500 – 1000 Вт). Давач виявляє тільки зміни ІЧ фону, тобто нерухомий об'єкт не буде виявлений.

Деякі давачи працюють виключно в автоматичному режимі, в інших є опція перемикачання на ручний режим. Як правило, користувач має можливість сам настроїти розміри теплового об'єкту, на який повинні реагувати давач, час спрацювання і час затримки перед виключенням, рівень освітленості.

Завдання до роботи

1. Вивчити конструкцію фотореле і давача руху.
2. Проаналізувати електричну схему давачів.
3. Виміряти рівень освітленості, при якому відбувається спрацювання давачів руху і фотореле.
4. Накреслити електричні схеми давачів.

Контрольні питання

1. Призначення і види давачів систем управління освітленням.
2. Характеристики давачів.
3. Діапазон зміни робочого рівня освітленості давача руху.
4. Діапазон зміни часу знаходження в замкнутому стані давача руху.
5. Максимальна потужність навантаження фотореле і давача руху.
6. Схеми включення давачів.

Лабораторна робота 4

Автоматична система управління зовнішнім освітленням

Мета роботи : вивчення можливостей програмованого реле, придбання навичок програмування контролерів.

Короткі теоретичні відомості

У цій роботі реалізується наступний алгоритм управління освітленням:

- включення (відключення) системи здійснюється кнопкою з фіксацією;
- лампа горить, якщо освітленість нижче заданого рівня.

Опис установки

Електрична схема з'єднань приведена на рисунку 4.1.

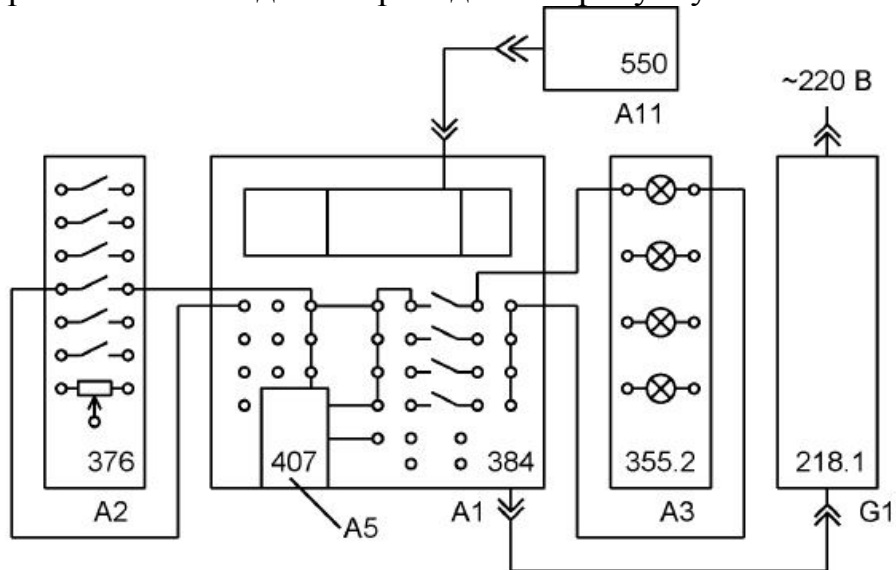


Рисунок 4.1 – Електрична схема з'єднань

На схемі представлені наступні елементи.

Однофазне джерело живлення G1 призначене для безпечного живлення блоку програмованого контролера A1. Комп'ютер A11 підключений кабелем до роз'єму на лицевій панелі контролера і призначений для завантаження і відладки комутаційної програми.

Кнопка з фіксацією поста управління A2 призначена для включення (відключення) системи.

Лампа у блоці A3 імітує лампу зовнішнього освітлення.

Давачі освітленості A5 встановлюється вертикально (відповідно до орієнтації написів на його етикетці) безпосередньо в гнізда в лівій нижній частині панелі блоку A1.

