

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ ТА
ЕЛЕКТРООСВІТЛЕННЯ
частина 2 - Електроосвітлення

Методичні вказівки
щодо виконання лабораторних робіт

СУМИ – 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра енергетики та електротехнічних систем

ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ ТА
ЕЛЕКТРООСВІТЛЕННЯ
Частина 2- Електроосвітлення

Методичні вказівки
щодо виконання лабораторних робіт

для здобувачів освітньої програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», 2с.т , 4 курсу денної та 2 с.т., 4 курсу заочної форми здобуття освіти ступеня вищої освіти «бакалавр»

СУМИ – 2025

УДК 338.45

С 42

Р 99

Т 115Т

Укладачі: Савойський О.Ю., ст. викладач кафедри енергетики та електротехнічних систем

Рясна О.В., ст. викладач кафедри енергетики та електротехнічних систем

Тесленко О.В., асистент кафедри енергетики та електротехнічних систем

Н 22 Науково-методичне забезпечення навчального процесу методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт: / укл.: Савойський О.Ю., Рясна О.В., Тесленко О.В. - Суми, 2025. – 52 с.

В методичних вказівках наведені теми лабораторних робіт та приклади їх виконання, оформлення з питань електроосвітлення.

Лабораторні заняття переслідують мету більш глибокого засвоєння теоретичних питань шляхом експериментальної перевірки основних положень курсу. Крім того, ці заняття допомагають напрацюванню навиків проведення досліджень та аналізу дослідних даних.

Рецензенти:

Козін В.М., к.т.н., доцент кафедри енергетики та електротехнічних систем СНАУ;

Лобода В.Б., д.ф.-м.н., професор кафедри енергетики та електротехнічних систем СНАУ;

Відповідальний за випуск:

Чепіжний А.В., к.т.н., доцент, завідувач кафедри енергетики та електротехнічних систем СНАУ.

Рекомендовано до видання Радою якості інженерно-технологічного факультету. Протокол №4 від «28» січня 2025 року

© Сумський національний
аграрний університет, 2025

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
Основні правила охорони праці при виконанні лабораторної роботи	9
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1	
Вивчення конструкції та основних характеристик світильників.....	10
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2	
Дослідження експлуатаційних характеристик ламп розжарювання	14
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3	
Дослідження роботи люмінесцентної лампи в схемах з різними баластними пристроями	19
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4	
Дослідження режимів роботи дугової ртутної люмінесцентної лампи високого тиску типу ДРЛ.....	25
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5	
Вивчення напівпровідникових пускорегулюючих апаратів /ПРА/ для газорозрядних ламп.....	31
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6	
Дослідження режимів роботи установки для інфрачервоного обігріву та ультрафіолетового опромінення молодняка с.- г. тварин і птиці.....	37
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7	
Дослідження систем автоматичного керування вуличним освітленням.....	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	51
ДОДАТОК А	52

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Форма навчання	
		Денна форма	Заочна форма
1	Вивчення конструкції та основних характеристик світильників	4	2
2	Дослідження експлуатаційних характеристик ламп розжарювання	4	2
3	Дослідження роботи люмінесцентної лампи в схемах з різними баластними пристроями	4	2
4	Дослідження режимів роботи дугової ртутної люмінесцентної лампи високого тиску типу ДРЛ	4	3
5	Вивчення напівпровідникових пускорегулюючих апаратів /ПРА/ для газорозрядних ламп	4	2
6	Дослідження режимів роботи установки для інфрачервоного обігріву та ультрафіолетового опромінення молодняка с.- г. тварин і птиці	4	3
7	Дослідження систем автоматичного керування вуличним освітленням	4	2
	Всього годин:	28	16

ВСТУП

Лабораторні роботи є одним із основних видів навчальних занять при вивченні курсу «Електротехнології та електроосвітлення». Дана дисципліна є профільною навчальною дисципліною зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» у вищих аграрних закладах освіти при підготовці фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр».

Лабораторні заняття переслідують мету більш глибокого засвоєння теоретичних питань шляхом експериментальної перевірки основних положень курсу. Крім того, ці заняття допомагають напрацюванню навиків проведення досліджень та аналізу дослідних даних.

Починаючи виконувати роботу, студент повинен мати чітку уяву про поставлену перед ним задачу, добре знати будову тих приладів та апаратів, котрі будуть використовуватись при виконанні роботи, а також розуміти принцип дії дослідного обладнання.

Кожен студент повинен підготуватись до самостійного виконання лабораторної роботи: ознайомитися з програмою роботи, вивчити теоретичний матеріал відповідно з вказівками до роботи, навести електричні принципіальні схеми дослідів і таблиці для запису дослідних даних.

Перед початком роботи треба ознайомитися з обладнанням робочого місця, тобто знати призначення кожного елементу обладнання, основні номінальні дані об'єкту досліджень, а для приладів - границі вимірювань, роду струму і ціну поділок шкали. При наявності на робочому місці автотрансформаторів типу ЛАТР та реостатів треба визначити початкове положення їх повзунків.

Виконуючи дослідження, необхідно особливо ретельно стежити за приладами, вірно і швидко вести відлік їх показів і відразу ж записувати. Треба пам'ятати, що неохайність у відліку показів приладів приводить до невірних висновків про властивості дослідної схеми. Дослідницька частина роботи вважається виконаною тільки після перевірки і затвердження результатів дослідів викладачем.

Результати вимірювань і спостережень, отримані в результаті виконання лабораторної роботи, частково опрацьовуються на поточному занятті, а остаточно – на аудиторних самостійних заняттях під контролем викладача.

Після закінчення лабораторної роботи необхідно обладнання і прилади залишити на робочому місці у тому порядку, в якому вони знаходились перед початком заняття.

Експериментальні та розрахункові дані, як правило, надаються у звіті у вигляді графічних та аналітичних залежностей або у формі таблиць, аналіз яких відображується у висновках по роботі.

Звіт про роботу захищається кожним студентом. Якщо студент не захистив звіти по всім роботам циклу, до наступного циклу робіт він не допускається. При оформленні звітів треба суворо дотримуватись правил виконання і позначення елементів згідно ЄСКД.

Робота зараховується у випадку, якщо студент виявляє знання теми, методики виконання роботи, принцип дії використаних апаратів, приладів, пристроїв, роботу схеми керування, може пояснити і проаналізувати дослідні дані.

Основні правила охорони праці при виконанні лабораторних робіт

Для відвернення нещасних випадків, аварій і поломок обладнання студент зобов'язаний виконувати правила техніки безпеки і правила технічної експлуатації обладнання. Інструктаж з ТБ проводить викладач на першому лабораторному занятті. Після проведення інструктажу всі студенти розписуються у спеціальному журналі і несуть відповідальність за дотримання правил техніки безпеки та збереження обладнання лабораторії. Для того щоб виключити дотикання до струмоведучих не ізольованих частин електроустановок при наявності на них напруги, треба виконувати слідуючі заходи:

1 При кожному вмиканні напруги попереджати товаришів словом "ВМИКАЮ";

2 Перемикання під напругою виконувати тільки за допомогою контакторів, реостатів і других призначених для цього пристроїв, передбачених схемою;

3 Категорично забороняється виконувати перез'єднання у схемі, яка знаходиться під напругою! Перез'єднання у схемі необхідно виконувати тільки при повному вимкненні від джерела живлення.

4 Змінена схема до вмикання в мережу повинна бути перевірена викладачем або лаборантом.

5 При виконанні роботи забороняється доторкуватись до струмоведучих частин схеми, які знаходяться під напругою.

6 При виявленні в електроустановках, приладах, запобіжниках, мережах і інших технічних пристроях неполадок, студент зобов'язаний поставити до відома викладача. Якщо установка несправна і виконання роботи небезпечно, то студент повинен зразу ж припинити виконання роботи до усунення неполадок.

7 Забороняється знімати засоби безпеки (кожухи приладів, апаратів), попереджувальні таблички, якщо останні мають місце.

8 Забороняється установка саморобних запобіжників, проводити вмикання, розбирання або будь-які роботи на інших стендах без дозволу викладача.

9 Не слід розмішувати на лабораторному столі сторонні предмети, особливо металеві (лінійки, інструмент, дрід і т.п.)

10 Збираючи електричну схему треба стежити за надійністю закріплення проводів в гвинтових затискачах.

11 При вимірюванні одним вольтметром напруги в декількох точках можна користуватись тільки проводами із спеціальними, добре ізольованими щупами.

12 При виконанні лабораторної роботи слід знаходитись тільки на своєму робочому місці, не торкатись обладнання і приладів, які не мають відношення до роботи, не переносити зі столу на стіл апарати, прилади та інше обладнання.

13 При роботі з діючими джерелами ультрафіолетового випромінювання треба уникати опромінювання не захищених частин тіла. Забороняється дивитись незахищеними очима на джерело УФ випромінювання. Для цього необхідно захищати очі окулярами із димчатого скла.

14 Для попередження опіків забороняється торкатись колб джерел оптичного випромінювання, особливо ламп розжарювання та інфрачервоних ламп.

15 Дослідження не захищених ламп розжарювання треба виконувати тільки в окулярах, захищаючих очі від попадання скла при можливих руйнуваннях колби ламп.

16 При порушенні правил проведення лабораторних робіт, правил техніки безпеки або вимог викладача студент може бути відсторонений від проведення робіт.

17 За зіпсування обладнання лабораторії через порушення правил експлуатації або правил проведення лабораторних робіт студент несе матеріальну відповідальність.

Студенти, які не пройшли інструктаж з техніки безпеки, до виконання лабораторних робіт не допускаються.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СВІТИЛЬНИКІВ

1. Мета роботи

Вивчити конструкцію, основні характеристики та область застосування світильників з лампами розжарювання, люмінесцентними лампами низького тиску, світлодіодними лампами, газорозрядними лампами високого тиску типу ДРЛ, ДРИ, ДНаТ.

2. Технічна характеристика устаткування

Для виконання лабораторної роботи використовується світильники з лампами розжарювання, люмінесцентними лампами, світлодіодними лампами, лампами високого тиску ДРЛ, ДРИ, ДНаТ. Технічна характеристика деяких світильників фірми «Ватра» приведена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики світильників

Тип світильника	Напруга, В	Ступінь захисту	Рівень і вид вибухо-захисту	Лампа	Цо-коль	Крива сили світла	КПД %	Габарити DхН, мм	Маса, кг
НСП-18ВEx-60/75-111	220	IP65	1ExedellCT6	ЛР	E27	М	70	205x435	5,6
НСП-21ВEx-150-111	220	IP65	1ExedellCT6	ЛР	E27	М	70	285x480	7
ЛСП-02У-2x36-212,214	220	IP65	2ExedellCT4	ЛБ	G13	Д	70	1570x210x175	7,1
ЛСП-03ВEx-2x80-411	220	IP54	2ExedellCT4	ЛБ	G13	Д	62	1695x310x405	20
РСП-18Вex-125-712	220	IP65	1ExedellCT4	ДРЛ	E27	Д	55	420x540	10,1
ЖСП-18Вex-100-711	220	IP65	1ExedellCT5	ДНаТ	E40	Д	55	420x540	9,8
ГСП-18Вex-100-711	220	IP65	1ExedellCT5	ДРИ	E27	Д	55	420x520	9,5

3. Зміст роботи та методика її виконання

- 3.1 Вивчити будову світильників, їх призначення та способи установки.
- 3.2 Вивчити класифікацію світильників за розподілом світлового потоку в просторі і за типом кривої сили світла.
- 3.3 Вивчити класифікацію світильників за захистом від дії навколишнього середовища.
- 3.4 Ознайомитися з структурою умовного позначення світильників.
- 3.5 Вивчити область застосування світильників.

4. Методичні вказівки з вивчення конструкції та основних характеристик світильників

Світильник – це сукупність джерела світла і арматури, яка призначена для раціонального перерозподілу і кутової концентрації світлового потоку, захисту очей від чрезмерної яскравості, кріплення та захисту від механічних пошкоджень і забрудненості.

В лабораторній роботі необхідно вивчити спільні елементи будови світильників якими є: корпус, джерело (джерела), оптична система, лампотримачі (патрони), вбудована пуско-регулююча апаратура (для газорозрядних джерел) та інші допоміжні пристосування. Оптична система світильників складається з відбивачів, розсіювачів, захисних стекол, екрануючих решіток, кілець і призначена, в основному для перерозподілу в потрібному напрямку світлового потоку джерел, захисту від їх осліплюючої дії або перетворення якісних властивостей видимого випромінювання (зміни спектрального складу і його поляризації).

Основними **характеристиками** кожного світильника є:

- тип **джерела світла**, для якого призначено світильник (Н – лампа розжарювання загального призначення, И – кварцові галогенні лампи розжарювання, Л – прямі люмінесцентні лампи, Ф – фігурні люмінесцентні лампи, Р – ртутні лампи типу ДРЛ, Г – метало-галогенні лампи типу ДРИ, Ж – натрієві лампи, С – дзеркальні лампи-світильники, К – ксенонові трубчаті лампи);

- **кількість** ламп у світильнику;

- **спосіб установлення** світильника;

- **світлорозподіл** – розподіл світлового потоку в просторі, визначається класом світильника (прямого світла – П, переважно прямого світла – Н, розсіяного світла – Р, переважно відбитого світла – В, відбитого світла – О), або типом кривої сили світла (концентрована – К, глибока – Г, косинусна – Д, напівширока – Л, широка – Ш, рівномірна – М, синусна – С);

- **коефіцієнт корисної дії** η вказує, яку частку становить світловий потік світильника Φ_c від світлового потоку встановленої лампи $\Phi_{\text{л}}$: $\eta = \Phi_c / \Phi_{\text{л}} \cdot 100\%$;

- **захисний кут світильника** γ характеризує зону, в межах якої око спостерігача захищено від прямої дії лампи;

- **потужність** ламп, на яку розраховано світильник;

- **кліматичне виконання** світильника;

- **категорія розміщення**.

5. Підготовка обладнання для виконання лабораторної роботи

5.1 Вивчити на робочому місці конструкцію та призначення світильників з лампами розжарювання, люмінесцентними лампами низького тиску, світлодіодними лампами, газорозрядними лампами високого тиску типу ДРЛ, ДРИ, ДНаТ.

5.2 Вивчити основні світлотехнічні характеристики світильників (світлорозподіл, тип кривої сили світла, ступінь захисту, коефіцієнт корисної дії та захисний кут світильника).

5.3 Ознайомитися зі структурою умовного позначення.

5.4 Вивчити області застосування світильників.

6. Основні теоретичні положення

Освітлювальні прилади - це сукупність джерел світла і арматури, які призначені для раціонального використання світлового потоку, кріплення і захисту джерела світла від механічних пошкоджень і забруднення. Всі освітлювальні прилади діляться на 3 групи:

- світильники - радіус дії 20-30м;

- прожектори - радіус дії більше 30м;

- комплектні освітлювальні пристрої на основі світловодів.

Світильники класифікують по наступним признакам: за призначенням, за конструктивним виконанням, за способом установи.

За призначенням світильники можуть бути для освітлення закритих приміщень, відкритих просторів, корабельні, залізнодорожні та ін.

По конструктивним виконанням світильники класифікуються в залежності від ступеня їх захисту від шкідливих факторів навколишнього середовища. Сьогодні діє класифікація освітлювальних приладів (ОП) за захистом від впливів таких основних факторів навколишнього середовища, як пил і вода, їх безпека для людей і пожежна небезпека.

За способом установки світильники діляться на підвісні, стельові, вбудовані, настінні, настільні, встановлені на підлозі (торшери), консольні торцеві, ручні, головні.

Основними **характеристиками** кожного світильника є:

- тип **джерела світла**, для якого призначено світильник;
- **кількість** ламп у світильнику;
- **спосіб встановлення** світильника;
- **світлорозподіл** – розподіл світлового потоку в просторі, визначається класом світильника.

