

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(повна назва факультету)

Кафедра електричної інженерії

(повна назва кафедри)

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДУ ДЛЯ  
ВИМІРЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАХИСНИХ І КОНТРОЛЬНИХ  
ЕЛЕКТРИЧНИХ АПАРАТІВ**

Виконав студент IV курсу, групи ЕТ-41  
спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та  
електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)

Головка А.В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Коваль В.П.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Коваль В.П.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Коваль В.П.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент Коваль В.П.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль  
2024



## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії. Кафедра електричної інженерії, група ЕТ–41 : ТНТУ, 2024.

Стор. 53; рис. 35 ; табл. 5 ; креслень (презентацій) ; джерел 18.

Кваліфікаційна робота бакалавра виконана на підставі завдання на тему: «Розробка лабораторного стенду для вимірювання характеристик захисних і контрольних електричних апаратів».

Мета роботи заключається в розробці та реалізації лабораторного стенду для вимірювання характеристик захисних і контрольних електричних апаратів.

У роботі розглянуто та проаналізовано захисні і контрольні електричні апарати, які використовуються в лабораторних роботах з предмету “Електричні апарати”. Спроектовано і виготовлено 3 стенди. Перший, для дослідження роботи електромеханічного та мікропроцесорного реле струмів. Другий, для дослідження роботи електромеханічного та мікропроцесорного реле напруги. Третій, для дослідження спрацювання ПЗВ та вимірювання струмо-часових характеристик запобіжника та автоматичного вимикача. Виготовлені стенди пройшли випробування.

Ключові слова : *ЕЛЕКТРИЧНІ АПАРАТИ, ЗАХИСНІ РЕЛЕ, РЕЛЕ СТРУМУ, РЕЛЕ НАПРУГИ, АВТОМАТИЧНИЙ ВИМИКАЧ, ЗАПОБІЖНИКИ ПЗВ*

## ЗМІСТ

### ВСТУП

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ.....	8
1.1 Види реле .....	8
1.2 Лабораторна робота «ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ РЕЛЕ СТРУМУ ТА НАПРУГИ» .....	9
1.2.1 Реле напруги, яке використано в діючій лабораторній установці .....	9
1.2.2 Вмикання реле напруги в коло .....	12
1.2.3 Реле струму, яке використано в діючій лабораторній установці .....	13
1.2.4 Підключення реле струму .....	15
1.3 Лабораторна робота «ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАПОБІЖНИКІВ І АВТОМАТИЧНИХ ВИМИКАЧІВ».....	16
1.4 Висновки по розділу .....	18
2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	19
2.1 Загальний огляд .....	19
2.2 Вибір мікропроцесорних реле струму та напруги .....	19
2.2.1 Мікропроцесорне реле напруги та струму TOVPD1-60-EC ..	19
2.2.1 Мікропроцесорне реле GRI8-06A.....	21
2.3 Автоматичні вимикачі, запобіжники та їх маркування .....	24
2.3.1 Призначення та будова автоматичних вимикачів .....	24
2.3.2 Маркування автоматичних вимикачів .....	26
2.3.3 Вибір плавких запобіжників. Їх характеристики.....	28
2.3.4 Маркування запобіжників .....	31
2.3.5 Вибір ПЗВ .....	32
2.4 Технічні дані реле струму та напруги, які використані в лабораторному стенді .....	33
2.5 Порівняння мікропроцесорних реле з електромеханічними .....	35

2.6 Висновки до розділу .....	36
3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ .....	37
3.1 Лабораторний стенду для дослідження реле струму .....	37
3.1.1 Опис лабораторного стенду .....	37
3.1.2 Послідовність дій для визначення параметрів реле струму ..	39
3.2 Лабораторний стенду для дослідження реле напруги.....	39
3.2.1 Опис лабораторного стенду .....	39
3.2.2 Послідовність дій для визначення параметрів реле напруги	41
3.3 Лабораторний стенду для дослідження автоматичних вимикачів, запобіжників та ПЗВ .....	42
3.3.1 Опис лабораторного стенду .....	42
3.3.2 Послідовність дій для роботи з лабораторним стендом .....	43
3.4 Висновки до розділу .....	44
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	45
4.1 Загальні питання електробезпеки.....	45
4.2 Допомога при попаданні стороннього тіла у вуха, ніс, очі, дихальні шляхи, кишковий тракт .....	46
4.3 Визначення причин виникнення та класифікація Надзвичайних ситуацій .....	47
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....	51
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	52

## ВСТУП

### **Актуальність теми.**

Використання елементів захисту мережі є невід'ємною частиною електропостачання. У сучасному світі важливо впроваджувати та розробляти нові методи захисту не тільки високовольтних ліній, а і ліній нижче 1кВ для побутових споживачів. Адже якщо не приділяти уваги до захисту мережі, то можуть бути жахливі наслідки, від простого виведення електричного пристрою з ладу до пожежі. Захист електромереж є одним з найважливіших аспектів електропостачання. Фактично у всіх споживачів електричної енергії він є. Не виключенням є і самі об'єкти електропостачання та генерації енергії. Тому їх захист має високий пріоритет при електропостачанні та споживанні електричної енергії.

Так на кафедрі електричної інженерії ТНТУ ім. Івана Пулюя студенти спеціальності 141 електроенергетика, електротехніка та електромеханіка вивчають курс «Електричні апарати». Він містить 5 лабораторних робіт і дві з них призначені для дослідження електромеханічних реле струму та напруги й запобіжників і автоматичних вимикачів. В лабораторних стендах використано лише електромеханічні електричні апарати. **Саме тому актуально** усучаснити ці лабораторні, шляхом доукомплектування їх електронними реле.

**Мета кваліфікаційної роботи:** розробка та реалізація лабораторного стенду для вимірювання характеристик захисних і контрольних електричних апаратів. До захисних і контрольних електричних апаратів належать:

- Реле напруги
- Реле струму
- Автоматичний вимикач
- Пристрій захисного відключення
- Запобіжник

Відповідно до даної метою ставляться такі **завдання:**

1. Огляд реле, їх технічних даних, принципу роботи.

2. Порівняння ефективності роботи мікропроцесорних та електромеханічних реле
3. Провести модернізацію лабораторних стендів.
4. Спроекувати та виготовити лабораторні стенди
5. Провести випробування роботи лабораторних стендів
6. Висвітлити питання з охорони праці відповідно до тематики кваліфікаційної роботи.

**Структура роботи.** Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 4 частин, висновків та переліку посилань. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 53 арк. формату А4, графічна частина – 16 аркушів презентації.

# 1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Види реле

Реле існує велика кількість для різних видів завдань. Ось основні їх типи які досить поширені. Отже, типи електромеханічних реле :

- електромагнітні.
- індукційні.
- магнітоелектричні.

Також не варто забувати про мікропроцесорні реле які витісняють більш старші електромеханічні реле.

Основу захисту лабораторного стенду складуть електромагнітні та мікропроцесорні прилади. Розглянемо їх загальний вигляд та принцип дії. Розпочнемо з електромагнітного реле з якорем (рис.1.1).

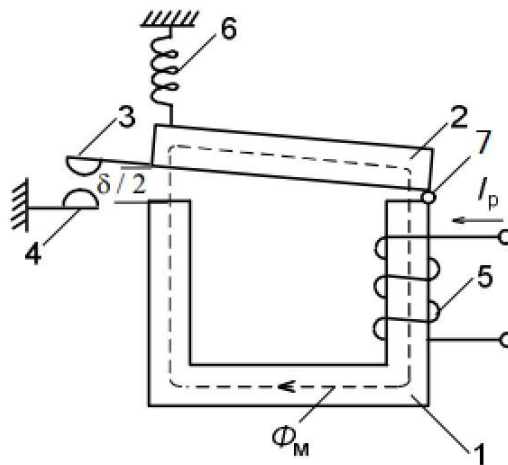


Рисунок 1.1 - Електромагнітне реле з якорем

Струм  $I$  проходить через котушку. Котушкою 5 створюється магнітний потік  $\Phi$ . Перемикання рухомого 3 та нерухомого 4 контактів здійснюється за допомогою електромагнітної сили притягання феромагнітного якоря 2 до електромагніту 1. За допомогою шарніру 7 відбувається поворот якоря та притягання його до електромагніту [1].



Якір притягнеться до електромагніту тоді коли намагнічувальна сила  $F$  буде більша від натягу пружини, а коли менша, то наоборот якір під дією пружини відпаде. При цьому контакти замикаються та розмикаються.

Основна конструктивна відмінність між електромагнітним та мікропроцесорним реле, це те, що в останньому наявний мікроконтролер, та часто відсутня котушка з контактами, їх роль виконують напівпровідники та мікропроцесорні пристрої.