Характеристики приладів, використовуваних в цій роботі, наведені таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Перелік апаратури

Позначення	Найменування	Тип	Параметри
G1	Однофазне джерело живлення	218,1	~ 220 В/ 16А
A1	Блок контролера, що програмується	384	6 цифрових входів / 2 цифрових (аналогових) входи / 4 релейних виходи
A2	Пост керування	376	3 кнопки без фіксації / 3 кнопки з фіксацією / потенціометр
A3	Блок світлової сигналізації	355,2	4 світлодіодні лампи 24 В
A5	Давач освітленості	407	Вихід 0 . . . 10 В
A11	Комп'ютер	550	3 програмою «LOGO!Soft Comfort»

Для реалізації необхідного алгоритму необхідно скласти комутаційну програму (рис. 4.2).

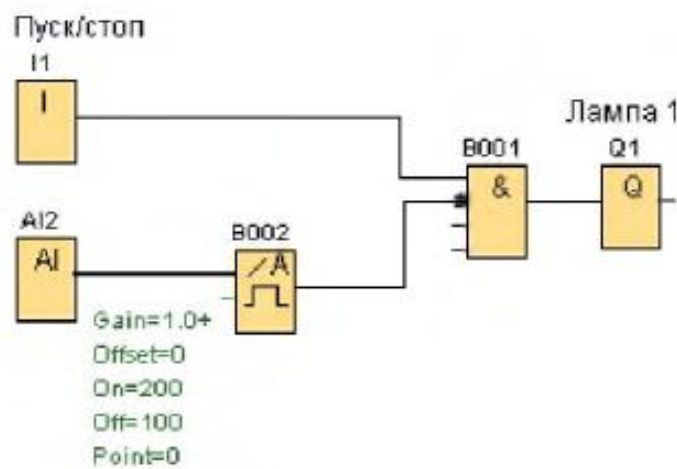


Рисунок 4.2 – Комутаційна програма

У комутаційній програмі використані функції, приведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Функції елементів комутаційної програми

Позначення на схемі	Опис
	I1 – вхід (список Co). Керує увімкненням / вимкненням системи (0 – вимкнена, 1 – увімкнена).
	B001 – функція И (список GF).
	B002 – аналоговий пороговий вимикач (список SF). При налаштуванні встановлюються параметри: поріг увімкнення (On=200, тобто 2,00 В) і вимкнення (Off=100, тобто 1,00 В).
	Q1 – вихід контролера, що програмується (список Co). Керує джерелом освітлення.

Точка біля входу функції означає інверсію (логічна операція НІ) цього сигналу. Для включення (відключення) інверсії вкажіть курсором на вхід і двічі клацніть лівою кнопкою миші.

Робота програми :

1) логічний 0 на вході I1 встановлює 0 на виході B001 (функція I) і 0 на виході контролера Q1. Система відключена;

2) при установці 1 на вході I1 система вмикається. Сигнал на виході B001 (і Q1) є інвертованим сигналом аналогового порогового вимикача. При високій освітленості пороговий вимикач включений (1 на виході B002) і 0 на виходах B001 і Q1 (лампа освітлення відключена). При низькій освітленості вихід порогового вимикача дорівнює 0, на виходах B001 і Q1 – 1, освітлення включене.

Завдання до роботи

1. Зібрати схему згідно з рисунком 4.1.
2. Створити комутаційну програму згідно з рисунком 4.2.
3. Перевірити працездатність зібраної схеми і програми, при виявленні некоректної роботи, внести зміни в програму для усунення недоліків.
4. Скоректувати схему і розробити програму, що реалізовує плавну зміну світлового потоку світильника при варіюванні рівня освітлення фотодавача.