В табл. 1.2 приведено класи світлорозподілу освітлювальних приладів

Таблиця 1.2 - Класи світлорозподілу освітлювальних приладів

Позначення класів світильників по світлорозподілу	Назва класів світильників по світлорозподілу	Доля світлового потоку, направлено в нижню на півсферу від всього потоку світильника $\Phi_0/\Phi_{\text{св}}$
П	Світильник прямого світла	$\Phi_0/\Phi_{\text{св}} > 80$
Н	Світильник переважно прямого світла	$60 < \Phi_0/\Phi_{\text{св}} \leq 80$
Р	Світильник розсіяного світла	$40 < \Phi_0/\Phi_{\text{св}} \leq 60$
В	Світильник переважно відбитого світла	$20 < \Phi_0/\Phi_{\text{св}} \leq 40$
О	Світильник відбитого світла	$\Phi_0/\Phi_{\text{св}} \leq 20$

В табл. 1.3 приведено типи кривих сили світла освітлювальних приладів

Таблиця 1.3 - Типи кривих сили світла освітлювальних приладів

Позначення типу кривої сили світла	Тип кривої сили світла	Зона напрямлень максимальної сили світла, град.
К	Концентрована	0 - 15
Г	Глибока	0 – 30; 180 - 150
Д	Косинусна	0 – 35; 180 - 145
Л	Напівширока	35 – 55; 145 - 125
Ш	Широка	55 – 85; 125 - 95
М	Рівномірна	0 - 90; 180 - 90
С	Синусна	70 – 90; 110 - 90

Кожному світильнику присвоюють шифр. Структура умовного позначення світильників така:

1 - 2 - 3 - 4 - 5 x 6 - 7 - 8

де 1 – буква, яка позначає джерело світла;

2 – буква, яка позначає спосіб встановлення або кріплення;

3 – буква, яка позначає область призначення світильника;

4 – двозначне число, яке позначає номер серії;

- 5 – цифра, яка позначає кількість ламп у світильнику;
 6 – цифри, які позначають потужність ламп, Вт;
 7 – цифри від 000 до 999, які позначають номер модифікації;
 8 – буква і цифра, які позначають кліматичне виконання і категорію розміщення.

7. Вказівки щодо виконання лабораторної роботи

7.1 Згідно рекомендаціям до застосування світильників та їх характеристикам обрати світильники для освітлювальних установок слідуючих приміщень сільськогосподарського виробництва:

- 1) Світильники для виробничих приміщень
 - для приміщень сухих і вологих;
 - для приміщень вологих, особливо вологих з хімічно активним середовищем;
 - для вибухонебезпечних приміщень.
- 2) Світильники для суспільно-адміністративних приміщень.
- 3) Світильники для зовнішнього освітлення.

7.2 В табл.1.4 записати стислу характеристику світильників, обраних до застосування у даних приміщеннях сільськогосподарського виробництва.

Таблиця 1.4 – Світильники, рекомендовані до застосування у с.-г. виробництві

Ескіз світильника	Позначення		Потужність лампи	Ступінь захисту від дії навкол. середовища	Матеріал			Світлорозподіл	Тип кривої сили світла	Коефіцієнт корисної дії, %	Область застосування
	Фірмове	за ДСТУ			Корпуса	Відбивача	Розсіювача				

8. Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт по роботі повинен мати:

8.1 Стислу характеристику класифікації світильників і їх основні характеристики.

8.2 Розшифровану структуру умовного позначення одного із світильників фірми «Ватра».

8.3 Таблицю з характеристикою світильників, рекомендованих до застосування у с.-г. виробництві.

8.4 Висновки по роботі.

9. Контрольні питання

- 9.1 Що називається освітлювальним приладом, світильником, прожектором?
- 9.2 Як класифікуються світильники по виконанню?
- 9.3 Як класифікуються світильники по способу установки?
- 9.4 Як класифікуються світильники по розподілу світлового потоку в просторі?
- 9.5 Назвіть основні світлотехнічні характеристики світильників.
- 9.6 Назвіть типи кривих сили світла.
- 9.7 Що таке захисний кут світильника?
- 9.8 Що називається коефіцієнтом корисної дії світильника?
- 9.9 Як збільшити ккд світильника?

- 9.10 Які властивості повинен мати матеріал для виготовлення світильників?
 9.11 Від чого залежить висота підвісу світильника?
 9.12 Як класифікуються світильники за захистом від дії навколишнього середовища?

10. Критерій оцінювання лабораторної роботи

Робота оцінюється шляхом перевірки правильності виконаного звіту з лабораторної роботи і опитуванням студентів по контрольним питанням до лабораторної роботи. Перескладати лабораторну роботу можна тільки один раз.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛАМП РОЗЖАРЮВАННЯ

1. Мета роботи

Дослідити світлотехнічні, енергетичні і експлуатаційні характеристики ламп розжарювання.

2. Технічна характеристика устаткування

Для виконання лабораторної роботи використовується наступне електротехнічне устаткування та контрольні-вимірювальні прилади:

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики дослідної лампи розжарювання

Назва лампи	Тип	Напруга В	Потужність Вт	Світловий потік лм	Строк служби годин
Лампа розжарювання	БК220-230-100	220-230	100	1335	1300

- лабораторний автотрансформатор ЛАТР-1М – межі регулювання вторинної напруги – 0В-250В; струм холостого ходу – 0,7А; допустимий струм навантаження – 9А.

- люксметр Ю-116 - діапазон вимірювань - від 5 до 30 і від 20 до 100 лк; три нейтральних світлофільтри КМ, КР і КТ з коефіцієнтами послаблення потоку відповідно 10, 100 і 1000; похибка вимірювань $\pm 10\%$.

3. Зміст роботи та методика її виконання

- 2.1 Ознайомитись з обладнанням робочого місця. Записати паспортні дані обладнання.
- 2.2 Вивчити конструкцію ламп розжарювання.
- 2.3 Розробити схему електричну принципову підключення приладів для проведення дослідів.
- 2.4 Скласти схему електричну принципову на лабораторному стенді для дослідження експлуатаційних характеристик ламп розжарювання.
- 2.2 Зняти залежність сили струму, потужності, освітленості від напруги живлення.
- 2.3 Визначити залежність опору, світлового потоку і світлової віддачі лампи від напруги.
- 2.4 Визначити значення світлового і променистого коефіцієнту корисної дії (ККД).
- 2.5 Визначити залежність строку служби лампи від напруги.

4. Методичні вказівки з експериментального отримання експлуатаційних характеристик ламп розжарювання

Експлуатаційні характеристики ламп розжарювання можуть бути отримані експериментально за допомогою лабораторного автотрансформатора ЛАТР-1М. Експлуатаційними характеристиками, які визначають економічні показники роботи ламп розжарювання, є світлова віддача і номінальний термін служби. Світлова віддача досягла в даний час $7,5 \dots 19,1 \text{ лм} \cdot \text{Вт}^{-1}$. Під номінальним строком служби розуміють їх середню тривалість горіння t_c , яка визначається як середньоарифметичний час повних термінів служби групи (не менше десяти) ламп. Номінальний термін служби ламп розжарювання дорівнює 1000 год. В даний час відомі світові фірми, такі як польська фірма «Філіпс» випускає рефлекторні лампи, кольорові, трубчаті, які створюють приємну і спокійну атмосферу і в яких термін служби ламп доведено до 2000- 2500 годин.

Для експериментального отримання експлуатаційних характеристик ламп розжарювання необхідно за допомогою лабораторного автотрансформатора змінювати напругу на лампі в межах 0 – 240 В і записати в таблицю зміну струму, потужності і освітленості.

Основна світлотехнічна характеристика ламп розжарювання - світловий потік Φ_c . Світловий потік лампи розжарювання залежить від електричної потужності, напруги живлення і температури нитки розжарювання. У процесі експлуатації лампи робоча температура тіла розжарювання і прозорість колби знижуються. Для ламп розжарювання, які пропрацювали 75% свого номінального терміну служби (середньої тривалості горіння), допускається зменшення світлового потоку до 72 ... 85% номінального в залежності від типу ламп, потужності і категорії виготовлення.

5. Підготовка установки для проведення дослідів

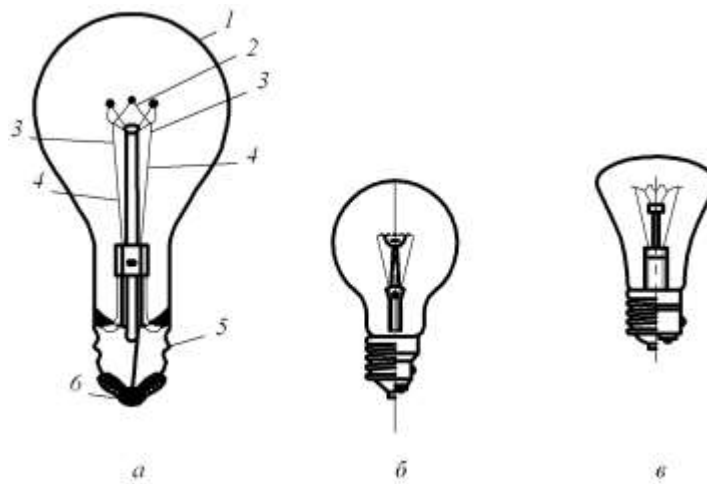
- 5.1 Встановити всі апарати у виключений стан.
- 5.2 Зібрати і перевірити електричну схему.
- 5.3 Встановити регулятор ручки автотрансформатора в положення «0».
- 5.4 За допомогою люксметра виміряти природну освітленість на робочому місці.
- 5.5 За допомогою автоматичного вимикача QF подати напругу на схему електричну принципову.

6. Основні теоретичні положення

В світі виробляється і споживається декілька сотень мільярдів електричних ламп, левову частину яких поки що складають лампи розжарювання.

Незважаючи на низький світловий потік, низький світловий ккд (в середньому 3,5%) лампи розжарювання широко застосовуються в промисловості і сільському господарстві, на транспорті. Вони широко використовуються для сигналізації та індикації.

На рис. 2.1 показано декілька конструкцій ламп розжарювання загального призначення. Лампа розжарювання складається із скляної колби, діаметр якої визначається потужністю лампи. Колба заповнена інертним газом (аргон, азот або криптон). Колба з'єднана з цоколем спеціальною мастикою. На цоколі є гвинтова нарізка для кріплення в патроні, за допомогою якого лампа включається в мережу. У колбі розташована скляна ніжка лампи, в верхню частину якої впаяні молібденові гачки, на яких закріплено тіло розжарювання (вольфрамова нитка розжарення). Для з'єднання тіла розжарення з цоколем служать нікелеві електроди, платинові вводи та мідні виводи.



а) моноспіральна; б) біспіральна; в) біспіральна криптонова: 1 – скляна колба; 2 – вольфрамова нитка розжарювання; 3 – електроди (нікель, сплави, платинід); 4 – молібденові тримачі; 5 – стакан цоколя (сплав заліза); 6 – контактна шайба

Рисунок 2.1 - Конструкція ЛР загального призначення:

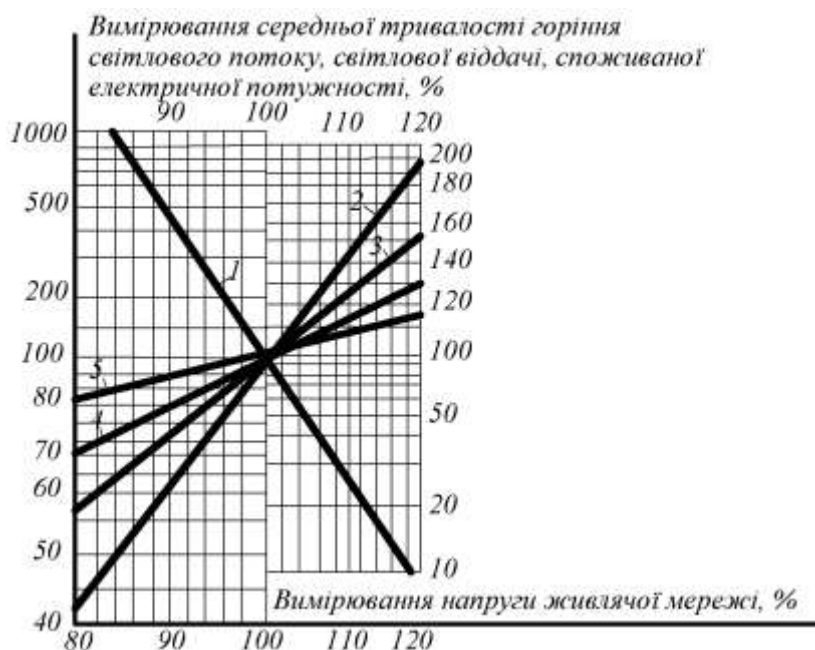
Колба лампи розжарювання представляє собою скляний балон, призначений для ізолювання тіла розжарювання від зовнішнього середовища. Форма колби ламп розжарювання може бути різною. Крім прозорих колб, освітлювальні лампи розжарювання можуть мати колби з матового, опалового або «молочного» скла. Такі колби мають значно більший коефіцієнт поглинання в порівнянні з прозорими, але дозволяють позбавитися від сліпучої яскравості тіла розжарення. Якщо треба отримати від лампи спрямований світловий потік, частина внутрішньої поверхні колби покривають дзеркальним шаром зі срібла або алюмінію. Залежно від форми відбиваюча частина колби може отримувати різний характер розподілу світлового потоку в просторі. Дзеркальні освітлювальні лампи розжарення можуть виконувати одночасно функції джерела оптичного випромінювання та освітлювальної арматури.

Принцип дії: при проходженні електричного струму по вольфрамовій нитці розжарювання вона нагрівається до температури 2400 – 2700 К і випромінює світло.

Типова для ЛР світлова віддача 10 – 22 лм/Вт. Більша частина електроенергії в нитці розжарювання перетворюється в тепло. В зв'язку цим суцільний спектр ламп розжарювання має максимум в інфрачервоній області і плавно спадає із зменшенням довжини хвилі. Такий спектр визначає теплий тон випромінювання ($T_{\text{кол.}} = 2400 - 2700 \text{ К}$ при кольоропередачі ($P_a = 100$)).

Лампи розжарювання відрізняються друг від друга електричними, світлотехнічними і експлуатаційними характеристиками. До електричних характеристик відносять номінальну напругу живлячої мережі, номінальну електричну потужність, рід струму (постійний або змінний).

Відхилення напруги живлення від його номінального значення істотно впливає на характеристики ламп розжарювання (рис. 2.2).



1 – середня тривалість горіння; 2 – світловий потік; 3 – світлова віддача;
4 – споживана потужність; 5 – сила струму

Рисунок 2.2 – Залежність світлотехнічних, електричних і експлуатаційних параметрів ламп розжарювання загального призначення від зміни напруги живлячої мережі

Якщо напруга живлення лампи вище номінальної, то зростає значення сили струму, потужності, світлового потоку і світлової віддачі, при цьому різко зменшується середня тривалість горіння.

7. Вказівки щодо виконання лабораторної роботи

7.1 Змінюючи за допомогою лабораторного автотрансформатора напругу на лампі, записати в табл. 2.2 струм, потужність, освітленість. Напругу міняти в межах від 170 до 240 В з інтервалом 10 В. При вимірюванні освітленості треба брати різницю показів люксметра при увімкненій і вимкненій лампі.

Таблиця 2.2 – Експериментальні дані

Виміряно				Розраховано		
$U_A, \text{В}$	$I, \text{А}$	$P, \text{Вт}$	$E, \text{лк}$	$R_L, \text{Ом}$	$F_L, \text{лм}$	$H, \text{лм/Вт}$

За дослідними даними обчислити:

1. Опір лампи

$$R_L = \frac{U_L}{I} . \quad (2.1)$$

2. Світовий потік дослідної лампи

$$\Phi_L \approx 4\pi E L^2 , \quad (2.2)$$

де L - відстань від тіла розжарювання до фотоелемента, $L=0,3 \text{ м}$;

3. Світлову віддачу лампи

$$H = \frac{\Phi_L}{P}.$$

(2.3)

4. Світловий ККД лампи

$$\eta_C = \frac{H}{683} \cdot 100\% . \quad (2.4)$$

5. Променевий ККД лампи (коефіцієнт перетворення потужності лампи в променистий)

$$\eta_{\text{ПРОМ}} = Y \cdot C_S \cdot \left(\frac{T}{100} \right)^4 \cdot \frac{S}{P},$$

(2.5)

де Y - ступінь чорноти тіла випромінювання, $Y = 0,3$;
 C_S - постійна Больцмана, $C_S = 5,71 \cdot 10^{-4} \text{ Вт/(см}^2 \cdot \text{К)}$;
 S - площа поверхні тіла розжарювання (для лампи БК-220-230-100, $S = 1,06 \text{ см}^2$);
 T - абсолютна температура тіла розжарювання, K , ($T = 2800 \text{ }^\circ\text{C}$).

Результати розрахунків занести в таблицю 2.2.

Визначити залежність строку служби лампи від напруги .

Таблиця 2.3 – Експериментальні дані

Напруга на лампі	в % від U_N	90	95	100	105	110	115	120	125
	В								
Середній строк служби лампи	в % від пасп.	90	95	100	105	110	115	120	125
	годин								

За даними таблиць 2.2 і 2.3 побудувати залежності струму I , потужності P , опору R_L , світлового потоку Φ_L , світлової віддачі H , строку служби від напруги на лампі U_L .