Загалом основними компонентами сучасних реле є :

- Мікропроцесор (обчислювальний блок який приймає сигнали та на основі них вирішує чи реле спрацює).
- ADC, тобто аналого-цифровий перетворювач (перетворює отримані від датчиків значення напруги та струму в цифрові значення).
- Триристиори (виконують роль контактів, та комутують коло).

## **1.2 Лабораторна робота «ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ РЕЛЕ СТРУМУ ТА НАПРУГИ»**

### **1.2.1 Реле напруги, яке використано в діючій лабораторній установці**

Реле напруги – це електричний прилад, який реагує на зміни напруги в електричній мережі. Основне призначення реле напруги є захист мережі від зміни напруги в ній. На ньому також можна регулювати уставки. Використовують їх в побуті та промисловості. Звідси вони поділяються на промислові та побутові. Відрізняються в основному габаритами, масою, функціоналом та конструкцією. Промислові реле більші та складніші відносно побутових. РН є одними з основних елементів захисту електромережі.

Принцип дії реле напруги базується на використанні електричних та магнітних властивостей. Основний елемент реле напруги - це котушка та контакти (рис.1.2). Котушка в реле напруги створює електромагнітне поле яке викликає рух частин реле, що призводить до перемикавання контактів (рис.1.3).



Рисунок 1.2 - Загальний вигляд реле напруги

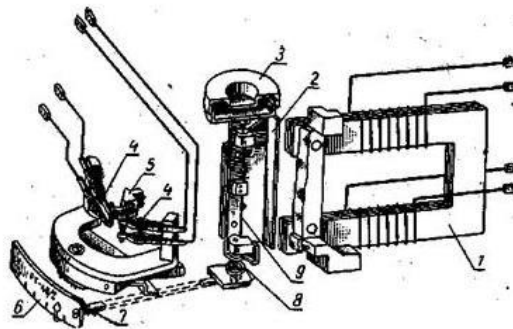


Рисунок 1.3 - будова реле електромагнітного реле напруги серії РН-50

1- електромагніт, 2 – яркір, 3 – стабілізатор коливань, 4 – нерухомий контакт, 5 – рухомий контакт, 6 – шкала для встановлення напруг спрацювання, 7 – механізм для контролю напруги спрацювання, 8 – протидіюча пружина, 9 - вісь ярця [2]

Характеризується РН такими основними параметрами як :

- Напруга спрацювання : значення напруги при якій реле спрацьовує.
- Напруга повернення : значення напруги при якій воно розмикає контакти.

- Коефіцієнт повернення : відношення напруги повернення до напруги спрацювання.

- Номінальна напруга: напруга при якій реле працює нормально без перегрівів чи швидкого зношення його елементів. [3]

Важливо знати ці дані при виборі реле напруги.

Також важливим параметром є гістерезис. Гістерезис – це незначне відхилення параметру мережі від заданої уставки реле, при якому реле не спрацює. Це допомагає уникнути, частим вмиканням-вимиканням реле, що позитивно впливає на їх справність та довговічність.

Типи реле напруги по фазам бувають однофазні та трифазні. Оскільки мережа у нас однофазна, то і відповідно реле також. Це реле ми встановимо в схему для тестування по напрузі, воно разом з реле струму складуть основу захисту нашого лабораторного стенду.

Вимоги до реле напруги.

До реле напруги є вимоги з надійності та точності, при перенапрузі в мережі, ізоляція пристрою повинна витримувати підвищену напругу. Є ще вимоги до габаритів, та точність спрацювання при досягненні певного рівня напруги.

Гасіння вібрацій відбувається за допомогою схеми випрямленої напруги. В реле використовується діодний міст для внутрішньої схеми реле щоб перетворювати зміну напругу на постійну.

На рис. 1.4 наведено зовнішній вигляд діючої лабораторної установки для дослідження реле струму та напруги, яку будемо модернізувати. На рис 1.5 – схема вмикання реле напруги.

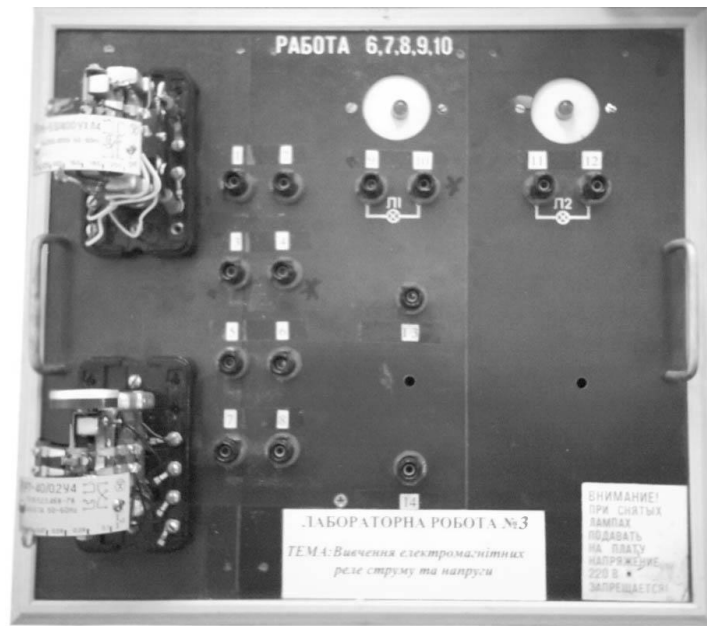


Рисунок 1.4 - Діюча лабораторна установка

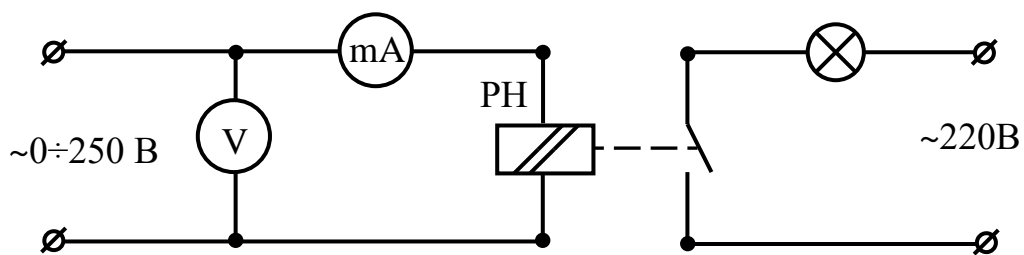


Рисунок 1.5 – Схема вмикання реле напруги

### 1.2.2 Вмикання реле напруги в коло

Оскільки це реле контролю напруги, то і підключаємо його в схему ми паралельно. Розглянемо схему внутрішніх з'єднань реле.

Для живлення ламп використовуємо нормально закриті контакти під номером 5 та 7 (рис.1.6). Напряга для спрацювання реле буде подаватися на контакти котушки під номером 2 та 8. В даних моделях реле 2 обмотки. Їх можна з'єднувати паралельно та послідовно. Зроблено це для зміни кратності уставки. Наприклад коли з'єднання обмоток послідовне, то уставка буде рівна  $X1$ , але

якщо з'єднання паралельне, то уставка збільшується в 2 рази. Тому для збільшення уставки потрібно з'єднати 2 та 4 контакти.



Рисунок. 1.6 - Схема внутрішніх з'єднань реле напруги [4]

### 1.2.3 Реле струму, яке використано в діючій лабораторній установці

Реле струму - це пристрій який призначений для захисту мережі шляхом вимірювання електричного струму і при досягненні певного значення струму, реле спрацьовує. Принцип роботи наступний. Струм який протікає через котушку створює магнітне поле, яке в свою чергу притягує якор який з'єднаний з півосями та контактним містком (рис. 1.7), при русі якоря контактний місток замикає або розмикає контакти. Також є протидіюча пружина зв'язана з якорем, за допомогою цієї пружини можна регулювати уставки через покажчик (рис.1.8).

Оскільки сила притягання викликає сильну вібрацію якоря, то на реле встановлюють барабанчик (диск) який замінює демпфер та гасить вібрації.