Методичні рекомендації

1. Переконайтеся, що пристрої, використовувані в експерименті, відключені від мережі електроживлення.
2. З'єднаєте апаратуру відповідно до схеми електричною з'єднань.
3. Включите комп'ютер.
4. Включите пристрій захисного відключення і автоматичний вимикач в однофазному джерелі живлення G1.
5. Включите вимикач «МЕРЕЖА» блоку програмованого контролера A1.
6. Переведіть контролер в режим відображення «Головного меню» (стан STOP).
7. Запустите програму «LOGO! Soft Comfort» і створіть комутаційну програму. Задайте параметри аналогового порогового вимикача (блок B002): поріг включення (On=200, 2,00 V) і виключення (Off=100, 1,00 V).
8. Завантажите в контролер комутаційну програму. Запустите програму на виконання.
9. Протестуйте роботу схеми під управлінням контролера.
10. Перевірте стан кнопки включення/відключення системи (кнопка з фіксацією поста управління A2). Встановите її в стан «замкнуто» – на вхід I1 поданий високий рівень, система включена.
11. Затінюючи давач освітленості, перевірте роботу системи. При необхідності, скоректуйте схему, комутаційну програму і порогові спрацьовування реле. За станом входів і виходів зручно стежити на екрані їх стану (входи I – цифрові, AI – аналогові, виходи – Q; перехід з «Меню запуску» натисненням кнопки ►). Значення порогів спрацьовування реле можна уточнити, спостерігаючи на екрані стану аналогових входів (AI:) рівень вихідного сигналу давача освітленості. У рядку 2: цього екрану відображається значення сигналу на вході AI2 у вольтах×100 (наприклад, 00225 відповідає 2,25 V).
12. Після закінчення експерименту зупините комутаційну програму, відключите вимикач «МЕРЕЖА» блоку програмованого контролера A1 і автоматичний вимикач в однофазному джерелі живлення G1.

Контрольні питання

1. Мета роботи.
2. Можливості контролера.
3. Функції елементів комутаційної програми.
4. Тип використовуваного сенсора.

З РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

При самостійному вивченні курсу студент повинен опрацювати наступні теми згідно робочої програми, а також виконати практичне завдання (контрольна робота для заочної форми навчання):

Змістовий модуль 1. Основні заходи та засоби керування освітленням.

Тема 1. Керування освітленням. Заходи та засоби керування освітленням.

Основні поняття, терміни та визначення. Раціональна система керування. Місцеве керування. Дистанційне керування. Автоматичне керування. Заходи та засоби керування освітленням. Управління освітленням об'єктів різного призначення.

Тема 2. Системи керування освітленням.

Автоматизовані системи керування освітленням. Основні функції автоматизованих систем керування. Системи автоматичного керування освітленням (САУ). Засоби автоматики. Класифікація САУ. Локальні та централізовані системи. Типи електричних сигналів. Асортимент автоматичних систем керування освітленням (СУО). Керування виробничим освітленням.

Тема 3. Принципи керування джерелами світла.

Поняття димирування. Принцип дії димера. Практична реалізація. Керування системами з лампами розжарювання, люмінесцентними лампами та інші.

Змістовий модуль 2. Системи аналогового та цифрового керування освітленням.

Тема 4. Принципи керування світлодіодними системами.

Засоби управління світлодіодами. Засоби живлення світлодіодних джерел світла. Регулювання світлового потоку світлодіодних приладів. Широтно-імпульсна модуляція для керування світлодіодними системами.

Тема 5. Системи аналогового та цифрового керування освітленням.

Системи аналогового керування освітленням. Достоїнства та недоліки. Метод управління постійною напругою. Інтегровані цифрові системи керування освітленням. Достоїнства, переваги та недоліки. Створення та оптимізація параметрів інтелектуальних освітлювальних систем

Змістовий модуль 3. Протоколи керування світлотехнічними пристроями.

Тема 6. Протоколи керування світловими приладами.

Поняття комунікаційний протокол. Протокол DMX-512. Протоколи двобічного обміну. Інтелектуальний інтерфейс Dali. KNX — протокол для керування освітленням.