Дати пояснення побудованим залежностям.

8. Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт по роботі повинен мати:

8.1 Технічні відомості про дослідну лампу розжарювання.

8.2 Електричну схему лабораторної установки для дослідження експлуатаційних характеристик ламп розжарювання.

8.3 Залежності основних параметрів лампи розжарювання від напруги живлення (таблиці, графіки).

8.4 Висновки по роботі.

9. Контрольні питання

9.1 Назвіть типи ламп розжарювання загального призначення.

9.2 Що таке світлова віддача ламп розжарювання ?

9.3 Як і чому змінюється світова віддача в залежності від змінення потужності і номінальної напруги лампи?

9.4 Що розуміється під строком служби лампи ?

- 9.5 Дайте фізичне тлумачення зниженню строку служби лампи при збільшенні напруги живлення.
- 9.6 Проаналізуйте залежність основних параметрів лампи розжарювання від напруги?
- 9.7 Назвіть максимально можливий теоретичний ККД ламп розжарювання.
- 9.8 В чому різниця світлового і променистого ККД ламп розжарювання ?
- 9.9 Назвіть основні переваги і недоліки ламп розжарювання.

10. Критерій оцінювання лабораторної роботи

Робота оцінюється шляхом перевірки правильності виконаного звіту з лабораторної роботи і опитуванням студентів по контрольним питанням до лабораторної роботи.

Перескладати лабораторну роботу можна тільки один раз.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ЛЮМІНЕСЦЕНТНОЇ ЛАМПИ В СХЕМАХ З РІЗНИМИ БАЛАСТНИМИ ПРИСТРОЯМИ

1. Мета роботи

Вивчити будову і принцип роботи люмінесцентної лампи. Дослідити умови пуску та виявити вплив різних баластних опорів (індуктивного, активного, ємнісного) в схемах на параметри люмінесцентних ламп низького тиску.

2. Технічна характеристика устаткування

Для виконання лабораторної роботи використовується наступне електротехнічне устаткування та контрольно-вимірювальні прилади:

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики дослідної люмінесцентної лампи

Назва	Тип	Потужність, Вт	Напруга, В	Світловий потік, лм	Розміри	
					діаметр, мм	довжина, мм
Люмінесцентна лампа	ЛБ-40	40	220	3000/3200	40	1213,6

- лабораторний автотрансформатор ЛАТР-1М – межі регулювання вторинної напруги – 0В-250В; струм холостого ходу – 0,7А; допустимий струм навантаження – 9А.

- люксметр Ю-116 - діапазон вимірювань - від 5 до 30 і від 20 до 100 лк; три нейтральних світлофільтри КМ, КР і КТ з коефіцієнтами послаблення потоку відповідно 10, 100 і 1000; похибка вимірювань $\pm 10\%$.

- осцилограф – С1-67.

3. Зміст роботи та методика її виконання

3.1 Ознайомитись з обладнанням робочого місця. Записати паспортні дані обладнання.

3.2 Ознайомитися з будовою люмінесцентної лампи і елементами її вмикання в мережу.

3.3 Ознайомитися з принципами пуску і роботи люмінесцентної лампи з різними баластами.

3.4 Дослідити процес засвічування і горіння люмінесцентної лампи з різними баластними опорами.

3.5 Зняти осцилограми миттєвих значень напруги і струму люмінесцентної лампи з активним, індуктивним і ємнісним баластним опором.

4. Методичні вказівки з дослідження роботи люмінесцентної лампи з різними баластними пристроями

Газорозрядні джерела оптичного випромінювання мають значно більш високий к.к.д., ніж джерела, засновані на тепловому випромінюванні. Кольоровість випромінювання і характер розподілу його по спектру залежить від роду парів металу або газу і умов електричних розряду. Ці властивості відкрили для газорозрядних джерел широкі перспективи для різноманітних застосувань у всіх галузях промисловості і сільського господарства.

Газорозрядна лампа працює в режимі дугового розряду, падаюча вольт-амперна характеристика якого, вказує на його неусталеність. При безпосереднім вмиканні газорозрядної лампи у мережу з постійним значенням живлячої напруги, виникає дуговий розряд, який супроводжується лавиноподібним нарощуванням струму аж до повного руйнування лампи. Для стабілізації дугового розряду послідовно з газорозрядною лампою вмикається баластний опір (активний, індуктивний, ємнісний), значення якого повинно бути більш абсолютної величини динамічного опору газорозрядного проміжку в режимі стабілізації.

Для експериментального отримання миттєвих значень кривих напруги і струму на лампі при різних баластних опорах необхідно спочатку включити тумблер індуктивного баласту і за допомогою лабораторного автотрансформатора подати напругу на схему електричну принципову включення люмінесцентної лампи до моменту загорання стартера. Далі напруга підвищується до моменту загорання самої лампи після чого записуються напруга загорання лампи, а потім виставляється номінальна напруга на лампі 220В і записуються такі показники, як напруга на лампі, напруга на індуктивному баласті, струм який протікає в колі люмінесцентної лампи, потужність мережі, потужність на лампі і освітленість на робочому місці. В кінці експерименту необхідно сфотографувати криву миттєвого значення напруги на осцилографі і зарисувати її у звіті по лабораторній роботі.

Після проведення дослідів на індуктивному баласті тумблер виключається і включається по чергово тумблер з активним і ємнісним баластами і проводяться аналогічні дослідження, які описані вище для індуктивного баласту.

5. Підготовка установки для проведення дослідів

5.1 Встановити всі апарати у вимкнений стан.

5.2 Встановити регулятор ручки автотрансформатора в положення «0».

5.3 За допомогою люксметра виміряти природну освітленість на робочому місці.

5.4 За допомогою автоматичного вимикача QF подати напругу на схему.

5.5 Включити осцилограф.

6. Основні теоретичні положення

Люмінесцентні лампи являють собою розрядні джерела світла низького тиску, в яких ультрафіолетове випромінювання ртутного розряду перетворюється люмінофором у більш довгохвильове випромінювання.

У промислово розвинених країнах на частку освітлювальних установок (ОУ) з лінійними люмінесцентними лампами (ЛЛ) приходить більше 70% виробленої світлової енергії. До те-

перішнього часу ЛЛ є найбільш масовими джерелами світла в ОУ промислових і громадських споруд.

На рис. 3.1 показано будову ЛЛ загального призначення

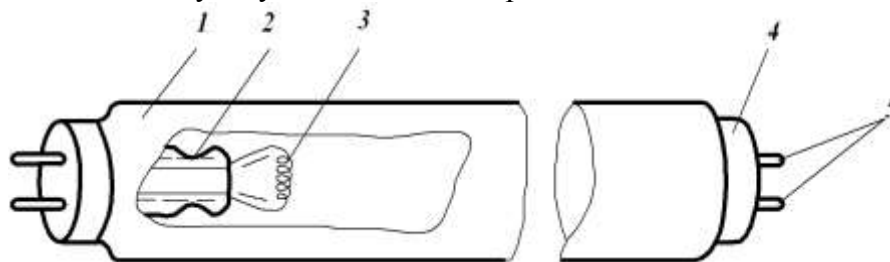


Рисунок 3.1 – Конструкція люмінесцентної лампи загального призначення в розрізі

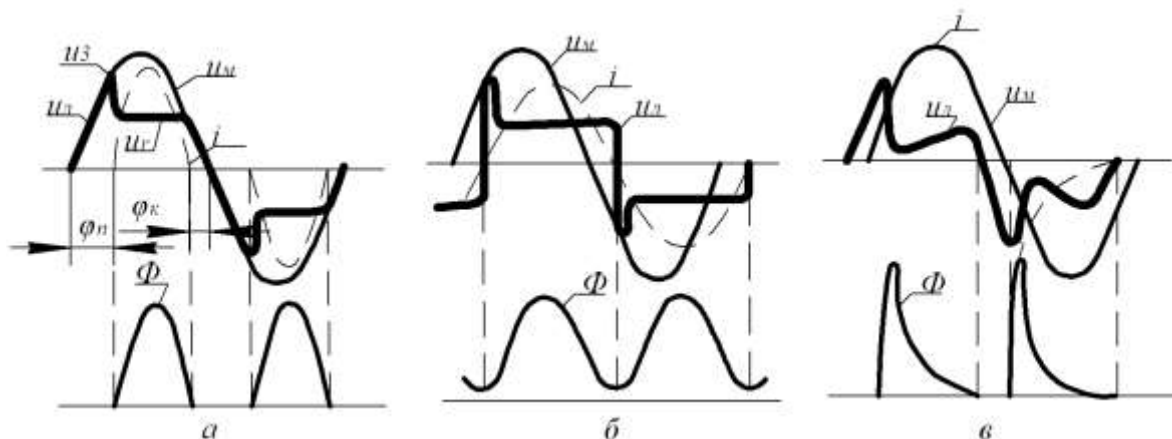
Люмінесцентна лампа загального призначення (рис.3.1) являє собою циліндричну трубку 1, герметично закриту з ввареними в її торці скляними ніжками 2. На ніжках змонтовані вольфрамові біспіралі 3, покриті шаром оксиду (окислів лужно - земельних металів), що забезпечує добру емісію електронів. По кінцях лампа має короткі цоколі 4 з штирками 5, що служать для включення її в електричну мережу. До штирків припаяні виводи електродів.

Внутрішня поверхня колби лампи покрита тонким шаром люмінофора - кристалічної речовини певного хімічного складу.

З колби відсмоктане повітря і введено аргон з невеликою кількістю ртуті (30 ... 80 мг). Призначення аргону складається в зменшенні розпилення покриття електродів і полегшення запалювання розряду, так як суміш інертного газу з парами ртуті представляє собою більш сприятливе середовище для виникнення розряду, ніж аргон або пари ртуті, окремо взяті. При розряді збуджуються і випромінюються лише атоми ртуті. Перетворення електричної енергії в видиме випромінювання можна розділити на два етапи:

- перетворення електричної енергії в процесі електричного розряду в парах ртуті в енергію ультрафіолетового випромінювання;
- перетворення в шарі люмінофора УФ випромінювання у видиме.

Для забезпечення нормального терміну служби лампи в колах змінного струму форма кривої миттєвих значень струму повинна бути близькою до синусоїди. Ступінь спотворення форми кривої струму залежить в основному від виду баластного опору.



а) при активному баластному опорі; б) при індуктивному баластному опорі; в) при ємнісному баластному опорі

Рисунок 3.2 – Осцилограми миттєвих значень напруги, струму і світлового потоку газорозрядної лампи

Стабілізація розряду на змінному струмі за допомогою активного опору здійснюється просто і дешево, але має ряд принципових недоліків, які обмежують її використання.

На рис.3.2 (а) наведено криві миттєвих значень напруг і струму лампи при включенні її з активним баластовим опором у коло змінного струму стандартної частоти. Розряд у лампі виникає після досягнення напругою миттєвого значення, рівного u_z . У процесі розряду напруга на лампі значно знижується до значення u_r , потрібного для підтримання розряду, і залишається незмінним до моменту, коли миттєве значення напруги мережі зменшиться до значення u_n . Після цього розряд гасне, струм в колі припиняється. У наступний напівперіод процес загоряння та згасання розряду повторюється. Як впливає з розглянутого графіка, перезажорання розряду в кожен напівперіод супроводжується паузами струму: початковою ϕ_n і кінцевою ϕ_k . Загальна пауза $\phi_n + \phi_k$ може досягати 1/3 періоду. Наявність пауз розрядного струму значно погіршує показники роботи джерела випромінювання і є причиною виникнення пульсацій потоку випромінювання і стробоскопічного ефекту. Крива миттєвих значень струму втрачає форму синусоїди (спотворюється). Якщо при цьому збільшується коефіцієнти амплітуди, то термін служби електродів зменшується внаслідок прискореного розпилення оксидного шару і втрати емісійних властивостей. Особливо великим недоліком є великі витрати електричної енергії в активному баластному опорі.

Стабілізація розряду за допомогою індуктивного опору має ряд переваг перед стабілізацією за допомогою активного опору і широко застосовується. На рис. 3.2 (б) показані криві миттєвих значень тих же величин, що й на рис. 3.2 (а), але при індуктивному баластному опорі. Завдяки зсуву по фазі між напругою мережі та на затискачах лампи значно облегшується процес перезажорання розряду в кожен напівперіод, тому що в момент переходу струму через нульове значення до затискачів лампи буде прикладена значна миттєва напруга мережі.

Перезажорання розряду тому відбувається без помітної паузи. Форма кривої струму наближається до синусоїди. Режим роботи електродів полегшується. Втрати потужності в індуктивному баластному опорі зазвичай значно нижчі, ніж в активному, і складають від 10 до 35% від потужності джерела випромінювання. Поряд із зазначеними перевагами індуктивного баластного опору слід вказати і основні його недоліки: велика витрата металу, низький коефіцієнт потужності, висока вартість.

Стабілізація розряду за допомогою ємності застосовується рідко. Відповідні для цього випадку криві показані на рис 3.2 (в). Крива струму набуває надзвичайно спотворену форму. Термін служби електродів різко знижується. Великі паузи і сплески струму приводять до значного зниження світлотехнічних показників роботи лампи.

7. Вказівки щодо виконання лабораторної роботи

7.1 Включити тумблер «індуктивний баласт».

7.2 Змінюючи за допомогою лабораторного автотрансформатора напругу на лампі, записати в таблицю 3.2 напругу загорання стартера, напругу загорання лампи, номінальну напругу, напругу на індуктивному баласті, струм який протікає в колі люмінесцентної лампи, потужність мережі, потужність на лампі, освітленість на робочому місці і напругу погасання лампи. При вимірюванні освітленості треба брати різницю показів люксметра при увімкненій і вимкненій лампі.

В кінці експерименту необхідно сфотографувати криву миттєвого значення напруги на осцилографі і зарисувати її у звіті по лабораторній роботі.

7.3 Виключити тумблер «індуктивний баласт» і включити по чергово тумблер «активний баласт» і «ємнісний баласт» і записати в таблицю 3.2 ті ж значення, що і в пункті 7.2

Таблиця 3.2 – Дослідні дані

Тип баласт. опору	$U_{з.с}$ В	Лампа		Виміряно							Розраховано			
		$U_{з.л.}$ В	$U_{пог.}$ В	U_H В	U_L В	U_B В	I А	P Вт	P_L Вт	E лк	P_B Вт	S ВА	Q ВАр	$\cos\phi$ в.о.
Індуктивний														
Активний														
Ємнісний														

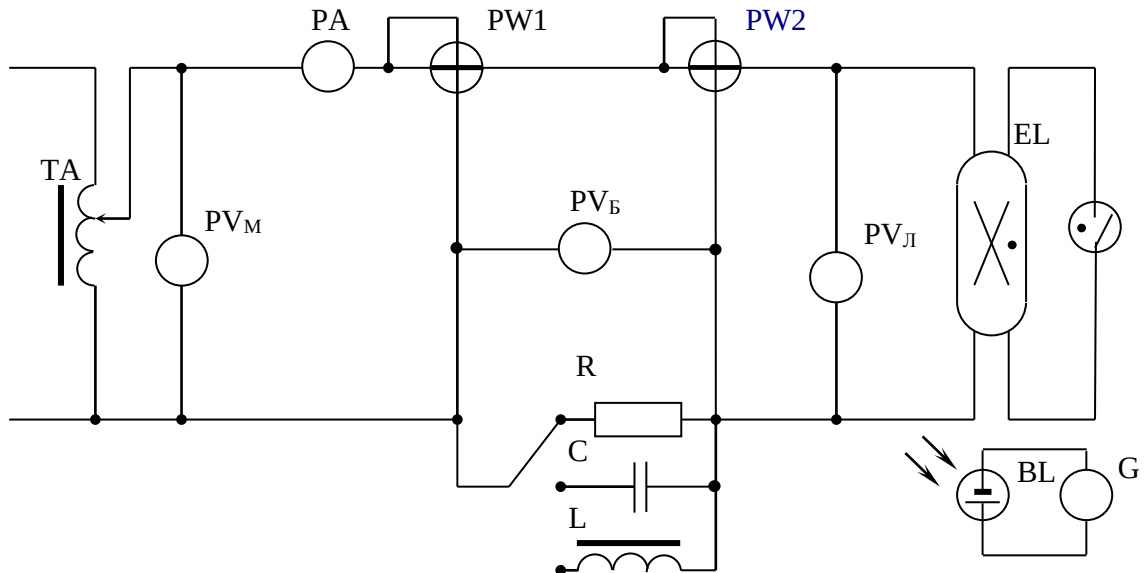


Рисунок 3.3 – Схема електрична принципова вмикання електровимірювальних приладів при дослідженні люмінесцентної лампи з різними баластними опорами

В таблиці 3.2 прийнято наступні позначення:

U_H – номінальна напруга живлення, В;
 U_B – напруга на баластному опорі, В;
 U_L – напруга на лампі, В;
 $U_{з.с.}$ – напруга засвічування стартера, В;
 $U_{з.л.}$ – напруга живлення, при якій запалюється лампа, В;
 $U_{пог.}$ – напруга живлення, при якій лампа погасає, В;
 I – струм в колі, А;
 P – активна споживана потужність блоком лампа-баласт, Вт;
 P_L – активна потужність, споживана лампою, Вт;
 P_B – активна потужність, споживана баластом, Вт;
 S – повна потужність, споживана електричною схемою, ВА;
 Q – реактивна потужність в електричному колі, ВАр;
 E – освітленість від люмінесцентної лампи на умовній поверхні, лк;
 $\cos\phi$ – коефіцієнт потужності.