Рисунок 1.7 - Загальний вигляд реле струму серії РТ-40

Будова реле струму та схема з'єднання контактів :

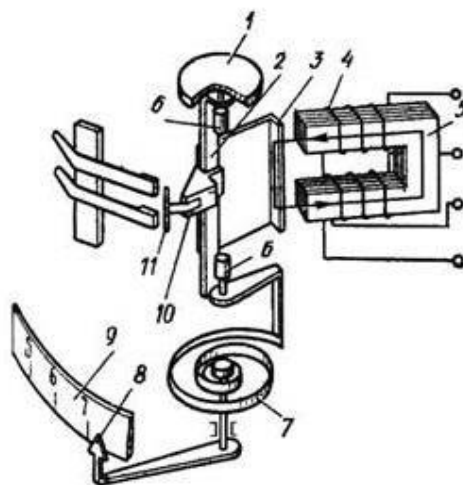


Рисунок 1.8 - будова реле струму

1 – барабанчик; 2 – скоба; 3 – F подібний яркір; 4 – котушки; 5 – П подібний шихтований магнітопровід; 6 – пів-осі; 7 – протидіюча пружина; 8 – покажчик уставки; 9 – шкала уставки; 10 – колодка; 11 – контактний місток; [5]

Основні параметри реле струму схожі з реле напруги:

- Струм спрацювання: це мінімальний струм при якому спрацьовує реле.
- Момент спрацювання реле: це момент протягування якоря.
- Струм відпускання: це максимальний струм при якому контакти відпускаються.
- Номінальний струм: це струм при якому реле не перегрівається та нормально працює.
- Коефіцієнт спрацювання: це відношення струму відпускання до струму спрацювання.

Використовуються дані реле в багатьох галузях, в промисловості та в побуті, для захисту електростанцій та транспорту.

В загальному принцип роботи цих реле струму та напруги один і той самий, різниця лише в параметрах котушок та наявності механічного демпфера в РТ-40 для гасіння коливань .

На рис 1.9 зображена схема вмикання реле струму у діючій лабораторній установці.

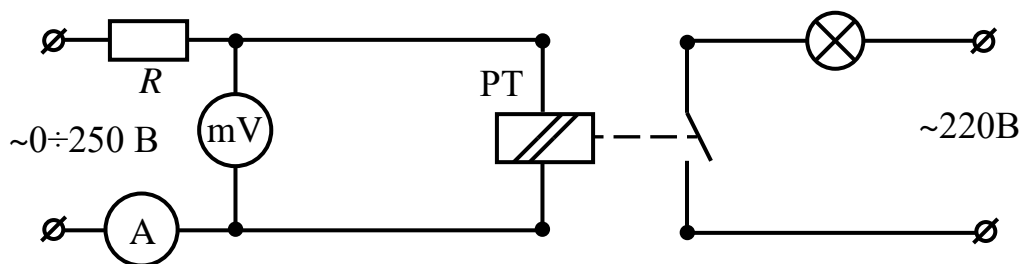


Рисунок 1.9 - Схема вмикання реле струму

#### 1.2.4 Підключення реле струму

Для нормальної роботи схеми потрібно правильно під'єднати всі елементи. Так як у нас захист по різним параметрам схеми, то і пристрої під'єднуються по різному.

Оскільки реле типів РТ-40 та РН-50 мають майже таку саму схему та елементи (окрім параметрів котушок та наявності механічного демпфера в РТ-40) то і підключаємо РТ-40 в схему як і РН-50, але послідовно. Тобто живлення ламп буде проходити через нормально закритий контакт, це 5 та 7 контакти, а струм буде подаватися на 4 та 6 контакти для кратності Х1, або на 2 та 6 які будуть закорочені з контактами 4 та 8 відповідно для кратності Х1 (рис.1.10, табл. 1.1).

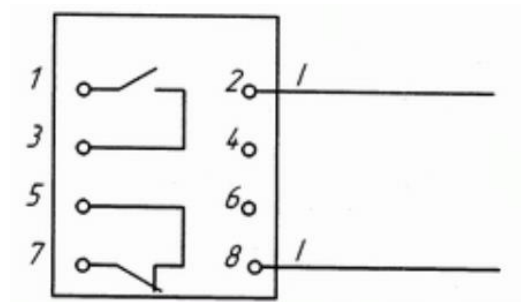


Рисунок 1.10 – Схема внутрішніх з'єднань [6]

Таблиця 1.1 - Зміна кратності уставки від з'єднання

Схема підключення контактних перемичок	Кратність збільшення уставки
<pre> 2  o 4  o 6  o 8  o </pre>	1
<pre> 2  o 4  o 6  o 8  o </pre>	2

### 1.3 Лабораторна робота «ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАПОБІЖНИКІВ І АВТОМАТИЧНИХ ВИМИКАЧІВ»

У даній лабораторній роботі студенти вивчають принципи дії і конструкцію автоматичних вимикачів на прикладі АП-50 (рис. 1.11) та вивчають принцип дії запобіжників шляхом випробування їх роботи при різних струмах.



Також досліджують їх струмо-часові характеристики при спрацюванні. Використовується дослідна установка, зображена на рис. 1.12, яка реалізована відповідно до схеми рис.1.13.