Тема 7. Системи інтелектуального керування.

Системи управління освітленням в «розумному будинку» Система управління розумним будинком за технологією KNX. Системи управління сценічним освітленням. Види пристроїв для створення світлових ефектів. Прилади розсіяного світла. DMX освітлювальні прилади та контролери для створення світлових шоу. Інтелектуальне освітлення учбових приміщень та аудиторій. Система керування міським освітленням дротового зв'язку. PLC-системи (управління в мережі 220В).

Практична робота (контрольна робота для заочної форми навчання)

Проект автоматизованої освітлювальної установки

Комп'ютерна програма моделювання системи управління освітленням

Мета роботи : вивчення можливостей програми моделювання системи управління освітленням, проектування системи управління освітленням.

Короткі теоретичні відомості

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 дроти, переважна більшість цифрових пристроїв можуть використовувати для передачі інформації силові кабелі.

Одній з останніх розробок в області управління світлотехнічними пристроями є протокол керування освітленням **DALI (Digitally Addressable Lighting Interface)** – **цифровий інтерфейс освітлення, що адресується**. Саме цей інтерфейс дозволяє шляхом інтеграції мікроконтролерів в освітлювальні баласты реалізувати систему цифрового управління освітленням.

Інтерфейс DALI був розроблений в 1999 році. Він прийшов на зміну системі управління DSI (Digital Serial Interface). Оскільки DALI замислювався для управління освітленням, в розробці системи взяли участь провідні виробники електронних баластів, передусім Osram, Philips, Tridonic, Trilux, Helvar.

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.

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 за протоколом DALI показано на рисунку 5.1.