За даними вимірювань розрахувати величини:

Повна потужність, споживана електричною схемою, ВА:

$$S = U_H \cdot I . \quad (3.1)$$

Реактивна потужність в електричному колі, Вар:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} . \quad (3.2)$$

Коефіцієнт потужності

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} . \quad (3.3)$$

Активна потужність, споживана баластом

$$P_{\sigma} = P - P_{\lambda} . \quad (3.4)$$

Проаналізувати дослідні дані.

8 Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт по роботі повинен мати:

8.1 Технічні відомості про дослідну люмінесцентну лампу.

8.2 Таблицю з дослідними даними.

8.3 Електричну схему лабораторної установки для дослідження люмінесцентної лампи з різними баластними опорами.

8.4 Рисунки миттєвих значень напруги з різними баластними опорами.

8.4 Висновки по роботі.

9 Контрольні питання

9.1 Пояснити принцип дії газорозрядних джерел випромінювання.

9.2 Конструкція люмінесцентної лампи.

9.3 Як здійснюється запалювання люмінесцентної лампи?

9.4 Призначення баластного опору і стартера в схемі вмикання люмінесцентної лампи.

9.5 Назвати принцип дії стартера.

9.6 Як впливає вид баластного опору на пульсування світлового потоку люмінесцентної лампи?

9.7 Назвати типи люмінесцентних ламп.

9.8 Назвати позитивні якості і недоліки люмінесцентних ламп в порівнянні з лампами розжарювання.

9.9 Пояснити порядок запалювання і роботи газорозрядної лампи з індуктивним (активним, ємнісним) баластом.

9.10 Привести криві миттєвих змінень напруги живлення на лампі і струму.

9.11 Можлива робота газорозрядної лампи без баласту ?

9.12 В яких установках можна застосувати лампу розжарювання як баласт в схемах вмикання газорозрядних ламп?

9.13 Як впливає вид баластного опору на енергетичні і експлуатаційні характеристики люмінесцентної лампи?

10. Критерій оцінювання лабораторної роботи

Робота оцінюється шляхом перевірки правильності виконаного звіту з лабораторної роботи і опитуванням студентів по контрольним питанням до лабораторної роботи.

Перескладати лабораторну роботу можна тільки один раз.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ДУГОВОЇ РТУТНОЇ ЛАМПИ ВИСОКОГО ТИСКУ ТИПУ ДРЛ

1. Мета роботи

Вивчити будову газорозрядної лампи високого тиску типу ДРЛ і схеми її вмикання в мережу. Дослідити режими роботи і залежності характеристик лампи від напруги живлення.

2. Технічна характеристика устаткування

Для виконання лабораторної роботи використовується наступне електротехнічне устаткування та контрольно-вимірвальні прилади:

Таблиця 4.1 – Технічна характеристики лампи ДРЛ250

Тип лампи	Потужність Р, Вт	Напруга на лампі U _л , В	Струм		Світовий потік після 100 годин горіння, кЛм	Розміри		Тип цоколя
			Пусковий, I _{пуск} , А	Робочий, I _н , А		Діаметр, мм	Довжина, мм	
ДРЛ-250	250				12/13	91	227	E40

- лабораторний автотрансформатор ЛАТР-1М – межі регулювання вторинної напруги – 0В-250В; струм холостого ходу – 0,7А; допустимий струм навантаження – 9А.

- люксметр Ю-116 - діапазон вимірювань - від 5 до 30 і від 20 до 100 лк; три нейтральних світлофільтри КМ, КР і КТ з коефіцієнтами послаблення потоку відповідно 10, 100 і 1000; похибка вимірювань $\pm 10\%$.

3. Зміст роботи та методика її виконання

3.1 Ознайомитись з обладнанням робочого місця. Записати паспортні дані обладнання.

3.2 Вивчити принцип дії і конструкцію газорозрядних ламп високого тиску типу ДРЛ.

3.3 Вивчити електричні схеми вмикання ламп ДРЛ в мережу.

3.4 Ознайомитися із світлотехнічними, енергетичними, експлуатаційними характеристиками ламп типу ДРЛ.

3.5 Дослідити зміну основних параметрів при запалюванні лампи ДРЛ250. Пояснити процеси, які відбуваються при запалюванні лампи.

3.6 Дослідити залежність характеристик лампи ДРЛ250 від напруги живлення.

4. Методичні вказівки з дослідження роботи дугової ртутної лампи високого тиску ДРЛ

Основними недоліками люмінесцентних ртутних ламп низького тиску є відносно мала потужність, великі габаритні розміри і залежність їх характеристик від температури навколишнього середовища. Дуговий розряд в парах ртуті при тиску до 0,3 МПа дозволяє створити джерела світла з високою світловою віддачею і значним терміном роботи. Номінальна потужність таких джерел може бути від декількох десятків Вт до одиниць кіловат.

До газорозрядних ламп високого тиску, які використовуються в якості джерел видимого випромінювання, необхідно віднести лампи типів ДРЛ, ДРИ, ДНаТ, ДКсТ та ін.

Лампи типу ДРЛ – дугова ртутна лампа високого тиску широко поширені для освітлення виробничих територій, будівельних майданчиків, проїзної частини доріг, а також промислових і сільськогосподарських об'єктів, що не вимагають високої якості передачі кольору.

Для дослідження режимів роботи дугової ртутної лампи високого тиску ДРЛ в лабораторній роботі необхідно дослідити процес розпалювання лампи.

Для цього необхідно після вмикання лампи в роботу через кожну хвилину записувати значення напруги на лампі, напруги на баласті, струм в колі лампи, потужність мережі і потужність на лампі до усталеного режиму роботи.

Наступний етап дослідження заключається в тому, що необхідно в усталеному режимі роботи лампи встановити напругу 240В і через кожні 10В зменшувати напругу до величини, коли лампа погасне.

5. Підготовка установки для проведення дослідів

5.1 Встановити всі апарати у вимкнений стан.

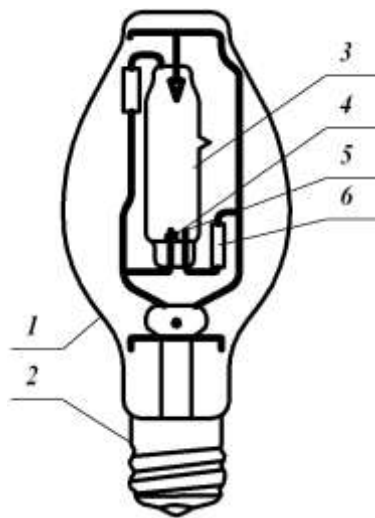
5.2 Встановити регулятор ручки автотрансформатора в положення «0».

5.3 За допомогою люксметра виміряти природну освітленість на робочому місці.

5.4 За допомогою автоматичного вимикача QF подати напругу на схему електричну принципову.

6. Основні теоретичні положення

Чотириелектродна лампа ДРЛ (рис. 4.1) складається із зовнішньої скляної колби 1, яка заповнена вуглекислим газом для стабілізації властивостей люмінофору і яка забезпечена різьбовим цоколем 2. На ніжці лампи змонтована на геометричній осі зовнішньої колби кварцова внутрішня колба (розрядна трубка, РТ) 3, яка наповнена аргоном з добавкою ртуті. Чотириелектродні лампи мають основні електроди 4 і розташовані поряд з ними допоміжні (запалюючі) електроди 5. Кожен запалюючий електрод з'єднаний з перебуваючим в протилежному кінці РТ основним електродом через струмо-обмежуючі опори 6. Допоміжні електроди полегшують запалювання лампи і роблять її роботу в період пуску більш стабільною.



1 - зовнішня колба; 2 - цоколь; 3 - внутрішня кварцова колба;
4 - основні вольфрамові електроди; 5 - запалюючі електроди;
6 - струмо-обмежуючі резистори

Рисунок 4.1 – Лампа високого тиску ДРЛ

Внутрішня колба розрядної трубки (РТ) лампи виготовляється з тугоплавкого і хімічно стійкого прозорого матеріалу (кварцового скла або спеціальної кераміки) і наповнюється строго дозованими порціями інертних газів. Крім того у внутрішню колбу вводиться металева ртуть, яка в холодній лампі має вигляд компактної кульки, або осідає у вигляді нальоту на стінках колби і електродах. Світловим тілом є стовп дугового електричного розряду.

Процес запалювання лампи, оснащеної запалювальними електродами, виглядає наступним чином. При подачі на лампу напруги живлення між близько розташованими основним і запалювальним електродами виникає тліючий розряд, чому сприяє мала відстань між ними, яка істотно менша відстані між основними електродами, отже, нижче і напруга пробую цього проміжку.

Виникнення в порожнині РТ досить великої кількості носіїв заряду (вільних електронів і позитивних іонів) сприяє пробую проміжку між основними електродами і запалюванню між ними тліючого розряду, який практично миттєво переходить в дуговий.

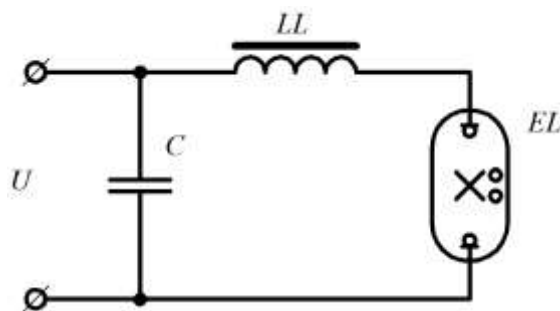
Стабілізація електричних та світлових параметрів лампи настає через 5-7 хвилин після включення. Протягом цього часу струм лампи істотно перевершує номінальний і обмежується лише опором пускорегулюючого апарату. Тривалість пускового режиму сильно залежить від температури навколишнього середовища - чим холодніше, тим довше буде розпалюватися лампа.

Електричний розряд у внутрішній колбі ртутної дугової лампи створює видиме випромінювання блакитного або фіолетового (а не білого як прийнято вважати) кольору, а також потужне ультрафіолетове випромінювання. Останнє збуджує світіння люмінофора, нанесеного на внутрішній стінці зовнішньої колби лампи. Червонувате світіння люмінофора, змішуючись з біло-зеленуватим випромінюванням внутрішньої колби, дає яскраве світло, близьке до білого.

Зміна напруги мережі живлення в більшу чи меншу сторону викликає відповідну зміну світлового потоку. Відхилення напруги живлення на 10 - 15% допустимо супроводжується зміною світлового потоку лампи на 25 - 30%. При зменшенні напруги живлення менше 80% номінального лампа може не запалитися, а працюючи - згасне.

При горінні лампа сильно нагрівається. Це вимагає використання в світлових приладах з дуговими ртутними лампами термостійких проводів, пред'являє серйозні вимоги до якості контактів патронів. Оскільки тиск у внутрішній колбі гарячої лампи істотно зростає, збільшується і напруга її пробую. Величина напруги мережі живлення виявляється недостатньою для запалювання гарячої лампи. Тому перед повторним запалюванням лампа повинна охолонути. Цей ефект є істотним недоліком дугових ртутних ламп високого тиску, оскільки навіть дуже короточасний перерив електроживлення гасить їх, а для повторного запалювання потрібна тривала пауза.

У схемі включення таких ламп (рис. 4.2) послідовно з лампою включається одно- або двох обмотувальний дросель. Так як при індуктивному баласті коефіцієнт потужності ПРА складає 0,45 ... 0,6, то для його підвищення до необхідного значення при індивідуальній компенсації в схему вводиться конденсатор С1. Ємність конденсатора визначається потужністю лампи.



LL – дросель; C – конденсатор; EL – лампа

Рисунок 4.2 – Принципова схема включення чотириелектродних ламп типу ДРЛ

7. Вказівки щодо виконання лабораторної роботи

Лабораторним автотрансформатором встановити напругу 220 В і записати в таблицю 4.2 напругу мережі, напругу на лампі, напругу на баласті, струм в колі лампи, потужність мережі, потужність на лампі, освітленість на робочому місці.

Далі необхідно через кожну хвилину записувати в табл. 4.2 ті ж самі значення до усталеного режиму роботи лампи ДРЛ.

При вимірюванні освітленості треба брати різницю показів люксметра при увімкненій і вимкненій лампі.

Таблиця 4.2 – Основні характеристики лампи ДРЛ в період запалювання

Виміряно								Розраховано						
T, хв.	U_M , В	U_L , В	U_B , В	I, А	P, Вт	P_L , Вт	E, лк	S, ВА	S_L , ВА	S_B , ВА	Q, ВАр	Z_L , Ом	Z_B , Ом	$\cos\varphi$

В таблиці 4.2 прийнято наступні позначення:

T – час запалювання лампи, хвилини;

U_M – напруга мережі, В;

U_L – напруга на лампі, В;

U_B – напруга на баластному опорі, В;

I – струм в колі, А;

E – освітленість, лк.

P – активна споживана потужність кола, Вт;

P_L – активна потужність споживана лампою, Вт;

S – повна потужність, ВА;

S_L – повна потужність лампи, ВА;

S_B – повна потужність баласту, ВА

Q – реактивна потужність кола, Вар;

Z_L – повний опір лампи, Ом;

Z_B – повний опір баласту, Ом

$\cos\varphi$ – коефіцієнт потужності кола

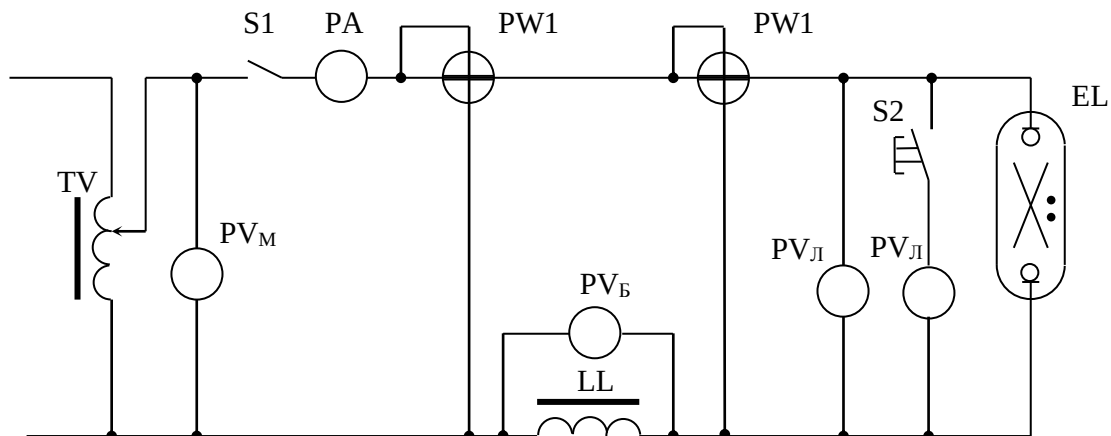


Рисунок 4.3 – Схема електрична принципова дослідження чотириелектродної лампи типу ДРЛ

За дослідними даними визначити:

Повну потужність, споживану електричною схемою, ВА

$$S = U_M \cdot I . \quad (4.1)$$

Повну потужність лампи, ВА

$$S_L = U_L \cdot I . \quad (4.2)$$

Повну потужність баластного опору, ВА

$$S_B = U_B \cdot I . \quad (4.3)$$

Реактивну потужність в електричному колі, Вар

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} . \quad (4.4)$$

Повний опір лампи, Ом

$$Z_L = \frac{U_L}{I} .$$

(4.5) Повний опір баласту, Ом

$$Z_B = \frac{U_B}{I} .$$

(4.6)

Коефіцієнт потужності схеми

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}.$$

(4.7)

За даними таблиці 4.2 побудувати залежності:

$$U_L, U_B, I, E, P_L, Z_L, \cos \varphi = f(T)$$

Наступний етап досліджень заключається в тому, що автотрансформатором необхідно встановити напругу 240В і дослідити основні параметри лампи ДРЛ в усталеному режимі при зміні напруги живлення в межах від 240 В до величини, при якій лампа погасе. Напругу змінювати з інтервалом 10 В.