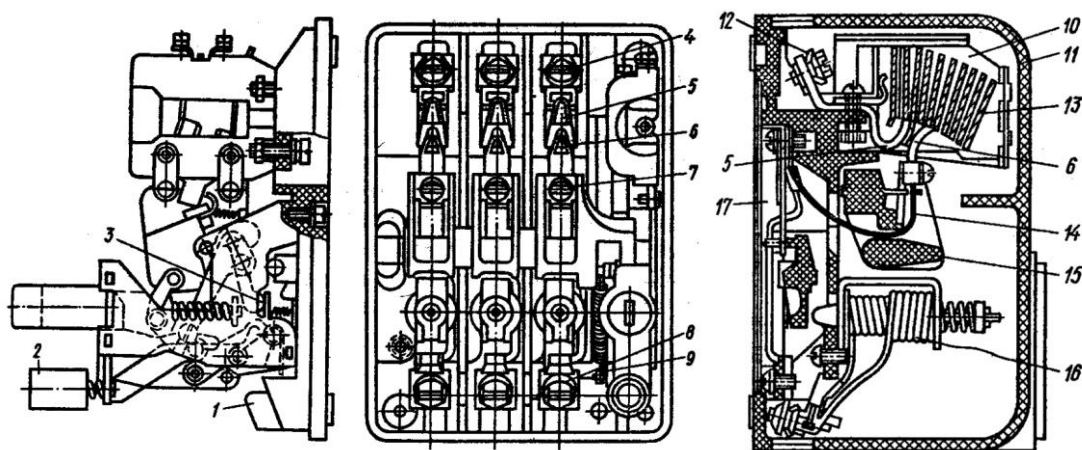


Рисунок 1.11 - Автоматичний вимикач АП-50

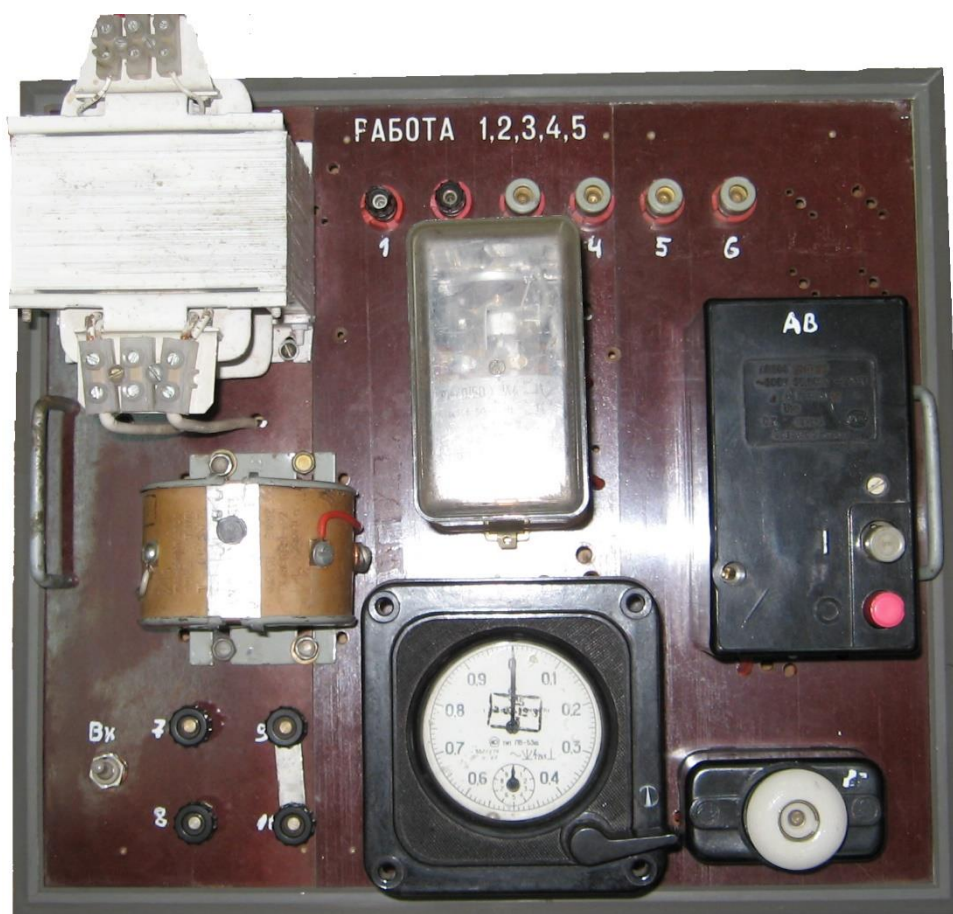


Рисунок 1.12 – Дослідна лабораторна установки

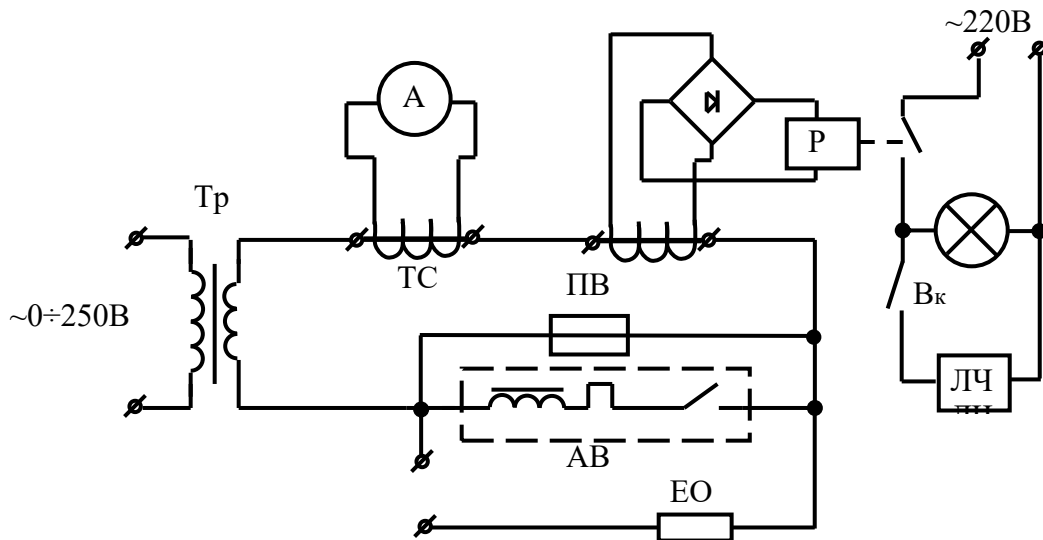


Рисунок 1.13 – Схема електрична установки

#### 1.4 Висновки до розділу

1. Визначено поняття реле.
2. Проведено огляд діючих лабораторних установок, які використовуються при вивченні ОК « Електричні апарати» для вимірювання характеристик захисних і контрольних електричних апаратів.
3. Розглянуті електромеханічні реле струму та напруги задіяні в лабораторній роботі № 3 «ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ РЕЛЕ СТРУМУ ТА НАПРУГИ» , розрачено їх призначення, будову, вимоги та їх властивості.
4. Розглянуто автоматичні вимикачі та запобіжники, які вивчаються в лабораторній роботі № 4 «ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАПОБІЖНИКІВ І АВТОМАТИЧНИХ ВИМИКАЧІВ».
5. На основі аналізу прийнято рішення модернізувати ці два лабораторні стенди. А саме, необхідно їх доукомплектувати та переробити включивши в них цифрові реле струму та напруги.

## **2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ**

### **2.1 Загальний огляд**

Правильність підключення та вибору елементів забезпечить хороший захист мережі. А впровадження не одної, а кількох систем захисту допоможе вберегти мережу від різних небезпечних ситуацій.

Розглянуті нижче електричні апарати будуть складовими лабораторного стенду. Захист відбувається за допомогою :

1) Стумової відсічки – це захист який спрацьовує при перевищенні струмом значень які задаються уставкою на реле струму або при проходженні струму спрацювання через автоматичний вимикач. Працює без витримки часу.

2) Перевантажувальний захист - це захист, який спрацьовує при перевищенні допустимого значення струму або потужності протягом тривалого часу. Його основна мета - захистити електричні мережі та обладнання від перевантажень, які можуть призвести до перегріву проводів, пошкодження обладнання або навіть пожежі. Для його реалізації використаємо плавкі запобіжники.

3) Захист від перенапруг – це захист від короткочасного або тривалого стрибкоподібного та стрімкого зростання напруги електричній мережі.

Реалізація цих захистів здійснюється за допомогою тих типів реле які описано нижче. Розглянемо будову цих реле та їх підключення до схеми. [7]

### **2.2 Вибір мікропроцесорних реле струму та напруги**

#### **2.2.1 Мікропроцесорне реле напруги та струму TOVPD1-60-EC**

TOVPD1-60 EC (рис.2.1) – це мікропроцесорне реле для захисту споживачів.

Має такі основні функції :

- захист від перенапруги;

- захист від перевищення струму;
- зниження напруги нижче заданого рівня.



Рисунок 2.1 - Загальний вигляд реле TOVPD1-60 EC [8]

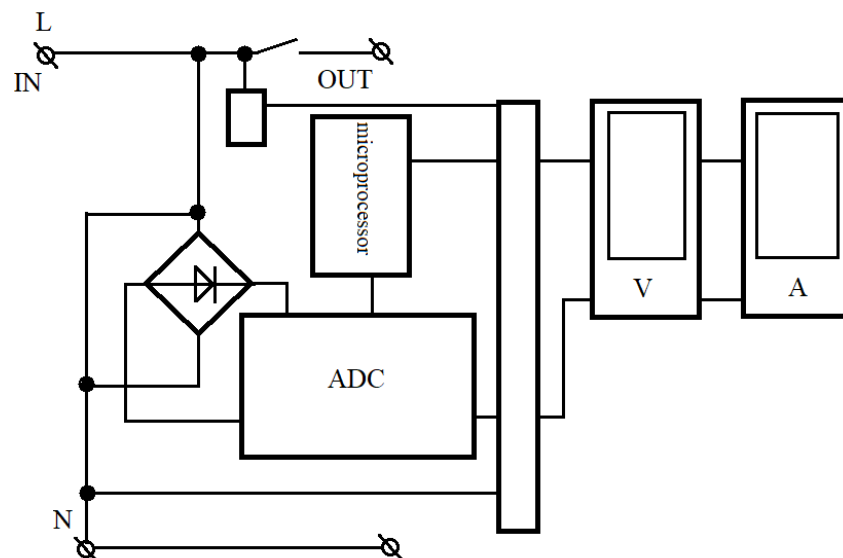


Рисунок 2.2 - Спрощена схема реле TOVPD1-60 EC [9]

Діодний міст перетворює змінні величини в постійні, ADC ці величини перетворює в цифрову форму у вигляді сигналів для мікропроцесора, який

вирішує чи реле спрацює. Також присутнє табло для відображення значення параметрів.

### 2.2.2 Мікропроцесорне реле GRI8-06A

**GRI8-06A** - це мікропроцесорне реле контролю струму (рис.2.3), використовується в основному в побуті. Цей пристрій використовується для вимірювання споживаного струму в обігрівальних кабелях, контролю споживання струму в однофазних двигунах та обмеження струму споживання.



Рисунок 2.3 - Реле GRI8-06A

Цей пристрій набагато простіший за TOVPD1-60 EC (рис.2.4), адже має простий мікропроцесор, а основні його компоненти це трансформатор струму у вигляді чорного кільця для вимірювання струму, потенціометри для задання уставок струму та пару контактів, а замість дисплеїв тут присутні світлодіоди. Зелений – реле підключено до мережі. Червоний – реле спрацювало.

В цілому, сучасні мікропроцесорні реле переважають електромеханічні за рядом основних параметрів, це надійність – майже немає рухомих механічних частин які ламаються, точність – завдяки мікропроцесорам їх точність вища, дистанційне керування, компактність, функціонал та легкість налаштування. [10]

Функції цього реле представлені на рис. 2.4, а схема внутрішніх з'єднань на рис.2.5, а підключення на рис. 2.6. Функціональна діаграма представлена на рис. 2.7.