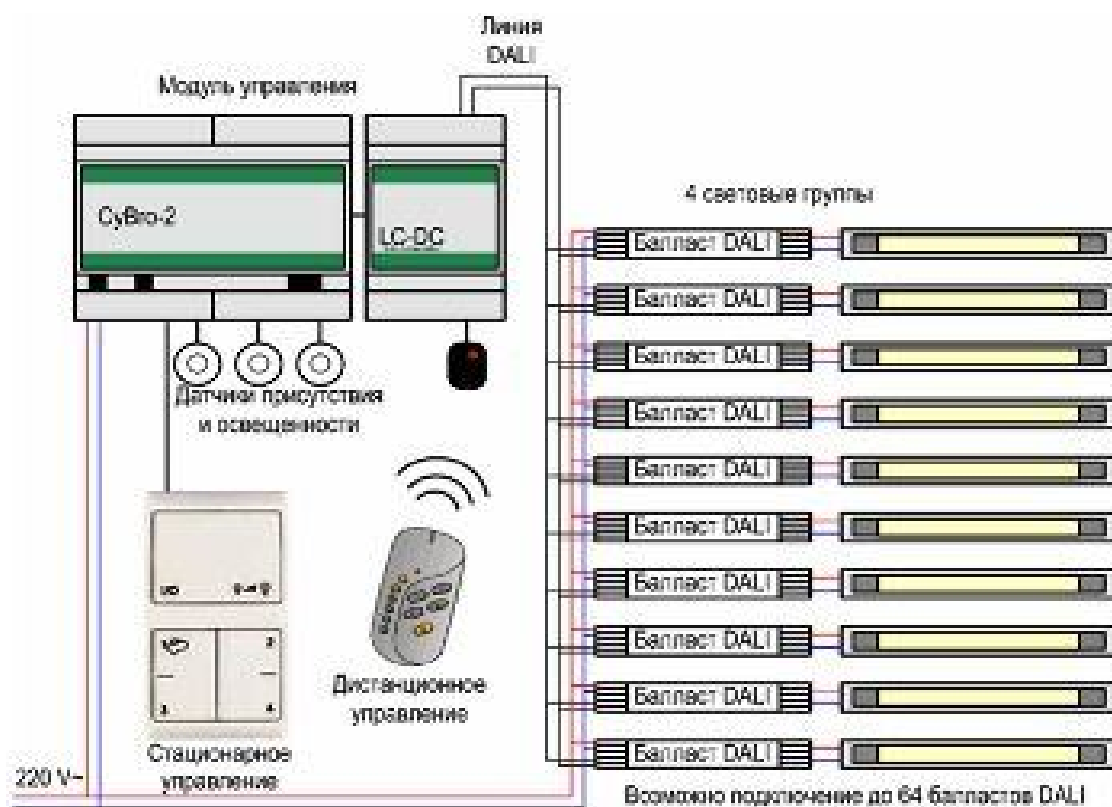


Рисунок 5.1 – Схема системи управління освітленням, заснованою на протоколі DALI

Нормований цифровий сигнал стандарту DALI дозволяє проводити:

- адресацію до 64 світильників, причому кожен з них може регулюватися незалежно від інших;
- управляти 16-ю групами світильників;
- програмувати або відтворювати 16 освітлювальних режимів («сценаріїв»);
- здійснювати повідомлення про відмови ламп і ЕПРА.

Командний сигнал DALI має довжину 19 біт і містить 1 стартовий біт, 8 адресних біт, 8 біт даних і 2 біта зупинки. Адресні біти дозволяють звернутися до одного конкретного ПРА або групи ПРА, причому кожен апарат повинен містити мікроконтролер зі своєю індивідуальною адресою для отримання і обробки сигналів DALI. В цьому випадку він може управлятися незалежно від інших апаратів.

Може використовуватися і групове управління шляхом привласнення групової адреси. Адреса має 8-и бітовий формат виду : уААААААS.

Перший біт «у» визначає тип адреси. «0» визначає індивідуальну адресу, відому як короткий, «1» визначає групову адресу. У короткій адресі наступні 6 біт АААААА задають адреса світильника з номерами від 0 до 63. Групова адреса має вигляд 100АААА і задає групи світильників з номерами від 0 до 15. Адреса «111111» резервується.

Останній біт «S» визначає тип наступної команди даних. «0» означає, що команда даних задаватиме рівень регулювання. «1» означає інші види команди даних. Сигнал 0АААААА0XXXXXXX задає рівень регулювання одного світильника. Рівні регулювання мають 254 ступені. Мінімальний рівень складає приблизно 0,1 % від максимуму. Регульовальна характеристика сигналу DALI вибрана такою, що відповідає логарифмічному закону, оскільки за цим законом реагує на зміни яскравості очей людини.

Протокол DALI припускає дуплексний зв'язок, коли ЕПРА повідомляє інформацію на запит блоку управління. Наприклад, може бути посланий запит про рівень світла від світильника. ЕПРА знімає цю інформацію і посилає її у блок управління, використовуючи наступний формат: 1 стартовий біт, 8 біт даних, 2 біта зупинки. Тобто якщо пряме повідомлення містить 19 біт, то зворотне – 11. Швидкість передачі інформації в обидві сторони – 1200 біт/с.

Опис методу

При виконанні завдань цієї роботи використовується метод проектів. *Метод проектів* – це спосіб досягнення дидактичної мети через детальну розробку проблеми (технологію), яка повинна завершитися цілком реальним, відчутним практичним результатом, оформленим тим або іншим чином; це сукупність прийомів, дій учнів в їх певній послідовності для досягнення поставленого завдання – вирішення проблеми, особисто значущої для учнів і оформленої у вигляді деякого кінцевого продукту.

Основне призначення методу проектів полягає в наданні таким, що вчиться можливості самостійного придбання знань в процесі рішення практичних завдань або проблем, що вимагає інтеграції знань з різних предметних областей. Якщо говорити про метод проектів як про педагогічну технологію, то ця технологія припускає сукупність дослідницьких, пошукових, проблемних методів, творчих за своєю суттю. Викладачеві у рамках проекту відводиться роль розробника, координатора, експерта, консультанта.