Дані дослідження записати в таблицю 4.3.

Таблиця 4.3 – Залежність основних характеристик лампи ДРЛ від напруги живлення

Виміряно							Розраховано						
U _М , В	U _Л , В	U _Б , В	I, А	P, Вт	P _Л , Вт	E, лк	S, ВА	S _Л , ВА	S _Б , ВА	Q, ВАр	Z _Л , Ом	Z _Б , Ом	cosφ

За дослідними даними визначити повну потужність, споживану електричною схемою, повну потужність лампи, повну потужність баластного опору, реактивну потужність в електричній колі, повний опір лампи, повний опір баласту, коефіцієнт потужності схеми по формулам приведеними вище.

За даними таблиці 4.3 побудувати залежності:

$$U_L, U_B, I, E, P_L, Z_L, \cos \varphi = f(U_M)$$

Дати пояснення результатам дослідження.

8. Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт по роботі повинен мати:

8.1 Технічні відомості про дослідну лампу високого тиску ДРЛ.

8.2 Таблиці з дослідними даними.

8.3 Електричну схему лабораторної установки для дослідження лампи високого тиску.

8.4 Графіки характеристик, побудованих за дослідними даними.

8.4 Висновки по роботі.

9. Контрольні питання

9.1 Будова і основні характеристики газорозрядних ламп високого тиску з люмінесцентним покриттям типу ДРЛ.

9.2 Пояснити схему вмикання лампи типу ДРЛ в мережу.

9.3 Пояснити фізичні процеси в лампах високого тиску при запалюванні в усталеному режимі.

9.4 Область застосування ламп типу ДРЛ.

9.5 Переваги і недоліки лампи ДРЛ в зрівнянні з іншими джерелами оптичного випромінювання.

9.6 Назвати потужності ламп ДРЛ.

- 9.7 Пояснити зменшення струму в колі в період загоряння лампи ДРЛ.
- 9.8 Проаналізуйте залежність основних характеристик лампи ДРЛ від напруги живлення.
- 9.9 Чому повторне запалювання лампи ДРЛ можливо лише через 20 хвилин після її погасання ?

10. Критерій оцінювання лабораторної роботи

Максимальна оцінка лабораторної роботи складає 1,5 бала.

Робота оцінюється шляхом перевірки правильності виконаного звіту з лабораторної роботи і опитуванням студентів по контрольним питанням до лабораторної роботи.

Перескладати лабораторну роботу можна тільки один раз.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

ВИВЧЕННЯ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ПУСКОРЕГУЛЮЮЧИХ

АПАРАТІВ /ПРА/ ДЛЯ ГАЗОРОЗРЯДНИХ ЛАМП

1. Мета роботи

Вивчити конструкцію і принцип роботи напівпровідникових ПРА для газорозрядних ламп. Ввімкнути газорозрядну люмінесцентну лампу низького тиску по схемі з контролем температури електродів та натрієву лампу високого тиску за допомогою імпульсного запалюючого пристрою.

2. Технічна характеристика устаткування

Для виконання лабораторної роботи використовується наступне електротехнічне устаткування:

Таблиця 5.1 – Технічні характеристики газорозрядних ламп ЛД20 та ДНАТ400

Назва	Тип	Потужність, Вт	Напруга, В	Світловий потік, лм	Розміри	
					діаметр, мм	довжина, мм
Люмінесцентна лампа низького тиску	ЛД20	20	127	920	40	604,0
Газорозрядна лампа високого тиску	ДНАТ 400	400	220	47000	58	240

Таблиця 5.2 – Технічні характеристики досліджувальних ПРА

Назва	Тип ПРА	Потужність, Вт	Напруга, В	Струм мережі, А
Пуско-регулюючий пристрій	УІЗУ-220-02-ХЛІ	400	220	4,6

3. Зміст роботи та методика її виконання

3.1 Ознайомитись з обладнанням робочого місця. Записати паспортні дані обладнання.

3.2 Вивчити конструкцію та принцип роботи ПРА для запалювання люмінесцентної газорозрядної лампи ЛД 20 по схемі з контролем температури електродів.

3.3 На робочому місці скласти електричну схему і ввімкнути лампу в мережу.

3.4 Ознайомитись з будовою газорозрядної лампи високого тиску типу ДНаТ.

3.5 Усвідомити призначення імпульсного запалюючого пристрою типу УІЗУ-220-02-ХЛІ.

3.6 Вивчити схему вмикання світильника ЖКУ02-400-ООІ з натрієвою лампою високого тиску ДНаТ400, усвідомити призначення окремих елементів ПРА, ввімкнути світильник в мережу.

4. Методичні вказівки з дослідження напівпровідникових пускорегулюючих апаратів для газорозрядних ламп

Пускорегулюючий апарат (ПРА) - це пристрій, за допомогою якого розрядна лампа отримує живлення від електричної мережі. ПРА забезпечує необхідний режим запалювання, розігріву електродів, а після запалювання дугового розряду, роботу лампи в номінальному режимі.

Основні функції ПРА: стабілізація робочих характеристик лампи після її запалювання і забезпечення стійкості роботи лампи при відхиленнях напруги мережі. Деякі типи пускорегулювальних апаратів забезпечують ще декілька функцій: підігрів електродів, підвищення напруги для запалювання лампи та ін.

Для люмінесцентних ламп використовують ПРА трьох основних типів:

- ПРА імпульсного запалювання подають імпульс напруги на лампу;
- ПРА швидкого запалювання подають на лампу напругу не імпульсної форми з попереднім підігрівом електродів;
- ПРА миттєвого запалювання подають напругу не імпульсної форми на холодні електроди лампи.

В лабораторній роботі необхідно вивчити схему електричну принципову ПРА з напівпровідниковим стартером, який призначений для вмикання люмінесцентної лампи ЛД20 в роботу. По даній схемі підключити лампу ЛД20 до мережі.

Також в лабораторній роботі необхідно вивчити схему електричну принципову ПРА для вмикання лампи ДНаТ за допомогою імпульсного запалюючого пристрою УІЗУ-220-02ХЛІ в світильнику ЖКУ02-400-ООІ.

5. Підготовка установки для проведення дослідів

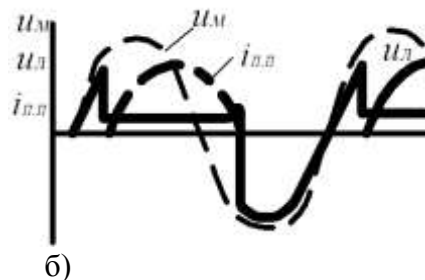
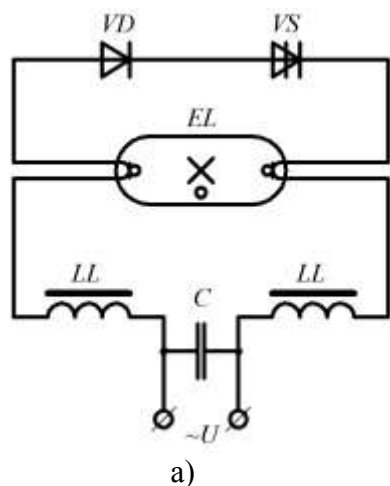
5.1 Встановити всі апарати у виключений стан.

5.2 Зібрати і перевірити схему електричну принципову ПРА з напівпровідниковим стартером.

6. Основні теоретичні положення

Найменш надійним елементом стартерних схем включення люмінесцентних ламп є стартер з його малим терміном служби, який залежить від числа включень і нестабільністю електричних параметрів. Ці недоліки стартера призводять до скорочення терміну служби ламп, а часто до перегріву і виходу з ладу всього ПРА.

Характерні особливості вольт-амперних характеристик напівпровідникових елементів дозволяють використовувати їх замість стартерів тліючого розряду. Відомі схеми з застосуванням позисторів, перемикаючих діодів-динисторів і тринисторів. Прикладом ПРА імпульсного запалювання з використанням динисторів є схема включення ЛЛ з напівпровідниковим стартером, яка приведена рис.5.1.

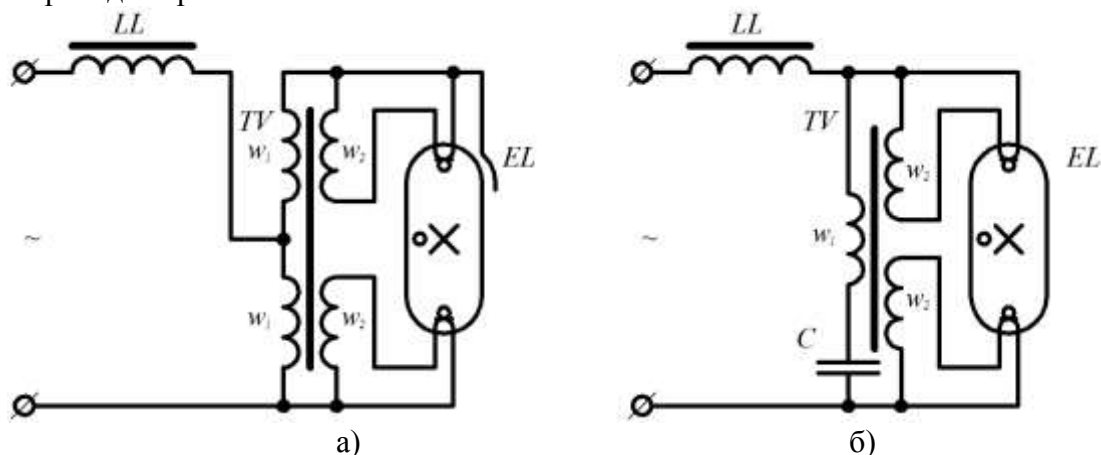


VS - динистор; VD – діод; LL – дросель; EL – люмінесцентна лампа

Рисунок 5.1 - а) Схема включення ЛЛ з напівпровідниковим стартером;
б) Осцилограми миттєвих значень напруги і струму при запалюванні люмінесцентної лампи за допомогою динистора.

Процес запалювання лампи видно на осцилограмах (рис. 5.1 (б)). При певному миттєвому значенні напруги позитивної напівхвилі синусоїдальної напруги мережі U_M , динистор VS відкривається, по електродах лампи тече струм попереднього підігріву i_{nn} , напруга на лампі під час підігріву залишається рівною падінню напруги на відкритому динисторі. У момент припинення струму підігріву ($i_{nn} = 0$) до лампи прикладається напруга негативної напівхвилі. Якщо електроди лампи досить нагрілися і напруга запалювання лампи стала менше амплітудного, то лампа запалюється. Якщо нагрів недостатній, то процес повторюється з частотою мережі до моменту створення задовільних умов для запалювання.

Прикладом ПРА гарячого, з постійним підігрівом і холодного запалювання є схеми які приведені рис. 5.2



EL – люмінесцентна лампа; LL – дросель; TV - розжарювальний трансформатор; C - конденсатор, w_1 – первинна обмотка трансформатора; w_2 – вторинна обмотка трансформатора

Рисунок 5.2 – а) Безстартерна схема включення ЛЛ з розжарювальним трансформатором гарячого запалювання б) Резонансна безстартерна схема включення ЛЛ з розжарювальним трансформатором холодного запалювання

Безстартерна схема гарячого запалювання ЛЛ з постійним підігрівом електродів включає в себе дросель і розжарювальний трансформатор. (рис 5.2, а). Надійність запалювання ЛЛ забезпечується попереднім підігрівом електродів, який знижує напругу запалювання до значення напруги мережі, і наявністю провідникової полоси або спеціального покриття на колбі. Недоліком безстартерної ПРА гарячого запалювання є більші витрати матеріалів на виготовлення, більші втрати потужності. До того ж після запалювання люмінесцентної лампи по нитці розжарення електродів постійно протікає струм підігріву, що зменшує термін служби ламп за рахунок розпилювання електродів лампи, на первинній обмотці розжарювального трансформатора під час роботи лампи зберігається приблизно половина напруги, що подається на схему.

Пускорегулюючі апарати холодного (миттєвого) запалювання при холодних електродах лампи (рис. 5.2, б) містять індуктивні та ємнісні елементи, що утворюють у режимі холостого ходу послідовний резонансний контур. За рахунок резонансу напруг у такому контурі забезпечується надійне запалювання люмінесцентної лампи, підключеної паралельно одному з цих елементів.

При подачі напруги на схему напруга на конденсаторі перевершує напругу мережі в 2...2,5 рази. Трохи зменшена напруга розжарювального трансформатора буде подана на лампу. При розігріві електродів від розжарювального трансформатора цієї напруги достатньо для загоряння лампи. Після загоряння лампи коло ємність – первинна обмотка трансформатора шунтується опором лампи, виводячи контур із резонансу.

Недоліки ПРА миттєвого запалювання заключаються в значній втраті потужності (до 40% потужності лампи) і в швидкому розпилюванні оксидного покриття електродів.

ПРА для схем вмикання газорозрядних ламп високого тиску відрізняються від ПРА ламп низького тиску. Відсутність попередньо підігрітого електрода потребує відносно високої напруги запалювання. Її можна досягти або за допомогою резонанса або значною величиною ЕРС самоіндукції баластного дросселя.

На рис.5.3 представлена схема ПРА для газорозрядної лампи високого тиску ДРИ. Схема містить трансформатор TV2, вторинна обмотка якого виконує роль баластного опору, стабілізуючого розряд між електродами. Первинна обмотка трансформатора TV2 є частиною запалюючого пристрою, що містить, крім того, трансформатор TV1, конденсатор С і розрядник F.

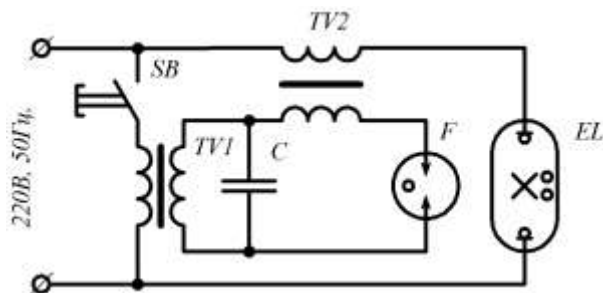


Рисунок 5.3 – Схема вмикання лампи ДРИ

Напруга мережі, прикладена до електродів лампи, недостатня для виникнення розряду між ними. При включенні кнопкою SB трансформатора TV1 конденсатор С протягом частини напівперіоду мережі заряджається від вторинної обмотки TV1 до напруги пробоя розрядника F. У момент пробоя по первинній обмотці TV2 протікає імпульс струму розряду конденсатора, а у вторинній обмотці трансформатора TV2 виникає імпульс напруги з амплітудою до 2 ... 3 кВ, який забезпечує запалювання розряду у внутрішній колбі лампи. У наступний напівперіод мережі процес повторюється.

Схема включення лампи ДНаТ за допомогою ПРА наведена на рис. 5.4

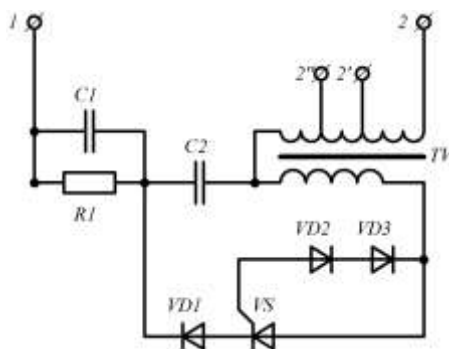


Рисунок 5.4 - Принципова електрична схема пристрою імпульсного запалюючого універсального типу УІЗУ

При підключенні живлення до УІЗУ заряджається конденсатор C2 через ланцюжок R, C1 і вторинну обмотку імпульсного трансформатора TV. Коли напруга C2 досягає напруги стабілізації стабілітрона VD2, в колі керуючого електрода тиристора VS з'являється струм, тиристор відкривається і конденсатор C2 розряджається на первинну обмотку імпульсного трансформатора TV через тиристор і діод VD1. У вторинній обмотці з'являються імпульси напруги (на півхвилю близько 5 імпульсів) в 1900 ... 6000 В, що забезпечують запалювання лампи. Значення амплітуд імпульсів визначається положенням перемикача 2 (2', 2''). Амплітуда і тривалість імпульсів залежать також від значень R, C1. Діод VD1 призначений для захисту тиристора VS по зворотній напрузі.

Тривалість розпалювання лампи ДНаТ складає 10...15 хв., повторне запалювання можливо через 1 ... 2 хв. після згасання лампи.