Рисунок 2.4 - Функції реле GRI8-06A

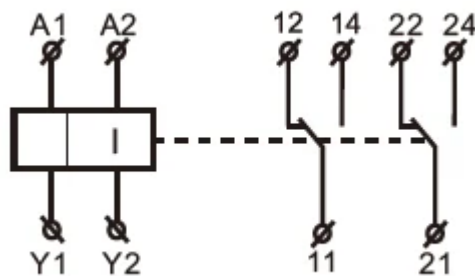
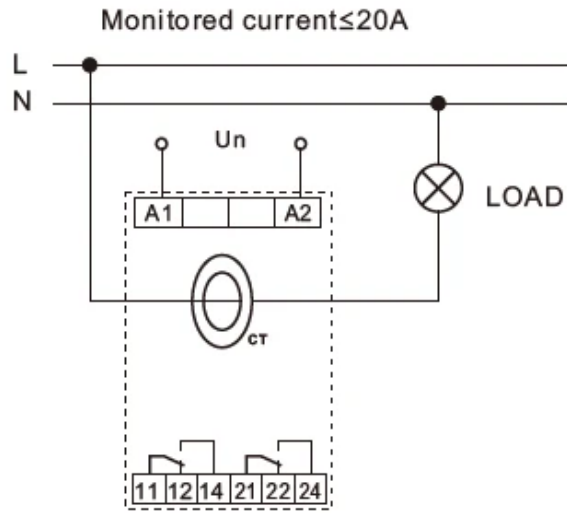
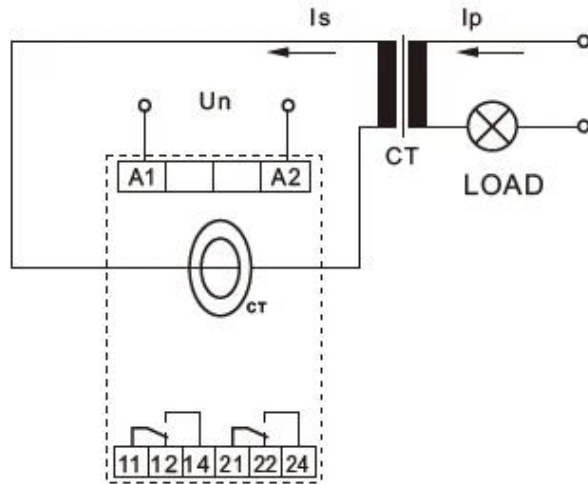


Рисунок 2.5 – Схема внутрішніх з'єднань



а) при струмах до 20 А

Monitored current  $> 20A$ , Through CT transformation



б) при струмах більше 20 А

Рисунок 2.6 – Схема підключення

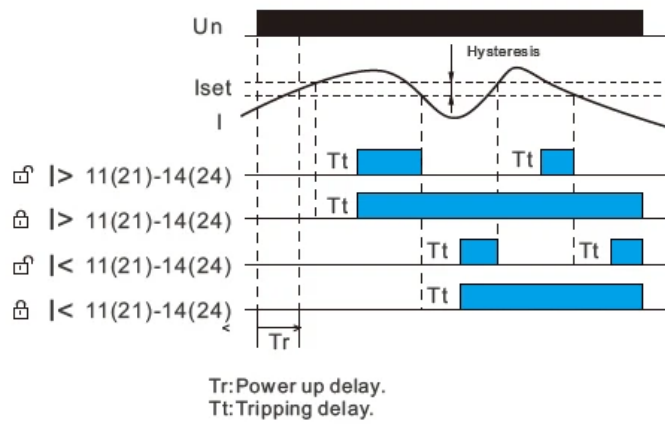


Рисунок 2.7 – Функціональна діаграма[13]

## **2.3 Автоматичні вимикачі, запобіжники та їх маркування**

### **2.3.1 Призначення та будова автоматичних вимикачів**

Дуже популярним методом захисту мережі в квартирах, будинках та й взагалі практично всюди є автоматичний вимикач. Він простий, надійний та відносно дешевий, а ще має компактні розміри. Ось автоматичний вимикач такий популярний.

Автоматичний вимикач або ще як його називають автомат: це пристрій який призначений для комутації електричного кола та захисту його в разі короткого замикання чи від перевантаження.

Підключення автоматичних вимикачів та запобіжників є важливим етапом у процесі створення безпечних електричних систем. Правильний підбір та монтаж елементів захисту забезпечує не тільки захист електрообладнання від перевищення струму, але й запобігає виникненню небезпечних ситуацій, таких як короткі замикання або пожежі.

Під час монтажу автоматичних вимикачів потрібно враховувати такі аспекти, як правильний вибір типу вимикача відповідно до потужності та характеристик електрообладнання, правильність підключення фазових та нульових проводів, а також дотримання всіх норм та правил електробезпеки. Щодо підключення запобіжників, важливо враховувати їхній тип та характеристики, щоб вони ефективно захищали електричну мережу від перевищення струму. Неправильність підбору може привести до небажаних наслідків таких як не спрацювання вимикача, чи його вивід з ладу. [15]

Тут ми розглянемо принцип роботи та будову простого автоматичного вимикача, адже їх є велика кількість, також вони можуть відрізнитися за призначенням. Отже, принцип роботи автоматичного вимикача в основному забезпечується 2 способами спрацювання

- 1) Термічний
- 2) Магнітний



Для термічного способу в автоматі є біметалева пластинка, струм який проходить через вимикач її нагріває, якщо струм вище норми, то від температури пластинка вигинається і вимикач спрацює. В залежності від величини струму час спрацювання може варіюватися від кількох секунд до години. А потрібен цей спосіб для захисту від тривалих перевантажень, коли струм лише трохи перевищує допустимий рівень. Рівень перевищення сягає близько 1.45 від номіналу.

А для забезпечення роботи магнітного методу в автоматичному вимикачі знаходиться соленоїд який створює магнітне поле при проходженні через нього струму і при короткому замиканні магнітне поле соленоїда впливає на рухомий сердечник і автомат вимикається. Відбувається це все за долю секунди, адже коротке замикання має дуже руйнівні наслідки для мережі та приладів. Зазвичай струм повинен перевищувати номінальний в 5, 8 разів в залежності від типу автомата. [11]

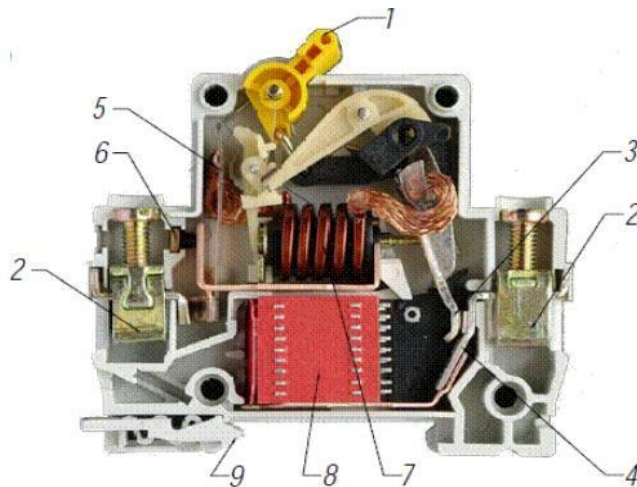


Рисунок 2.8 - Будова автоматичного вимикача

1 – важіль, 2 – гвинтові клеми, 3, 4 – рухомий і нерухомий контакти, 5 – біметалева пластинка, 6 – регулювальний гвинт, 7 – соленоїд, 8 – ДГК, 9 – фіксатор для DIN – рейки

Автоматичні вимикачі ми будемо використовувати як комутатори для виведення реле струму та напруги. Це будемо робити для того щоб можна було тестувати захист мережі розділено, підключати по чергово реле напруги та

струму, а також тестувати спрацювання реле окремо від автоматичних вимикачів та інших елементів.

### 2.3.2 Маркування автоматичних вимикачів

Для правильного вибору на АВ є спеціальні позначення (маркування) (рис.2.9).



Рисунок 2.9 - Позначення маркування на АВ

1) Розглянемо ці позначення, розпочнемо з часо-струмової характеристики (ЧСХ) :

- Пристрої класу А

Автомати класу А мають найвищий поріг чутливості. Тепловий розчіплювач, як правило, спрацьовує у разі перевищення номінальної сили струму на 30% більше номіналу вимикача. Подібні автомати встановлюються в

лінії, де не допустимі навіть короткочасні навантаження. Наприклад, коло із напівпровідниковими елементами.

- Захисні пристрої класу В

Спрацювання електромагнітного розчіплювача в них відбувається при перевищенні номіналу автомата на 200%. При цьому час спрацювання даних пристроїв становить 0,015 сек. Пристрої категорії В використовуються для установки в лініях, які включені прилади освітлення, розетки і також в інших ланцюгах, в яких відсутня пускові струми або вони мають мінімальне значення.

- Пристрої категорії С

Пристрої типу С дуже поширені у побутових мережах. Стійкість до перевантажень у цих пристроїв вища, ніж у всіх перерахованих вище. Щоб відбулося спрацювання соленоїда, потрібно перевищення струму, що проходить через розчіплювач, в 5 разів вище номінального значення. Тепловий розчіплювач спрацює у разі перевищення номіналу у 5 разів через 1,5 сек.

- Вимикачі категорії D

Мають найбільш високу здатність перевантаження. Електромагнітна котушка у пристрої спрацює при перевищенні номіналу автомата як мінімум у 10 разів. Тепловий розчіплювач спрацює через 0,4 сек. Пристрої категорії D застосовуються у загальних мережах будівель та споруд у ролі страховки. Вони спрацюють у тому випадку, якщо не відбулося своєчасне спрацювання автоматів захисту мережі. Також автомати категорії D можуть монтуватись у мережі із великими пусковими струмами.