Групі видається завдання на виконання проекту освітлювальної установки. Проект припускає: побудову плану приміщення; розрахунок кількості світильників; вибір типу системи управління освітленням; підбір давачів систем управління освітленням, виконавчих пристроїв; розробку схеми узгодження елементів системи; виконання пояснювальної записки до проекту. Такий об'єм робіт можливо виконати тільки при тісному взаємодія магістрів як один з одним, так і з викладачем. Підсумком цієї роботи є готовий проект автоматизованої освітлювальної установки.

Завдання до роботи

1. Вивчити інтерфейс і можливості програми Digidim компанії Helvar.
2. Спроектувати освітлювальну установку з керованими світильниками.

Система освітлення – комбінована: 4 світильники загального освітлення з ЛЛ і 3 світлодіодні світильники місцевого освітлення на робочих місцях.

3. Реалізувати управління світильниками місцевого і загального освітлення за допомогою вимикачів, розташованих на робочих місцях.

4. Реалізувати автоматизоване управління освітленням за допомогою давачів присутності і за допомогою давачів освітленості.

5. Реалізувати 3 сцени освітлення : а) усе включено, б) усе вимкнено, в) по командах давачів.

6. Виконати проект автоматизованої освітлювальної установки, згідно з додатковим завданням.

Методичні рекомендації

1. Додавання світильників в систему робиться за допомогою розділу меню *Insert > Load Interface Units*. Люмінесцентні світильники - пункт меню *Ballast*. Світлодіодні світильники місцевого освітлення – пункт меню *Led Driver*.

2. Світильники об'єднати в групи за ознакою типу освітлення – загального або місцевого. Команди управління для світильників загального освітлення задається на групу, для світильників місцевого освітлення – індивідуально для кожного світильника.

3. Вимикачі додаються за допомогою команди меню *Insert > Input > 445 Switch Interface*.

4. Давач додається за допомогою команди *Insert > Sensor > 312 Multisensor*.

5. Проект автоматизованої освітлювальної установки повинен містити: план приміщення з вказівкою розміщення елементів освітлювальної установки; опис світильників, давачів, старанних пристроїв, типу системи управління освітленням; пояснювальну записку; специфікацію устаткування.

Контрольні питання

1. Мета роботи.
2. Можливості програми.
3. Команди управління світильниками.
4. Протоколи управління світильниками.
5. Адресація команд.