7. Вказівки щодо виконання лабораторної роботи

Скласти схему вмикання лампи ЛД20 через дросель ІАБПІ-20/220-ВП, напівпровідниковий пристрій К2ПН32І, в схемі передбачити фоторезистор. Після перевірки зібраної схеми автоматичним вимикачем QF електричну схему ввімкнути.

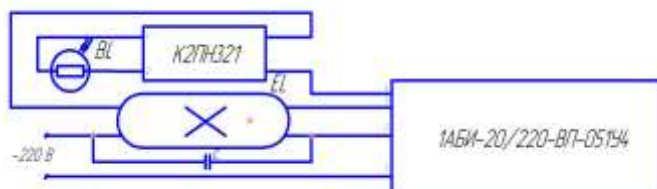


Рисунок 5.5 – Схема вмикання газорозрядної лампи низького тиску за допомогою напівпровідникового стартера

Вивчити конструкцію газорозрядної лампи високого тиску типу ДНаТ і схему вмикання світильника ЖКУ02-400-ООІ з лампою ДНаТ400 і ввімкнути його в мережу. Усвідомити призначення елементів ПРА.

Простежити режим запалювання лампи ДНаТ і пояснити фізичні процеси в лампі при запалюванні і роботі.

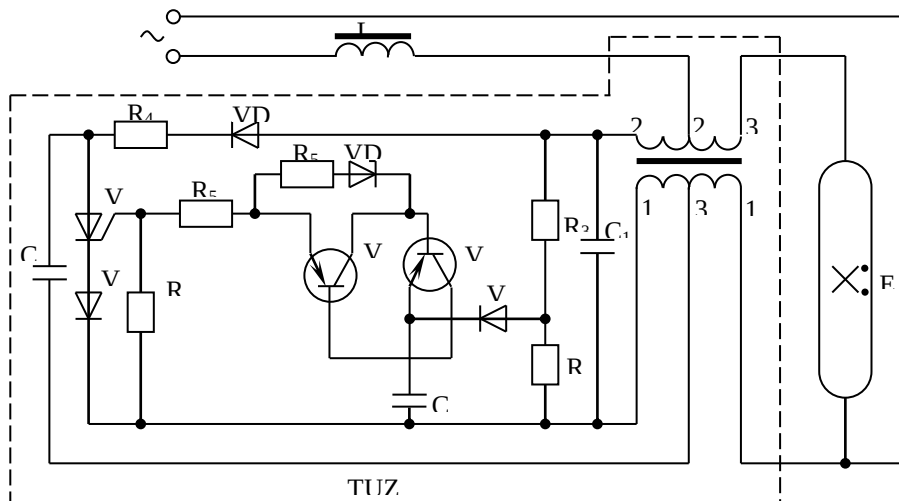


Рисунок 5.6 – Схема вмикання світильника ЖКУ02- 400-001

8 Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт по роботі повинен мати:

- 8.1 Технічні відомості про дослідні лампи низького тиску ЛД20 і високого тиску ДНаТ.
- 8.2 Технічні відомості про ПРА дослідних лампи низького тиску ЛД20 і високого тиску ДНаТ.
- 8.3 Електричні схеми ПРА для дослідження лампи низького тиску ЛД20 і високого тиску ДНаТ.
- 8.4 Висновки по роботі.

9. Контрольні питання

- 9.1 Назвіть недоліки стартерної схеми вмикання газорозрядних ламп низького тиску.
- 9.2 Який елемент ПРА контролює температуру електродів лампи ?
- 9.3 Назвіть призначення пристрою К2ПН321.
- 9.4 Конструкція натрієвої лампи високого тиску типу ДНаТ.
- 9.5 Призначення імпульсного запалюючого пристрою ІЗУ та УІЗУ, принцип їх роботи.
- 9.6 Назвіть призначення пристрою ТУЗ–400/2 в схемі включення світильника вуличного освітлення ЖКУ02х400-001.
- 9.7 Назвіть на які класи підрозділяються ПРА у схемах вмикання газорозрядних ламп низького та високого тиску.

10. Критерій оцінювання лабораторної роботи

Робота оцінюється шляхом перевірки правильності виконаного звіту з лабораторної роботи і опитуванням студентів по контрольним питанням до лабораторної роботи. Перескладати лабораторну роботу можна тільки один раз.

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ УСТАНОВКИ ДЛЯ ІНФРАЧЕРВОНОГО ОБІГРІВУ ТА УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ОПРОМІНЕННЯ МОЛОДНЯКА С.-Г. ТВАРИН І ПТИЦІ

1. Мета роботи

Вивчити конструкцію і схему керування установки для опромінення типу "Луч " та придбати практичні навички по дослідженню та експлуатації опромінювальних установок.

2. Технічна характеристика устаткування

Для виконання лабораторної роботи використовується наступне електротехнічне устаткування:

Таблиця 6.1 – Технічна характеристика вітальної лампи

Тип лампи	Потужність, Вт	Напруга мережі, В	Світловий потік, лм	Вітальний потік, м Віт	Бактерицидний потік, м бк	Строк служби, годин	Розміри, мм	
							довжина	діаметр
ЛЭ15	15	127	40	300	55	5000	451,6	30

Таблиця 6.2 – Технічна характеристика інфрачервоної лампи

Тип лампи	Потужність, Вт	Напруга мережі, В	Спектральний діапазон випромін., нм	Довжина хвилі максимуму випромін., нм	ІЧ випромін. від загального потоку випромін. %	Строк служби, годин
ИКЗК2 50	250	220	760-1400	1200	75	6000

3. Зміст роботи та методика її виконання

3.1 Ознайомитись з обладнанням робочого місця. Записати паспортні дані обладнання.

3.2 Вивчити конструкцію вітальної газорозрядної лампи ЛЭ15.

3.3 Вивчити конструкцію інфрачервоної лампи ИКЗК250.

3.4 Вивчити конструктивні особливості комбінованої установки для опромінення типу " Луч " і її призначення.

3.5 Ознайомитися зі схемою керування установкою для опромінення в ручному та автоматичному режимах.

3.6 Вивчити способи регулювання потоку інфрачервоних ламп.

3.7 Вивчити біологічну дію інфрачервоного та ультрафіолетового випромінювання на с.г. тварин і птицю.

4. Методичні вказівки з дослідження режимів роботи установки ІЧ обігріву та УФ опромінення молодняка с.г. тварин і птиці

Спільна дія інфрачервоних і ультрафіолетових променів надає найбільш сумарний біологічний вплив на тварин і птицю, недосяжне при роздільному ультрафіолетовому опроміненні або інфрачервоному обігріві. Наприклад, при використанні одночасного інфрачервоного нагріву і ультрафіолетового опромінення в телятниках і свинарниках на 15...20% збільшується приріст маси молодняка і на 10...15% - збереження.

Для одночасного інфрачервоного і ультрафіолетового опромінення молодняка сільськогосподарських тварин і птиці розроблені і серійно випускаються промисловістю стаціонарні автоматизовані установки ИКУФ-1, ИКУФ-1М, «Луч» і «СОЖ»-1. Ці установки призначені для місцевого обігрівання поросят-сосунів до 45...60 - денного віку, телят до 45...120-денного, ягнят до 60-денного, молодняка птиці (курчат, індичат, каченят, гусенят) - до 20...30 - денного віку та їх ультрафіолетового опромінення протягом усього часу утримання.

В лабораторній роботі необхідно вивчити конструкцію та призначення комбінованої установки для опромінення типу "Луч" і навести технічні відомості про неї.

Ознайомитися зі схемою керування установкою для опромінення в ручному та автоматичному режимах, вивчити способи регулювання потоку інфрачервоних ламп, а також вивчити біологічну дію інфрачервоного та ультрафіолетового випромінювання на с.г. тварин і птицю, дослідити установку "Луч" у різних режимах роботи при інфрачервоному та ультрафіолетовому опроміненні.

5. Підготовка установки для проведення дослідів

5.1 Встановити всі апарати у виключений стан.

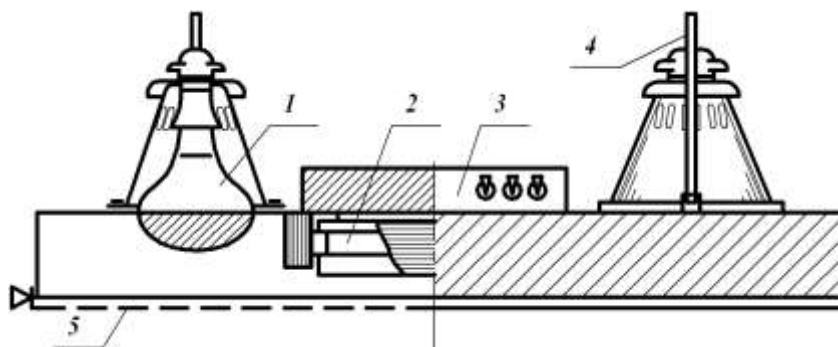
5.2 За допомогою автоматичного вимикача QF подати напругу на шафу керування установкою типу «Луч».

5.3 Усвідомити роботу схеми керування в ручному та автоматичному режимах роботи.

6. Основні теоретичні положення

В установках забезпечення оптимального температурного режиму утримання молодняка тварин і птиці широко використовується інфрачервоний обігрів. Однак він найбільш ефективний у поєднанні з одночасним ультрафіолетовим опроміненням.

Установки ИКУФ-1, ИКУФ-1М складаються з блоку програмного управління і 20, 40, 60 або 80 опромінювачів. Кожен опромінювач містить дві інфрачервоні лампи ИКЗК 220-250 і одну ультрафіолетову (вітальну ЛЭ15 або вітально-освітлювальну ЛЭО15). До складу установки входить жорстка металева коробка, на обох кінцях якої розміщені інфрачервоні лампи ИКЗК220-250 1, а між ними - ультрафіолетова лампа ЛЭ15 (ЛЭО15) 2 з відбивачем. Пускорегулюючий пристрій ультрафіолетової лампи встановлено зверху на опромінювачі та закрито кожухом 3 (рис.6.1). Знизу опромінювач закритий решіткою 5. За допомогою трипровідного шнура і штепсельного роз'єму він підключається до мережі. Підвішують опромінювачі над зоною відпочинку молодняка на тросі або підвісках із сталевих дроту за спеціальні дужки.



1 – ІЧ-лампа; 2 – вітальна лампа; 3 – кожух ПРА з перемикачами; 4 – підвіска; 5 – захисні решітки

Рисунок 6.1 – Конструкція опромінювальної установки ИКУФ-1

Відмінність опромінювачів установок ИКУФ-1 і ИКУФ-1М в основному в тому, що використання герметичних патронів і тримачів стартера, а також застосування резинових сальникових ущільнень робить конструкцію опромінювачів установки ИКУФ-1М пилевологозахисною, на них відсутні перемикачі, які призначені для індивідуального управління інфрачервоним обігрівом і ультрафіолетовим опроміненням молодняка.

Схема управління роботою установки ИКУФ-1 передбачає два режими роботи: автоматичний і ручний. (рис. 6.2). Один з режимів роботи ІЧ ламп кожного випромінювача може бути заданий за допомогою перемикачів SA1, SA2: включена тільки EL1, включена тільки EL2, включені EL1 і EL2 на повну напругу мережі, EL1 і EL2 включені послідовно і кожна з ламп включена на половину напруги мережі. Перемикач SA1 служить для управління роботою вітальною лампою, включеною за стартерною схемою імпульсного запалювання з попереднім підігрівом електродів.

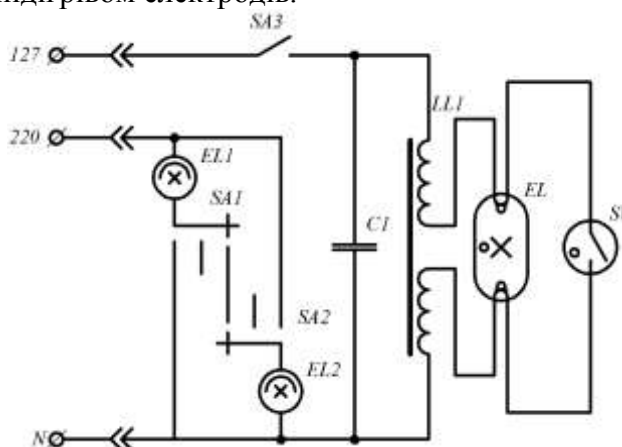
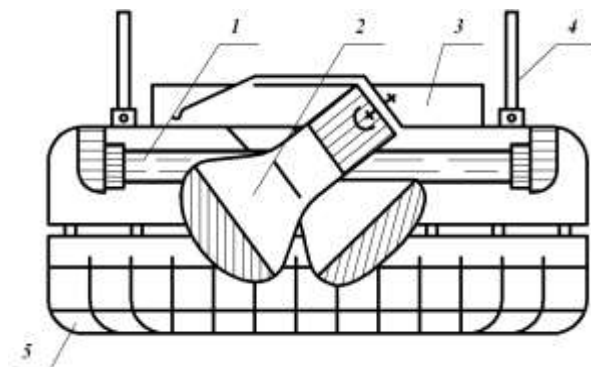


Рисунок 6.2 – Електрична принципова схема випромінювача ИКУФ-1

В універсальній автоматизованій установці «Луч» опромінювач представляє собою конструкцію овальної форми. У опромінювачі на кронштейнах змонтовані дві інфрачервоні лампи ИКЗК220-250 і одна вітальна лампа ЛЭ15 (ЛЭ015) з відбивачем. На опромінювачі під захисним кожухом розташована пускорегулююча апаратура ультрафіолетової лампи. Знизу опромінювач закритий металевою решіткою. Патрони інфрачервоних ламп ущільнені спеціальними гумовими манжетами, лампотримачі ультрафіолетової лампи виконані у брызкозахисному виконанні (рис.6.3).

Конструкція кріплення інфрачервоних ламп дозволяє встановлювати їх під кутом 45, 68 і 90 ° до обігрівальної поверхні, що дає можливість більш ефективно використовувати інфрачервоний потік і більш рівномірно його розподіляти по опромінювальній поверхні. Для зміни температурного режиму по мірі зростання молодняка тварин або птиці в установці «Луч» використані регулятори напруги живлення інфрачервоних ламп. Для цієї мети може бути використаний найпростіший тиристорний регулятор напруги (рис. 6.4).

Для живлення вітальних ламп передбачається спеціальний понижуючий трансформатор 220/127 В.



1 – вітальна лампа; 2 – ІЧ-лампа; 3 – кожух ПРА; 4 – підвіска;
5 – захисна металева решітка

Рисунок 6.3 – Конструкція опромінювача установки «Луч»

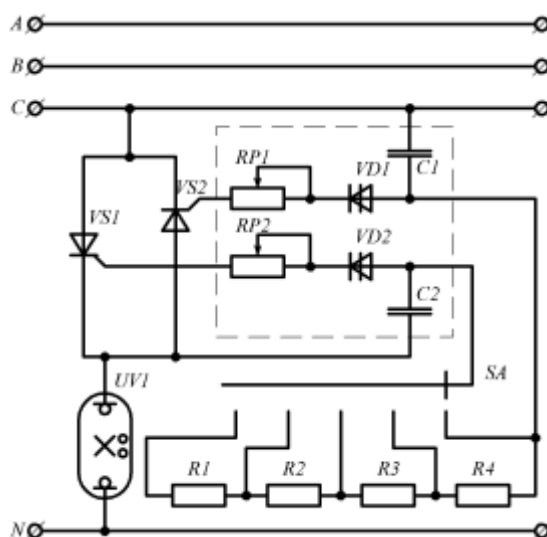


Рисунок 6.4 – Тиристорний регулятор установок «Луч» і «СОЖ»
(інші дві фази виконані аналогічно)

Подальше вдосконалення установок ИКУФ-1, ИКУФ-1М і «Луч», яке інтенсивно проводиться останнім часом, спрямоване на поліпшення їх експлуатаційних якостей, відпрацювання найбільш доцільних робочих режимів і доопрацювання конструкції опромінювачів - доповнення опромінювачів високовольтними іонізаторами повітря, у тому числі з малопотужними вентиляторами, заміну ламп ЛЭ15 (ЛЭ015) на більш потужні, наприклад ЛЭ30 (ЛЭО30), або лампи типу ДВТ невеликої потужності, наприклад, ДРТ100, ДРТ2-100, ДРТ250 та ін, які живляться від мережі змінного струму напругою 220 В і випромінюють ультрафіолетові промені всього діапазону (від 200 до 380 нм). Установки інфрачервоного обігріву замість ламп комплектуються більш ефективними термовипромінювачами типу ЭИС-0,25-И1 «Ирис».