## 2) Номінальна вимикаюча здатність.

Ця характеристика вказує на допустимий струм короткого замикання (КЗ), при якому вимикач спрацює і, розімкнувши ланцюг, знеструмить проводку та прилади, підключені до неї. За цим параметром поділяють три види автоматів – 4.5 кА, 6 кА, 10 кА

## 3) Клас струмообмеження :

Час від моменту початку розмикання силових скорочень автоматичного вимикача до повного охоплення гасіння дуги в дугогасильному перемиканні.

Клас 1: Цей клас зазвичай вказує на те, що вимикач має найбільшу здатність обмежувати струм у випадку перевантаження або короткого замикання.

Клас 2: Вимикачі з класом 2 мають помірну здатність обмежувати струм. Вони можуть відключити струм трошки повільніше, аніж 1 клас.

Клас 3: Цей клас вказує на те, що вимикач має меншу здатність обмежувати струм порівняно з іншими вимикачами. Вимикачі класу 3 можуть мати більший час реакції на перевантаження або коротке замикання, що може бути допустимим в деяких ситуаціях.

Частина з цих маркувань така сама або схожа до позначень на ПЗВ чи дифавтоматів, тому їх позначати немає сенсу.

Підключати автоматичні вимикачі будемо через фазу. Вхід до джерела струму, а вихід далі в схему.



Рисунок 2.10 - підключення автоматичного вимикача

### 2.3.3 Вибір плавких запобіжників. Їх характеристики

Запобіжник: це пристрій захисту який само-руйнацією розмикає коло та захищає пристрої. Вони відрізняються конструктивно, але принцип дії у всіх схожий – перегорання плавкої вставки :

- Трубчасті (для ЛЕП і в високовольтних мережах при великих струмах КЗ)
- Патронні (призначенні для низької напруги, використовуються в побуті)
- Пластинчасті (використовуються для захисту приладів у мережах з низькою напругою, або в автомобілях)
- Пробкові (для низьковольтних мереж в електромагнітних вимикачах)

- Насипні (використовуються в мережах з високою напругою для швидкого гашення дуги)

В нашій схемі будуть плавкі запобіжники оскільки їх зручніше та безпечніше замінювати, також вони дешеві.

Загальний вигляд пробкового запобіжника зображено на рис 1.5



Рисунок 2.11 - Загальний вигляд плавкого запобіжника

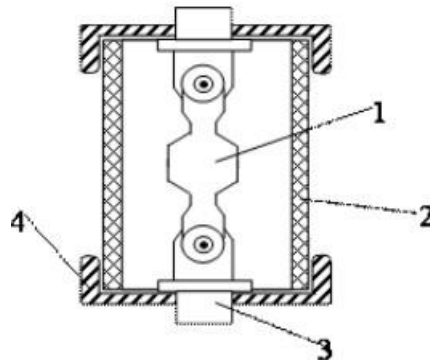


Рисунок 2.12 - Будова плавкого запобіжника

1-вставка; 2-фарфорова трубка; 3- електрод; 4- захисний ковпачок;

Принцип роботи запобіжника базується на плавленні (перегорянні) плавкої вставки. При досягання певного значення струму плавка вставка почне плавитись і таким чином розірве коло. [16]

При перегоранні плавкої вставки може утворюватися електрична дуга, щоб її швидко розірвати використовують дугогасні камери (ДГК). В основному ДГК використовуються в високовольтних запобіжниках, адже там дуга набагато більша і небезпечніша. При спрацюванні запобіжника і утворенні дуги (яка частково плавить стінки камери) виділяється газ який підвищує тиск і гасить дугу.

Запобіжники діляться на :

- низьковольтні (до 1000 В та при  $I = 1000\text{A}$ )
- високовольтні (до 35 кВ та при  $I = 15\text{kA}$ )

Низьковольтні найбільш поширені серед побутових користувачів в свою чергу як високовольтні в установках розподілення, передачі та генерації електроенергії і в промисловості.

Як і в реле, запобіжники також мають свої характеристики до яких відносять:

1. Номінальна напруга плавкого запобіжника: це максимальна напруга при якій запобіжник може нормально працювати без спрацювання .
2. Номінальний струм запобіжника: найбільше значення струму при якому запобіжник не спрацьовує і не перегрівається.
3. Номінальний струм плавкої вставки: допустимий струм при проходженні якого плавка вставка не пошкоджується та не перегоряє.

В наших умовах хорошим вибором буде пробковий запобіжник, через його дешевизну та використання в низьковольтних мережах. В запобіжників також маркування розташоване на корпусі та представляє собою чисельні та буквені символи (рис. 2.13)



Рисунок 2.13 - Пробковий запобіжник

### 2.3.4 Маркування запобіжників

Перша літера означає діапазон захисту:

- a — частковий діапазон (тільки захист від струмів короткого замикання)
- g — повний діапазон (захист від струмів короткого замикання і перевантаження)
- h — висока розбивна здатність (трубки виготовлені з білої або сірої кераміки)

Друга літера означає тип захищеного обладнання:

- G — універсальний запобіжник для захисту різних типів обладнання: кабелів, електродвигунів, трансформаторів;
- L — захист кабелів і розподільних пристроїв;
- B — захист гірничого обладнання;
- F — захист низьковольтних ланцюгів;
- M — захист ланцюгів електродвигунів і вимикаючих пристроїв;
- R — захист напівпровідників;
- S — швидке згорання при короткому замиканні та середній час згорання при перевантаженні;
- Tr — захист трансформаторів.

Запобіжник підключаємо послідовно перед пристроєм який прагнемо захистити наприклад лампа розжарювання як на рис. 2.4



Рисунок 2.14 - Позначення та вигляд на схемі запобіжника

### 2.3.5 Вибір ПЗВ

Диференційні реле струму (ПЗВ): моніторить струм який протікає через фазу і нуль. І якщо між струмами виникає відмінність (пробій ізоляції і струм пішов на корпус, або хтось торкнувся оголеного проводу), то реле спрацьовує.

Основна функція - захист того хто може потрапити під дію струму. Їх застосовують в житлових будинках, комерції та в промисловості. В ньому є котушки через одну котушку проходить струм фази, а на іншій котушці нуль. При проходжені через них струму створюють електромагнітне поле. В нормальному режимі електромагнітні поля як і струми рівні, але при витoku струму значення полів різні. Детектор який встановлений біля котушок “бачить” цю різницю і якщо різниця перевищує задані уставки, то реле спрацьовує. [12]



Рисунок 2.15 - Загальний вигляд ПЗВ



Підключають послідовно. На вхідні клеми підключаємо фазу та нуль, а на вихід – навантаження.

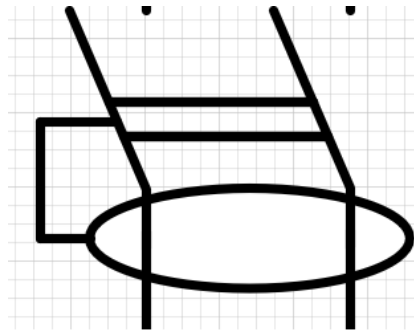


Рисунок 2.16 - Позначення та вигляд на схемі дифавтомата

#### 2.4 Технічні дані реле струму та напруги, які використані в лабораторному стенді

Технічні характеристики реле, що використані в лабораторних стендах РТ-40/10; РН-53/60д; TOVPD1-60ЕС; GRI8-06А наведено в таблицях 2.1 – 2.4

Таблиця 2.1 - Технічні характеристики реле максимального струму РТ-40:

Назва реле	Споживана потужність	Струм спрацювання при з'єднанні котушок, А		Клас точності
		Послід.	Парал.	
РТ 40/10	0,5 В	2,5-5	5-10	5

Таблиця 2.2 - Технічні характеристики реле напруги РН-53:

Тип	Межі уставок	Діапазон уставки				Клас точності
		X1		X2		
		Напруга спрацьовування	Тривало-допустима напруга	Напруга спрацьовування	Тривало-допустима напруга	
Максимальної напруги						
РН53 /200	50-200	50-100	110	100-200	220	10

Таблиця 2.3 - Технічні характеристики реле напруги TOVPD1-60EC

Тип реле	Споживана потужність	Діапазон уставок по струму	Діапазон уставок по напрузі		Напруга живлення	Клас точності	Час затримки
			Min	Max			
TOVPD1-60EC	2Вт	1-40А	140В	210В	230В	1.0%	1-500с.