Питання для самоконтролю

1. Основні способи регулювання освітлення.
2. Системи управління освітленням.
3. Функції автоматизованих систем управління освітленням.
4. Вимоги правил улаштування електроустановок до організації управління освітленням.
5. Режим роботи освітлювальних установок в промисловості.
6. Засоби управління освітленням у виробничих будівлях.
7. Режим роботи освітлювальних установок зовнішнього освітлення.
8. Засоби управління освітленням в адміністративних будівлях і приміщеннях.
9. Засоби управління освітленням в ЖКГ.
10. Принципи автоматизованого управління освітлювальними установками: принцип однорівневого управління, принцип дворівневого управління.
11. Структурна схема системи управління освітленням.
12. Давачі освітленості.
13. Давачі присутності.
14. Виконавчі пристрої систем управління освітленням: перемикачі, регулятори мережевої напруги і регульовані ПРА.
15. Типи регуляторів мережевої напруги: трансформаторні, фазові, широко-імпульсні.
16. Діапазони регулювання світлового потоку різних джерел світла.
17. Сигнали, що управляють, аналогове і цифрове управління. Управління широтно-модульованими імпульсами, цифрове управління.
18. Аналоговий інтерфейс 0-10 В.
19. Інтерфейс DALI (Digital Addressable Lighting Interface).
20. Система команд інтерфейсу DALI.
21. Протокол DMX - 512.
22. PLC (Power Line Communication) протокол x10.
23. Шляхи зниження витрат електроенергії при експлуатації освітлювальних установок різного функціонального призначення.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Іоффе К. І. Системи керування світлотехнічними пристроями : конспект лекцій для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності – 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» освітньої програми «Світлотехніка і джерела світла» / К. І. Іоффе. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 68 с.
2. Дадіомов М. С. Управление осветительными сетями / М. С. Дадіомов. – М. : Энергия, 1973. – 88 с .
3. Райцельский Л. А. Справочник по осветительным сетям / Л. А. Райцельский. – М. : Энергия, 1977. – 288 с.
4. Шуберт Ф. Е. Светодиоды / Ф. Е. Шуберт. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 488 с.
5. Гололобов В. Н. «Умный дом» своими руками / В. Н. Гололобов. – М. : 2006. – 414 с.
6. Давиденко Ю. Н. Современная схемотехника в освещении. Эффективное электропитание люминесцентных, галогенных ламп, светодиодов, элементов Умного дома / Ю. Н. Давиденко. – 2008. – 309 с.
7. Колесник А. І. Методики та результати експериментальних досліджень відводу тепла від світлодіодного приладу / А.І. Колесник, Д.О. Усиченко, Л.А. Назаренко // Світлотехніка та електроенергетика. – 2017. – № 49 (2). – С. 25-29.
8. Kolesnyk A.I. Investigation of thermal characteristics of light-emitting diodes / A.I. Kolesnyk, LA Nazarenko // Svitlotehnika and elektroenergetika. - 2016. - No. 46 (2) .- P. 27-30.
9. Колесник А.І., Усиченко Д.О., Назаренко Л.А. Теплове дослідження профілю світлодіодного світильника в програмному середовищі Solidworks Simulation. Актуальні проблеми світлотехніки : матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції у рамках Світлотехнічного міжнародного форуму «LEDLIGHT'2017». (4 – 6 жовтня 2017, м. Харків). Харків, 2017. С. 51 – 53.
10. Колесник А.І., Назаренко Л.А. Особливості розрахунку тепловідводу для світлодіодних вуличних світильників. Метрологія та вимірювальна техніка : матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції. (5 – 7 жовтня 2016, м. Харків). Харків, 2016. С. 116.
11. Волосов Д. С. Теория и расчет светоптических систем проекционных приборов : учебное пособие для института киноинженеров / Д. С. Волосов, М В. Цивкин. – М. : Искусство, 1960. – 526 с.
12. Теорія автоматичного керування : конспект лекцій / П. П. Говоров, В. П. Говоров, В. О. Перепечений, О. В. Король. – Харків. : ХНУМГ, 2012.
13. Ву Т. З. Анализ систем автоматизированного управления умным домом / Т. З. Ву // Молодой ученый. – 2011. – № 4. – Т.1. – С. 28–31.
14. Справочная книга по светотехнике / под ред. Ю. Б. Айзенберга. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Знак, 2006. – 972 с.