На основі нових ультрафіолетових ламп ДРТ100 і ДРТ2-100 в даний час розроблена і освоєється промисловістю установка типу СОЖ-1, яка призначена, як і установки ИКУФ і «Луч», для локального інфрачервоного обігріву та ультрафіолетового опромінення молодняку сільськогосподарських тварин і птиці.

Опромінювач установки СОЖ-1 має дві інфрачервоні лампи типу ИКЗК220-250, розміщені в конічному корпусі, бактерицидну лампу типу ДРТ100 для знезаражування повітря та місць утримання молодняку і вітальну лампу типу ДРТ2-100. Корпуса з лампами ИКЗК220-250 можуть відхилятися від вертикального положення на кут до 30 °.

Заданий режим роботи установки СОЖ-1 автоматично підтримується програмним пристроєм, який разом з електромагнітними пускачами і комутуючою апаратурою розташовані в пульті управління.

7. Вказівки щодо виконання лабораторної роботи

Відкрити шафу керування, ознайомитися з обладнанням та особливостями налагодження в ручному та автоматичному режимах.

Ознайомитися з принципом дії двопрограмного реле часу 2РВМ, для налагодження ІЧ та УФ опромінення в автоматичному режимі.

Вивчити принцип роботи тиристорного регулятора напруги та його призначення в схемі керування установкою “Луч” (Рисунок 6.6).

Закрити шафу керування. Ввімкнути установку для опромінення під напругу і усвідомити роботу схеми керування в ручному та автоматичному режимах.

УВАГА! ПЕРЕД ВМІКАННЯМ ЛАМПИ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ТИПУ ЛЭ–15 УСІМ ЧЛЕНАМ БРИГАДИ НАДІТИ ЗАХИСНІ ОКУЛЯРИ І НЕ ЗНІМАТИ ЇХ ДО ЗАКІНЧЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ !

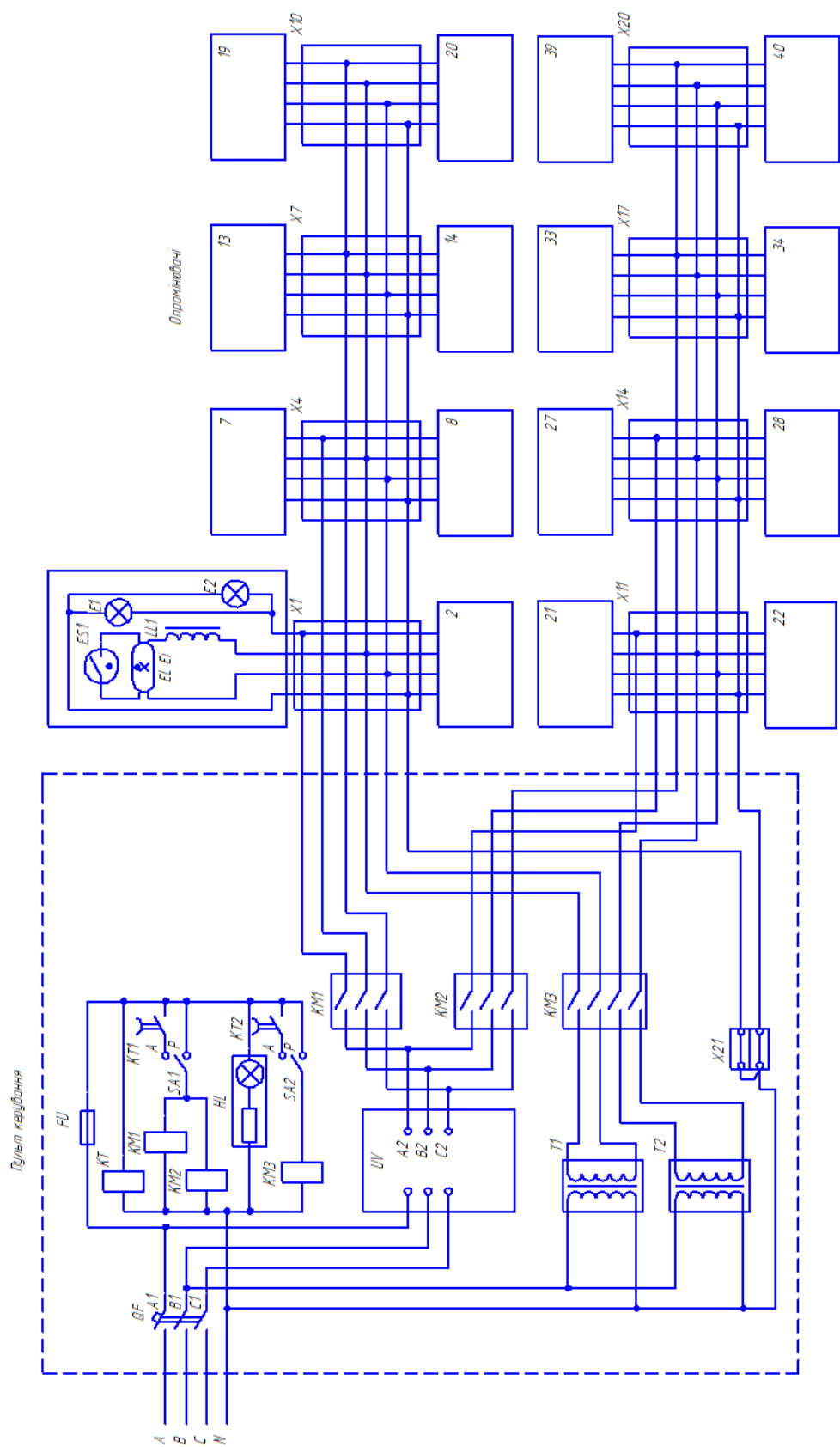


Рисунок 6.5 – Схема електрична принципова керування опромінювальною установкою типу «Луч»

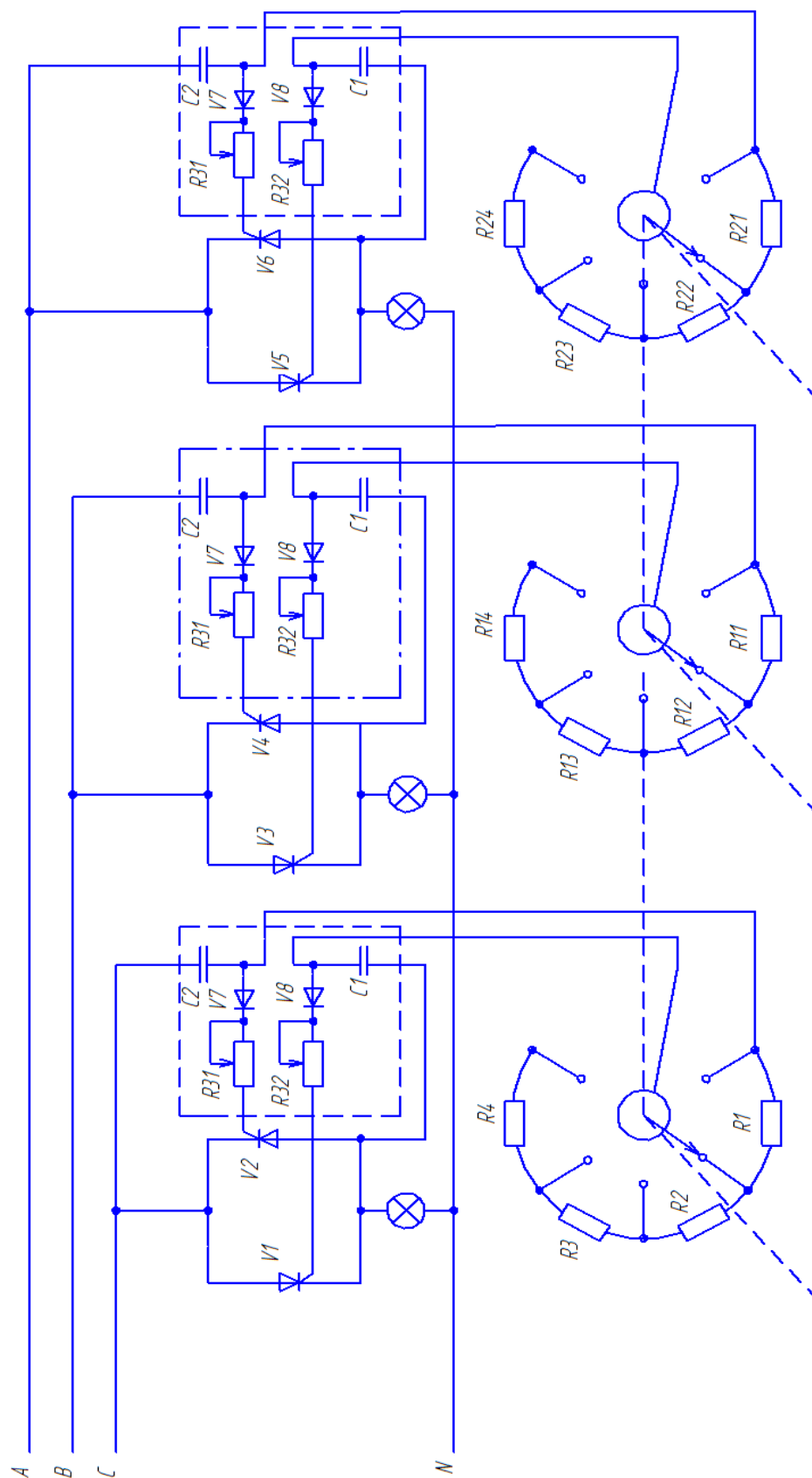


Рисунок 6.6 – Схема електрична принципова тиристорного регулятора напруги

8 Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт по роботі повинен мати:

8.1 Технічні відомості про ультрафіолетову лампу типу ЛЭ15, інфрачервону лампу типу ИКЗК250 та опромінювальну установку типу «Луч».

8.2 Електричну схему керування опромінювальною установкою типу «Луч».

8.3 Електричну схему тиристорного регулятора (для однієї фази).

8.4 Висновки по роботі.

9 Контрольні питання

9.1 Пояснити призначення установки "Луч".

9.2 Зробити аналіз спектру випромінювання ультрафіолетової лампи типу ЛЭ15.

9.3 Чим конструктивно вітальна люмінесцентна лампа відрізняється від люмінесцентної освітлювальної лампи ?

9.4 Назвіть позитивні якості і недоліки "світлич" джерел інфрачервоного випромінювання.

9.5 Чим конструктивно відрізняється інфрачервона лампа типу ИКЗК від освітлювальної лампи розжарювання ?

9.6 Чому строк служби інфрачервоних ламп більше ніж освітлювальних ламп розжарювання?

9.7 З якою метою вкрита дзеркалом поверхня колби інфрачервоних ламп ?

10 Критерій оцінювання лабораторної роботи

Робота оцінюється шляхом перевірки правильності виконаного звіту з лабораторної роботи і опитуванням студентів по контрольним питанням до лабораторної роботи.

Перескладати лабораторну роботу можна тільки один раз.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ВУЛИЧНИМ ОСВІТЛЕННЯМ

1. Мета роботи

Дослідити системи автоматичного керування вуличним освітленням

2. Технічна характеристика устаткування

Для виконання лабораторної роботи використовується наступне електротехнічне устаткування:

Таблиця 7.1 – Технічна характеристика фотореле ФР-2

Тип фотореле	Напруга мережі, В	Частота мережі, Гц	Відхилення напруги, %	Вмикання вуличного освітлення, лк	Вимикання вуличного освітлення, лк	Струм магнітного пускача, А
ФР-2	220	50	10	5	10	2

Таблиця 7.2 – Технічна характеристика фото вимикача ФВ-2

Тип фото-вимикача	Напруга мережі, В	Частота мережі, Гц	Відхилення напруги, %	Вмикання вуличного освітлення, лк	Вимикання вуличного освітлення, лк	Тривало допустимий комутаційний струм, А
ФВ-2	220	50	10	1,3±1	7±2	20

- лабораторний автотрансформатор ЛАТР-1М – межі регулювання вторинної напруги – 0В-250В; струм холостого ходу – 0,7А; допустимий струм навантаження – 9А.

- люксметр Ю-116 - діапазон вимірювань - від 5 до 30 і від 20 до 100 лк; три нейтральних світлофільтри КМ, КР і КТ з коефіцієнтами послаблення потоку відповідно 10, 100 і 1000; похибка вимірювань $\pm 10\%$.

3. Зміст роботи та методика її виконання

3.1 Ознайомитись з обладнанням робочого місця. Записати паспортні дані обладнання.

3.2 Вивчити будову фотореле ФР-2, фотовимикача ФВ-2.

3.3 Вивчити схеми установок автоматичного керування вуличним освітленням.

3.4 Визначити значення порогової освітленості на вмикання і вимикання вуличного освітлення

4. Методичні вказівки з дослідження системи автоматичного керування вуличним освітленням

Освітлення вулиць - це невід'ємний елемент забезпечення безпеки життя суспільства. З його допомогою легко зробити саму звичайну вулицю оригінальною і привабливою. Якщо використовувати наукові терміни, то освітлення для вулиць є штучним засобом оптичного збільшення видимості в нічний час доби.

Освітлення може включатися як автоматично, так і в ручну. Для розподілу навантаження на лампи застосовують фотореле для вуличного освітлення. Це спеціальний комутаційний пристрій, який дозволяє керувати навантаженням на лампі. Управління проводиться в автоматичному режимі. Саме цей прилад відповідає за своєчасне включення ламп на вулицях з настанням перших сутінків. Фотореле також відповідає і за виключення ламп.

В лабораторній роботі необхідно вивчити конструкцію та призначення фотореле ФР-2, фотовимикача ФВ-2 і навести технічні відомості про них.

Ознайомитися зі схемою керування фотореле ФР-2, фотовимикача ФВ-2 в ручному та автоматичному режимах, вивчити способи регулювання освітленості для вмикання і вимикання вуличного освітлення а також навчитися визначити значення порогової освітленості при вмиканні і вимиканні вуличного освітлення за допомогою даних пристроїв.

5. Підготовка установки для проведення дослідів

5.1 Встановити всі апарати у виключений стан.

5.2 Встановити ручку лабораторного автотрансформатора в нульове положення і за допомогою автоматичного вимикача QF подати напругу на нього.

5.3 Включити вилку фотореле ФР-2 в розетку.

5.4 Тумблер фото вимикача ФВ-2 S1 поставити в нульове положення.

5.5 Усвідомити роботу схеми керування фотореле ФР-2, фотовимикача ФВ-2 в ручному та автоматичному режимах роботи.

6. Основні теоретичні положення

Існує кілька синонімів, фотореле, сутінковий вимикач, сутінковий датчик, що по суті означає одне і теж. Принцип дії таких пристроїв досить простий. При зміні рівня освітленості до заданого порогу, спрацьовує електромеханічне реле, яке комутує підключене до нього обладнання. Де використовуються такі датчики? Сфера застосування досить обширна: вуличне освітлення, рекламні вивіски, підсвічування фасадів будівель, освітлення дворів і територій.

Номінальна робоча напруга становить 220 В, поріг спрацьовування реле в межах 2-2000 лк (люкс), максимальне навантаження - від 1000 - 2300Вт. Максимальне робоче навантаження сильно залежить від типу підключених пристроїв до фотореле. При неправильному виборі фотореле і допоміжних елементів, термін життя фотореле буде недовгим. Сучасні фотореле мають ступінь захисту IP44. Перша цифра після IP - 4 . 4 - відповідає захисту від проникнення сторонніх предметів розміром більше 1 мм. Друга характеристична цифра вказує ступінь захисту обладнання від шкідливої дії води, яку забезпечує оболонка. Друга цифра також 4 . Що дає нам захист від бризок , падаючих в будь-якому напрямку. Таким чином фотореле можна безпечно використовувати під відкритим небом. Поріг спрацьовування реле знаходиться в межах 5-50 лк. Діапазон робочих температур -25 ... +40 ° С.

Необхідно звернути увагу , що поріг 5 лк не завжди прийнятний. Такий рівень освітленості відповідає починаючим сутінкам, тобто предмети досить добре помітні, небо тільки починає темніти. В умовах економії, включення вуличного освітлення за таких умов може бути не завжди виправдано. Поріг 2 лк, відповідає глибоким сутінкам, темрява настає протягом 10 хв.

Як видно зі схеми (рис.7.1), реле підключається в розрив фази світильника безпосередньо.