Таблиця 2.4 - Технічні характеристики реле напруги GRI8-06A :

Тип реле	Споживана потужність	Діапазон уставок	Напруга живлення	Клас точності
GRI8-06A	1.5VA	0.2-16A	AC/DC 24-240V	10%

## 2.5 Порівняння мікропроцесорних реле з електромеханічними

Сучасні мікропроцесорні реле мають ряд суттєвих переваг над їх електромеханічними конкурентами:

1. *Функціонал.* Сучасні реле мають більше функцій ніж їх старші конкуренти. 1 мікропроцесорне реле може замінити кілька старших аналогів і містити в себе захисти не тільки МСЗ, СВ а і АЧР, при цьому маючи функцію АПВ.

2. *Компактність.* Маючи такий багатий функціонал вони відносно невеликі за розмірами та по габаритам схожі до електромеханічних реле.

3. *Невелика кількість механічних частин* дозволяє довше часу працювати, адже пружини, якір та інші механічні компоненти які могли б з часом послаблювати натяг, вигинатися, тощо. Ці елементи просто відсутні в сучасних реле які ми розглядаємо.

4. *Ціна.* Враховуючи кількість функцій, можливість їх налаштування та габарити, то ціна досить демократична. [14]

А тепер перейдемо до переваг електромеханічних реле над сучасними аналогами:

1. *Легкість налаштування, калібрування.* Ці пристрої досить легко налаштовувати в польових умовах та калібрувати. Адже якщо параметр спрацювання не відповідає зазначеному на шкалі, то можна просто регулювати стрілку на шкалі або пружину як у випадку з реле серій РТ-40 чи РН-50.

2. *Ремонт.* Оскільки дістатися до основних елементів реле дуже просто – знявши кришку, можна замінити пошкоджені компоненти реле.

## 2.6 Висновки до розділу

1. Розглянуто мікропроцесорні реле. Їх принцип роботи та загальну будову.
2. Описано маркування пристроїв захисту, адже це є дуже важливим аспектом при виборі елемента захисту.
3. Проведено аналіз технічних даних електромеханічних пристроїв, та робимо висновок, що незважаючи на свій вік вони ще досить точні.
4. Враховуючи поширеність електромеханічних приладів в енергетиці нашої країни, та їх час роботи, можна сказати, що вони є досить надійними та на свій час хорошими приладами захисту. Звичайно, їм не зрівнятися функціоналом, габаритами та іншими показниками з сучасними аналогами які все більше та частіше їх замінюючи, будучи основою захисту електромереж.
5. Отже вибрано основні електричні апарати, які буде використано для побудови нових лабораторних стендів.

### 3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

#### 3.1 Лабораторний стенду для дослідження реле струму

##### 3.1.1 Опис лабораторного стенду

На рис. 3.1 зображено схема для визначення параметрів реле струму

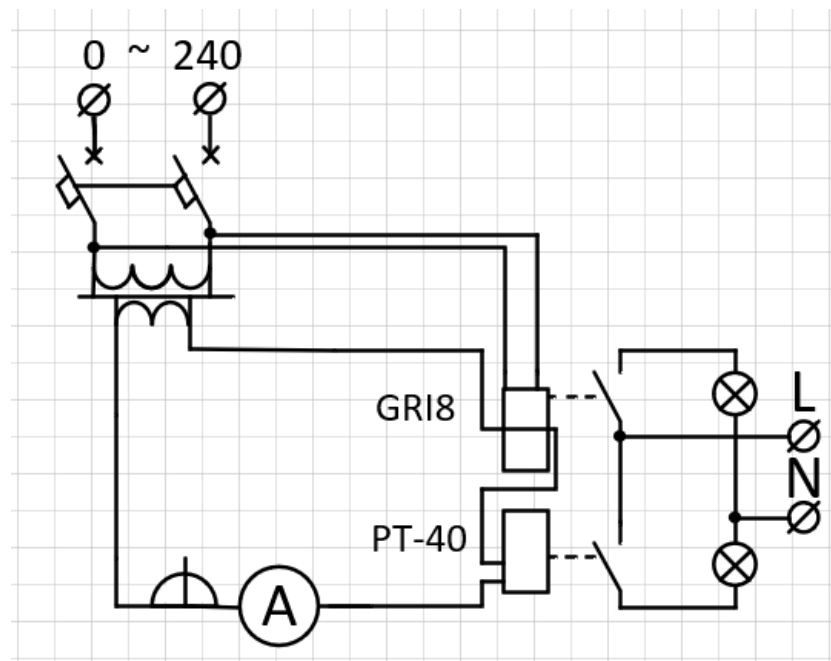


Рисунок 3.1- Схема для визначення параметрів реле струму

Дана схема призначена для демонстрації спрацювання та роботи пристроїв РЗА, а саме РТ-40/10 УХЛ4, та GRI8-06А. Як ми можемо бачити, захист схеми буде реагувати саме на струм за допомогою послідовно зібраних струмових реле. Живлення ламп надходить від мережі 220В, а мікропроцесорне реле живиться від ввідного автомата. Для показу значення струму в схемі присутній послідовно з'єднаний амперметр. Також, можна бачити з'єднання ламп з контактами реле, воно реалізовано так, що одна лампа має захист від реле GRI8-06А, а інша від РТ-40/10. Це зроблено для того щоб можна було порівняти роботу цих пристроїв захисту. Адже уставка на них буде однаковою.

На рис. 3.2 приведено зовнішній вигляд лабораторного стенду для дослідження реле струм



Рисунок 3.2 – Загальний вигляд схеми

У вигляді навантаження використаємо лампу розжарення яка буде встановлюватися в розетку. Живлення реле та схеми подається через ввідний автомат С10. Для того щоб зменшити навантаження на мережу, встановили понижаючий трансформатор. Далі кріпимо провід на 2 послідовно з'єднаних реле. Через контакти реле проходить один з проводів живлення 2-х ламп, а інший йде напряму послідовно через лампи, таким чином при перевищенні значення вхідного струму, контакти на реле розімкнуть коло та лампи відключаться. Для зручності вимірювання параметрів встановимо коробку з клемми. А для безпеки та вигляду вузли схеми помістимо в розподільчу коробку.

### **3.1.2 Послідовність дій для визначення параметрів реле струму**

Для визначення параметрів реле струму слід дотримуватись таких кроків:

1. Ознайомитись з реле РТ-40/10 та GRI8-06А, його внутрішніми з'єднаннями та особливостями підключення.
2. Правильно під'єднати реле до стенду.
3. Задати уставку. Для реле РТ-40/10 потрібно зняти верхню кришку та стрілкою встановити потрібне значення. В реле GRI8-06А викруткою повернути регулюючий гвинт.
4. Підключити ввідний автоматичний вимикач до ЛАТРа. А живлення ламп до мережі 220В.
5. Провести необхідний дослід.

## **3.2 Лабораторний стенду для дослідження реле напруги**

### **3.2.1 Опис лабораторного стенду**

Для дослідження роботи реле контролю напруги через ввідний автомат подається живлення до розподільчої коробки а потім на котушки реле TOVPD1-60-ЕС та РН-53/200. Живлення лампи-навантаження, напруга на якій контролюється в схемі з TOVPD1-60-ЕС здійснюється від цього ж ввідного автомату. Провід живлення проходить через контакти реле та вразі перевищення вхідного напруги живлення навантаження буде припинене.

У реле напруги контрольоване коло та коло в якому вимірюється напруги гальванічно розв'язані. Тому вимірювальний елемент, котушку, підключено безпосередньо до ввідного автомату, а контакти до зовнішнього кола із індикаторною лампою, яка при перевищенні допустимої напруги загасає.

На рис. 3.3 зображено схема для визначення параметрів реле напруги.

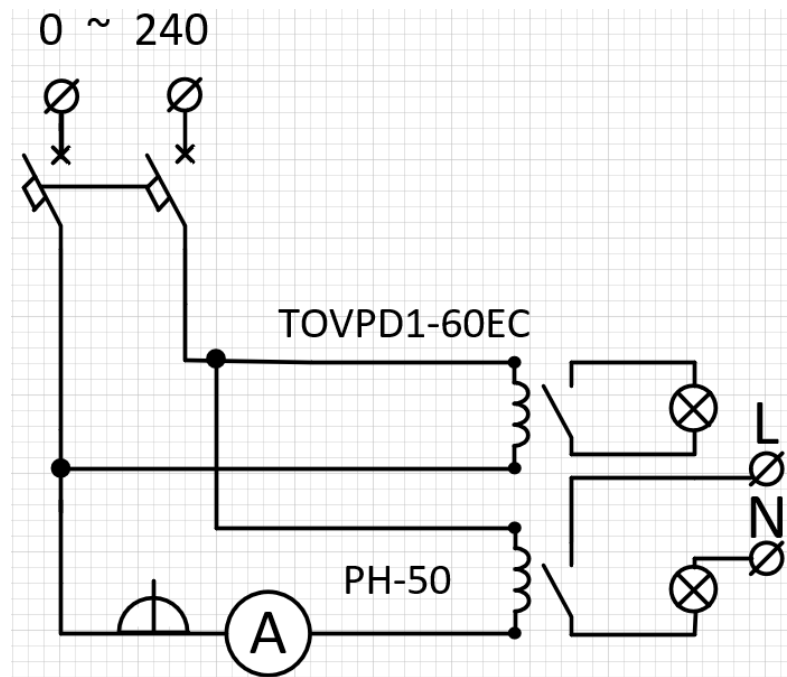


Рисунок 3.3 Схема для визначення параметрів реле напруги

Також для підключення навантаження та амперметра на схемі встановлена розетка та коробка з клемми. Вони підключені паралельно та живляться від розподільчої коробки. Живлення однієї з ламп проходить через реле TOVPD1-60-EC. Відключення іншої забезпечується PH-53/200.