15. Правила улаштування електроустановок – 5-те вид., переробл. та доповн. – Х. : Видавництво «ІНДУСТРІЯ», 2016. – 924 с.
16. Природне і штучне освітлення : ДБН В.2.5-28-2006 : Держбуд України : затв. 15.05.06 : чинний з 1.10.2006. – Київ. : Держ. комітет України з будівництва та архітектури, 2006. – 76 с.
17. Зотин О. Т. Энергоресурсосберегающее управление наружным освещением. Возможные принципы построения и сравнительная оценка вариантов / О. Т. Зотин, Н. О. Морозова // Светотехника. – 2010. – № 5. – С. 41–50.
18. Эннс О. Интеллектуальные системы уличного освещения / О. Эннс. // Энергосбережение. – 2012. – № 1. – С. 58–60.
19. Богданов А. А. Практика применения систем управления освещением светодиодами / А. А. Богданов. // Светотехника. – 2012. – №3. – С. 20–28.
20. Гвоздев-Карелин С. В. Системы и компоненты компании Osram для управления освещением и энергосбережения / С. В. Гвоздев-Карелин, М. С. Свиридов // Светотехника. – 2012. – № 3. – С. 30–34.
21. Розовский Е. И. Системы дистанционного централизованного контроля и управления для уличного освещения - обзор технических средств / Е. И. Розовский // Светотехника. – 2010. – № 4. – С. 23–24.
22. Светодиоды и их применение для освещения / под общ. ред. акад. АЭН РФ Ю.Б. Айзенберга. – Москва : Знак, 2012. – 280 с.
23. Рыбалов С. Л. Новое поколение энергоэффективных тонких люминесцентных ламп типа Т5 / С. Л. Рыбалов. – Москва. : Знак, 2011. – 16 с.
24. Клыков М. Е. Электронные пускорегулирующие аппараты для разрядных ламп и системы автоматического управления освещением / М. Е. Клыков. – Москва. : Знак, 2011. – 16 с.
25. Варфоломеев Л. П. Компактные люминесцентные лампы / Л.П. Варфоломеев. – Москва. : Знак, 2011. – 16 с.
26. Федюкина Г. В. Современное освещение школ / Г. В. Федюкина. – Москва. : Знак, 2011. – 16 с.
27. Компьютерное моделирование осветительных установок. Лабораторный практикум: учебно-методическая разработка / Мордовский гос. ун-т им. Н.П. Огарева ; состав. С.А. Амелькина. – Саранск : Мордовский гос. ун-т им. Н.П. Огарева, 2012. – 52 с.

Програмне забезпечення та Internet-ресурси:

1. Сайт розробника програми StareGate [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.jdstechnologies.com
2. Сайт розробника програми Sunlite [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.iberi.ru> , www.nicolaudie.com
3. Сайт розробника програми Das Light [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.daslight.com
4. Сайт розробника програми Light Jokey фірми Martin Pro [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.martin.com

5. Сайт розробника програми Wholehog II PC фірми Hi End System [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.highend.com.
6. Комп'ютерна програма Digidim Toolbox для моделювання систем керування освітленням [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.helvar.com/downloads/tools>
7. Каталог елементів систем автоматизованого управління освітленням компанії Philips. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ecat.lighting.philips.ru/l/lighting-controls/46072/cat/#>
8. Каталог елементів систем автоматизованого управління освітленням компанії Osram. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.osram.com/osram.com/products/led-technology/lightmanagement-systems/index.jsp>
9. Журнал «Светотехника» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.sveto-tehnika.ru/>
10. Журнал Полупроводниковая светотехника <http://www.led-e.ru/>
11. Сайт <http://www.dialux-help.ru/>
12. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.l-i-n.ru/>
13. Джонатан Вейнерт. Справочник «Светодиодное освещение». Принципы работы, преимущества и области применения. Компания Philips. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.lighting.philips.com.

Виробничо-практичне видання

Методичні рекомендації

до виконання лабораторних та контрольних робіт, самостійного вивчення курсу
з навчальної дисципліни

«СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ СВІЛОТЕХНІЧНИМИ ПРИСТРОЯМИ»

*(для магістрів денної і заочної форм навчання
спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
освітньо-професійної програми «Світлотехніка і джерела світла»)*

Укладачі: **СУВОРОВА** Кристина Ігорівна,
КОЛЕСНИК Анастасія Ігорівна

Відповідальний за випуск *К. І. Суворова*
За авторською редакцією
Комп'ютерне верстання *А. І. Колесник*

План 2017 , поз. 544 М

Підп. до друку 23.02.2018. Формат 60 × 84/16.

Друк на різнографі. Ум. друк. арк. 1,1.

Тираж 50 пр. Зам. № .

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.