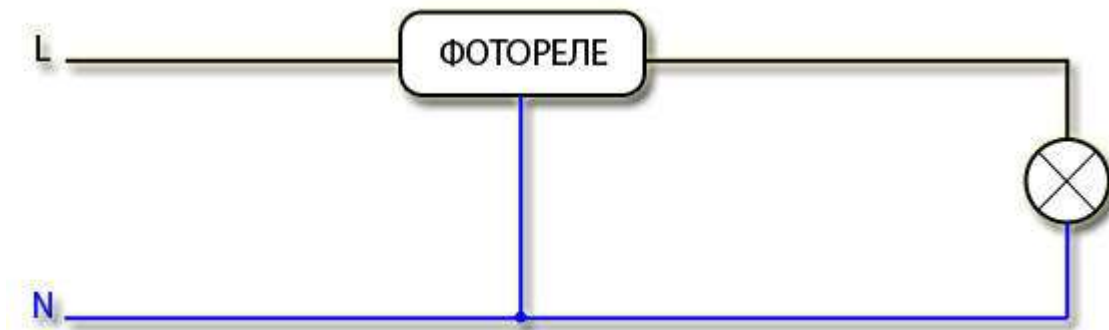


Рисунок 7.1 - Схема підключення фотореле

Якщо потужність навантаження не ясна, або планується підключення світильників з високими пусковими струмами, рекомендується використовувати модульний контактор або магнітний пускач . Контактор - це зручний проміжний пристрій. При подачі напруги на котушку контактора, притягається якор, який замикає робочі силові контакти. У однофазному ланцюзі, можна використовувати контактори з напругою котушки 220 В і одним або двома (НО) нормально відкритими контактами. Якщо група контактів всього одна, то на один полюс підводиться фаза, а до другого полюса підключається навантаження. Якщо є 2 контакти, то на другу групу можна пустити і нуль, що буде безпечніше у використанні і спростить підключення світильників. В даному випадку, світильник (фаза -нуль) підключається до контактора

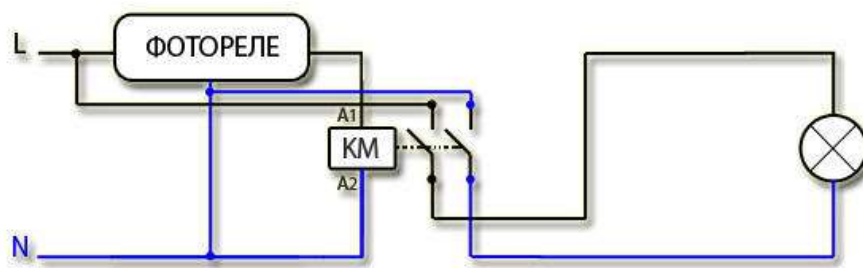


Рисунок 7.2 - Схема підключення фотореле через модульний контактор

Ми розглянули технічні характеристики фотореле початкового рівня. Проте західні виробники (наприклад компанія Schneider Electric) пропонує на ринку сутінковий вимикач - IC 2000 і зовнішній виносний фотоелемент для цього датчика (рис 7.3).

Головне, але єдина відмінність полягає в тому, що фотореле складається з двох блоків. Зовнішній фотоелемент підключається за допомогою двохжильних проводів до керуючого блоку. Довжина проводу не повинна перевищувати 100м. Клас захисту фотоелемента від навколишнього середовища - IP54. Діапазон робочих температур $-40 \dots +70^{\circ} \text{C}$. Поріг чутливості спрацьовування реле знаходиться в межах 2-2000 лк, номінальна потужність 2300Вт. Монтуються реле в модульному шафі на дин -рейку.



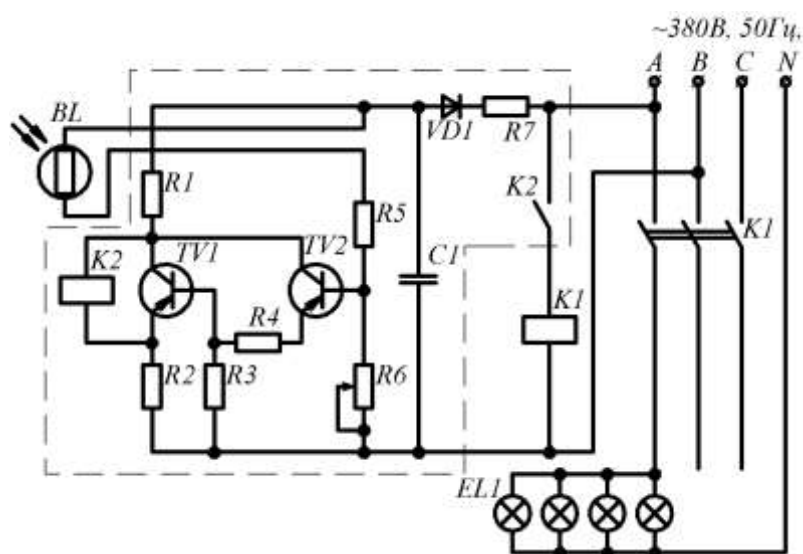
Рисунок 7.3 Сутінковий вимикач - IC 2000

У чому перевага даного підходу. Якщо потрібно підключити невелику групу освітлення, то можна і зручно використовувати фотореле встановивши його в безпосередній близькості від джерела світла. Коли необхідно включити зовнішнє підсвічування фасаду цілого будинку, то без реле типу IC2000 вже не обійтись. Справа в тому, що при підключенні декількох груп світильників або за наявності потужних джерел світла, навантаження може бути досить істотною. Електропроводка таких джерел світла, як правило, зводиться до загального щита освітлення (ЩО) і виробляється комутація з елементами управління. Без силових контакторів справа зазвичай не обходиться.

Сьогодні вуличне освітлення світлодіодне застосовується у всіх країнах Європи. Даний тип освітлення дозволяє скоротити витрату електроенергії на 70%, що веде до істотної економії бюджету. Так, в країнах Європи кількість світлодіодних ламп, що використовуються для вуличного освітлення, перевищує 65%. У США цей показник сягає 80%. Вуличне освітлення світлодіодне. Світлодіоди - це не тільки висока економія на освітленні, а й можливість істотно поліпшити його якість. Світлодіодні лампи вуличного освітлення володіють унікальною оптичною системою. Завдяки тому, що в таких лампах використо-

7. Вказівки щодо виконання лабораторної роботи

На рис. 7.4 представлена схема електрична принципова фотореле ФР-2.



48

Фотореле ФР-2 призначено для автоматичного вмикання і вимикання вуличного освітлення в залежності від природної освітленості.

В якості фотодатчика BL, фотореле ФР-2 використовується фоторезистор типу ФСК-Г1 в герметичному виконанні. Фоторезистор може бути вмонтованим у корпус приладу або в залежності від умов експлуатації може розміщуватися окремо від реле. Фоторезистор треба установити так, щоб на його поверхню не попадали прямі сонячні промені.

Принцип роботи фотореле:

Збільшення освітленості зменшує опір фотодатчика BL. При цьому змінюється потенціал на базі транзистора VT2. Транзистор VT2 відкривається і відкриває транзистор VT1, який шунтує при цьому обмотку реле K2. Це приводить до відключення магнітного пускача K1. При зменшенні освітленості опір фотодатчика збільшується, транзистори VT1 та VT2 зачиняються, спрацьовує реле K2 і вмикається магнітний пускач. Налаштування схеми виконується змінюванням опору R6, завод-виробник виготовляє фотореле налаштованим на вмикання вуличного освітлення при 5лк і вимикання при 10 лк.

На рис. 7.5 представлена схема електрична принципова фотовимикача ФВ-2.

Фотовимикач ФВ2 призначений для автоматичного вмикання і вимикання вуличного освітлення в залежності від рівня природної освітленості.

В основу роботи фотовимикача покладено принцип змінення опору фотодатчика BL в залежності від освітленості. В якості датчика використовується фоторезистор ФСК-Г2.

Електрична схема фотовимикача (рис. 7.5) складається з автоматичного вимикача QF, тригера Шмітта на транзисторах VT1, VT2, VT3, мостового тиристорного ключа на випрямляючому блоці V1, тиристора VS і магнітного пускача КМ. Керування тиристорним ключем здійснюється контактами реле KV.

При збільшенні освітленості до 7 ± 2 лк опір фотодатчика зменшується, до бази транзистора VT1 прикладається негативне зміщення, транзистор VT1 відкривається, викликаючи збільшення негативної напруги на базі транзистора VT2, який починає відкриватися. Негативна напруга на базі транзистора VT3 зменшується. Транзистор VT3 починає закриватися. Негативна напруга зворотного зв'язку на резисторі R5 зменшується, що сприяє розвитку лавинообразного процесу, в результаті якого транзистор VT2 переходить в режим насичення, а транзистор VT3 закривається. Реле KV лишається живлення, тиристор VS закривається, магнітний пускач КМ вимикає освітлювальне навантаження.

При зменшенні освітленості до $1,3 \pm 1$ лк опір фотодатчика збільшується, негативне зміщення на базі транзистора VT1, зменшується, транзистор закривається, що веде до зменшення негативної напруги на базі транзистора VT2. Транзистор VT2 починає закриватися. Негативна напруга на базі транзистора VT5 збільшується. Транзистор VT3 починає відкриватися. Негативна напруга зворотного зв'язку на резисторі R5 збільшується, що сприяє розвитку лавинообразного процесу, в результаті якого транзистор VT2 закривається, а транзистор VT3 переходить в режим насичення. При відкритому транзисторі VT3 реле KV спрацьовує, тиристор VS відкривається, магнітний пускач КМ вмикає освітлювальне навантаження. Регулювання діапазону спрацювання схеми здійснюється резистором R2.

Перемикач режимів роботи SA має три положення: " ВКЛ ", " 0 ", " АВТ ".

8. Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт по роботі повинен мати:

8.1. Електричну схему автоматичного керування вуличним освітленням.

8.2. Дослідні дані порогової освітленості на вмикання і вимикання вуличного освітлення.

8.3 Висновки по роботі.

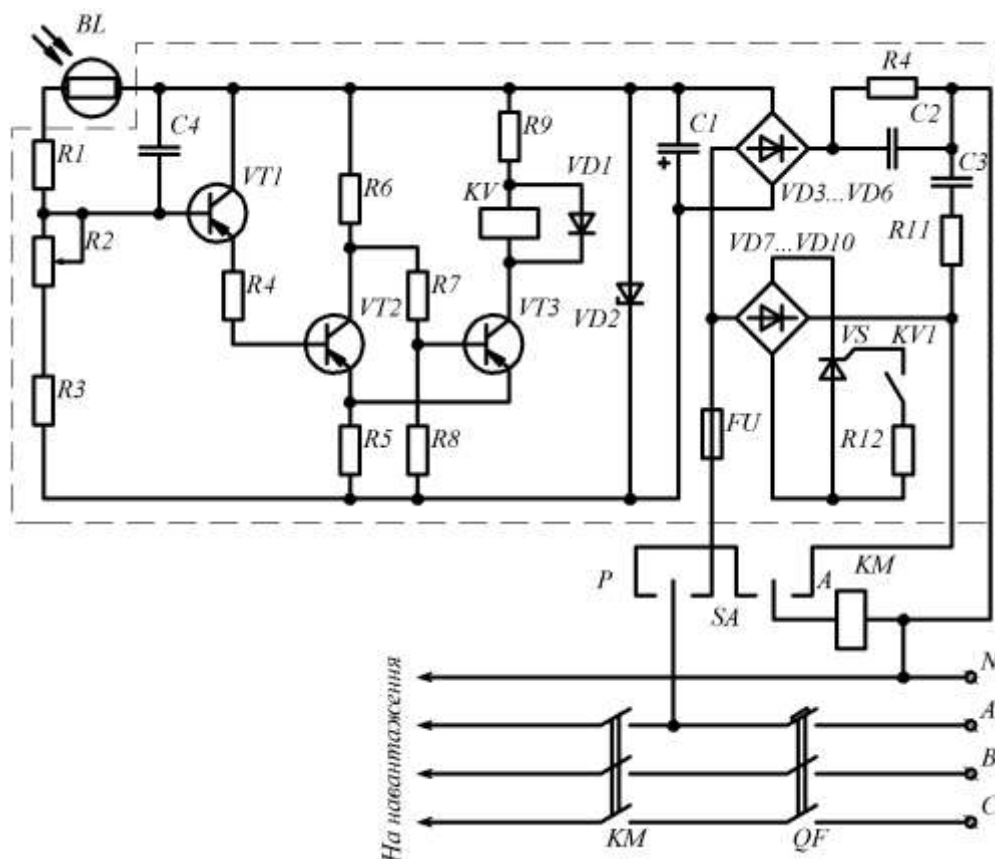


Рисунок 7.5 Схема електрична принципова фотовимикача ФВ-2

9. Контрольні питання

9.1 Призначення фоторезистора в схемі автоматичного керування вуличним освітленням.

9.2 Призначення фотореле, фотовимикача.

9.3 Поясніть роботу схеми увечері при автоматичному вмиканні вуличного освітлення.

9.4 Поясніть роботу схеми уранці при автоматичному вимиканні вуличного освітлення.

9.5 Що таке порогова освітленість ?

9.6 Як настроїти схему на задані значення порогової освітленості на вмикання і вимикання вуличного освітлення ?

9.7 Назвіть недоліки фотореле типу ФР-2.

9.8 Запропонуйте схему затримки спрацювання фотореле при короткочасному зміні освітленості фотодатчика.

10. Критерії оцінювання лабораторної роботи

Максимальна оцінка (бали) лабораторної роботи визначається за робочою програмою (силабусом). Робота оцінюється шляхом перевірки правильності виконаного звіту з лабораторної роботи і опитуванням студентів по контрольним питанням до лабораторної роботи. Перескладати лабораторну роботу можна тільки один раз.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Яковлев В.Ф. Проективання систем електрифікації технологічних процесів на підприємствах АПК. Системи електричного освітлення. / За заг. ред. проф. В.Ф.Яковлева. // В.Ф.Яковлев, Р.В.Кушлик, О.С.Квітка, Ю.М.Куценко. - Мелітополь, 2010.-106 с.
2. Електричне освітлення та опромінення: навч. посіб. для студентів вищ. навч. закл./ Р.В.Кушлик, В.Ф.Яковлев, Ю.М. Куценко, М.Л.Лисиченко, М.П.Кунденко – Х.: ТОВ «Планета-прінт», 2016. – 332 с.
3. Матвійчук В. А. Електротехнології в АПК: навчальний посібник [Текст] / В. А. Матвійчук, О. Є. Рубаненко, І. П. Стаднійчук. – Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2020. – 272 с.
4. Терешкевич, Л. Б. Освітлення промислових споруд та житлових будинків : навчальний посібник [Електронний ресурс] / Л. Б. Терешкевич, О. В. Бабенко. – Вінниця : ВНТУ, 2022. – 123 с.
5. Кунденко М. П. Освітлювальні та опромінювальні установки в агропромисловому комплексі [Електронний підручник] / М. П. Кунденко, О. Ю. Єгорова. – АС. № 75245, 2017.
6. Яковлев В. Ф. Електротехнології та електроосвітлення : конспект лекцій (частина 1) для студентів 2 с.т. (4) курсу денної і дистанційної форм навчання, напрям підготовки 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» [Електронне видання] / В.Ф. Яковлев, О. В. Рясна. – Суми : СНАУ, 2020. – 62 с.
- 7.Електроосвітлення та опромінення: методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Електротехнології та електроосвітлення» для студентів очної та дистанційної форм навчання ОС «Бакалавр» зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» [Електронне видання] / укл. В. Ф. Яковлев, О. В. Рясна. – Суми : СНАУ, 2020. – 48 с.
- 8 Навчально-інформаційний портал ТДАТУ <http://nip.tsatu.edu.ua>

ДОДАТОК А

**ЗРАЗОК ОФОРМЛЕННЯ ТИТУЛЬНОГО АРКУШУ ЗВІТУ З
ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ**

СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно - технологічний факультет

Кафедра «Енергетики та електротехнічні системи»

ЗВІТ

З ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

(назва роботи) _____

з дисципліни «Електротехнології та електроосвітлення»

Студент групи ЕТЕС 2101 _____
(підпис) П.І.Б.

Службові примітки _____

Викладач _____
(підпис) П.І.Б.

Роботу виконано з оцінкою _____

Суми, 20____ р.

Савойський Олександр Юрійович

Рясна Ольга Василівна

Тесленко Олена Володимирівна

ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ ТА ЕЛЕКТРООСВІТЛЕННЯ

Частина 2-Електроосвітлення

**Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт**

Суми, РВВ, Сумський національний аграрний університет, вул.
Г.Кондратьєва,160

Підписано до друку: січень, 2025 р. Формат А5: Гарнітура Times New Roman

Тираж: 100 примірників Замовлення _____ Ум. друк. арк. 2,1