На рис. 3.4 приведено зовнішній вигляд лабораторного стенду для дослідження реле напруги





Рисунок 3.4 - Загальний вигляд схеми з реле контролю напруги

### 3.2.2 Послідовність дій для визначення параметрів реле напруги

Дії необхідні для підключення та визначення параметрів реле напруги :

1. Ознайомитись з будовою реле РН-53/200 та TOVPD1-60-ЕС, його принципом роботи.
2. Враховуючи особливості реле, та його внутрішніх з'єднань. Підключити його до схеми.
3. Встановити необхідні значення спрацювання. Для РН-53/200 потрібно перемістити стрілку на шкалі в потрібне положення. А для TOVPD1-60-ЕС уставка задається кнопками на корпусі.
4. Подати напругу на ввідний автомат. А живлення лампи підключити до мережі 220В
5. Провести дослід.

### 3.3 Лабораторний стенду для дослідження автоматичних вимикачів, запобіжників та ПЗВ

#### 3.3.1 Опис лабораторного стенду

На рис. 3.5 зображено схема для демонстрації роботи ПЗВ та вимірювання струмо-часових характеристик автоматичних вимикачів та запобіжників.

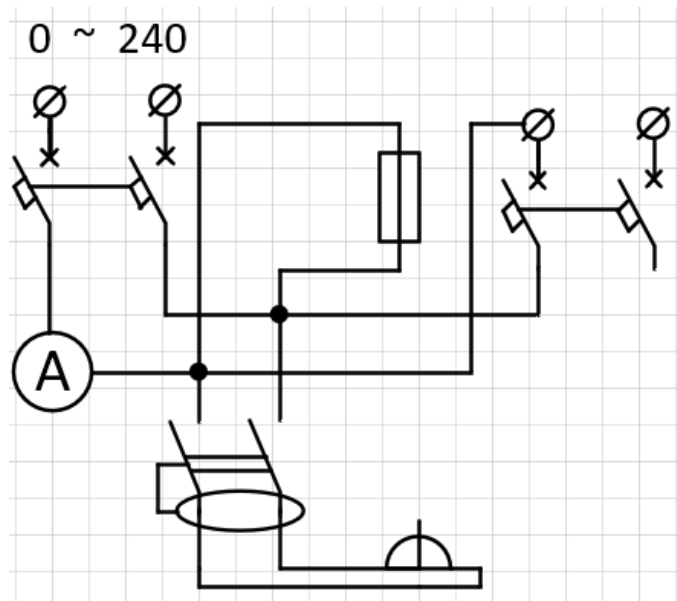


Рисунок 3.5 - Схема для демонстрації роботи автоматичних вимикачів, запобіжників та ПЗВ

Для зручності закріплення плавкого запобіжника використаємо спеціальну клему. Вимірювати струм буде послідовно встановлений амперметр. Для спрацювання ПЗВ, використаємо розетку в яку встановимо спеціальний тестер який може імітувати витік струму, на який і зреагує ПЗВ.



Рисунок 3.6 – Загальний вигляд схеми з ПЗВ, запобіжником та автоматом

На ввідний автомат подається вхідна напруга, з нього вона йде до розподільчої коробки. Схема сконструйована так, що кожен елемент підключений паралельно. Також присутні клеми для підключення амперметра.

Таблиця 3.1 Дані пристроїв

Назва пристрою	Номінальна напруга	Струм спрацювання
АВ С1	220В	1А
Плавкий запобіжник	230В	20А
ПЗВ Аско-укрем	230В	+/-30мА

### 3.3.2 Послідовність дій для роботи з лабораторним стендом

Щоб дослідити роботу автоматичних вимикачів, запобіжників та ПЗВ потрібно дотримуватись таких наступних дій :

1. Дослідити будову та принципи роботи елементів досліджуваного стенду.
2. Паралельно під'єднати елементи схеми. Це дасть можливість випробувати їх окремо один від одного, або за потреби разом.
3. Установити реле на стенді як зображено на рисунку 3.5.
4. Для дослідження роботи ПЗВ в розетку необхідно встановити спеціальний тестер який при натиску на кнопку "RCD Test" подасть струм.
5. Підключити живлення схеми через ввідний автомат.
6. Для дослідження запобіжника потрібно відкрити кришку спеціальної клеми та вставити сам плавкий запобіжник, після чого закрити кришку та проводити тест.
7. Для дослідження автоматичного вимикача треба лише перемістити важіль в верхнє положення.

### **3.7 Висновки до розділу**

1. Створено схеми на яких позначено елементи захисту, підключення вимірювальних пристроїв та світильників, описано принцип роботи самої схеми та підключення елементів до неї.
2. Згідно з описаними вище кроками реалізовано лабораторні стенди, враховуючи особливості з'єднання, розміщено та під'єднано елементи.
3. Також задано уставки на реле коригуючись описом вище.
4. Підключено схеми, де потрібно мережі живлення 220В та до регулюючого приладу (ЛАТРа)

## 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

### 4.1 Загальні питання електробезпеки

Електрика широко використовується у всіх галузях народного господарства, в побуті, медицині, сільському господарстві. Тому питанням електробезпеки потрібно весь час приділяти велику увагу.

Аналіз статистичних даних показує, що нещасні випадки на виробництві від ураження електричним струмом, які супроводжуються тимчасовою втратою працездатності складають близько 1-го %%, а нещасні випадки, які закінчуються при ураженні електричним струмом смертельним наслідком – складають близько 40 %% від загальної кількості. При цьому до 80 %% нещасних випадків з смертельним наслідком приходиться на електроустановки до 1000 В (220 В; 380 В), так як вони мають саме широке використання та розповсюдження в народному господарстві та побуті. Найчастіше всього травми одержує персонал, який безпосередньо обслуговує електроустановки (це близько 60 %% від загального числа електротравм).

Знаки електробезпеки згідно ДСТУ 6309:2007 „Протипожежний захист. Знаки безпеки, форма та колір” ) фарбуються у чорний або червоний колір на світлому фоні.

Електробезпека – це система організаційних і технічних заходів і засобів, які забезпечують захист людей від шкідливої та небезпечної дії електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля та статичної електрики.

Електротравма – це травма, викликана дією електричного струму або електричної дуги.

Електротравматизм – це явище, яке характеризується сукупністю електротравм, які виникають та повторюються в аналогічних виробничих, побутових умовах та ситуаціях.

З метою забезпечення електробезпеки всі виробничі приміщення підрозділяють за ступенем небезпеки ураження людини електричним струмом на три класи:

Приміщення без підвищеної небезпеки – це сухі приміщення з відносною вологістю не більше 75 % і температурою повітря в межах + 5...+ 25<sup>0</sup> С, з не струмопровідними підлогами (дерев'яними, пластмасовими), з повітряним середовищем без струмопровідного пилу.

Приміщення з підвищеною небезпекою – це приміщення, що характеризуються наявністю однієї з таких ознак:

- вологість з постійною відносною вологістю повітря більше 75 %;
- струмопровідний пил;
- струмопровідні підлоги (земляні, металеві, залізобетонні, цегельні);
- висока температура повітря (вище 35<sup>0</sup>С);
- можливість одночасного дотику людини до металевих конструкцій будинків, технологічних апаратів, механізмів і до металевих корпусів електроустаткування.

Приміщення особливо небезпечні – це приміщення, в яких наявною є одна з наступних ознак:

- відносна вологість повітря постійно близька до 100 %, внаслідок чого стіни, стеля таких приміщень покриті конденсатом вологи;
- приміщення з постійною наявністю їдких газів чи пари відносно матеріалу ізоляції струмоведучих частин;
- приміщення, для яких характерні дві чи більше ознак, що відносяться до класу приміщень з підвищеною небезпекою, наприклад, приміщення з струмопровідним пилом і сирою струмопровідною підлогою.

#### **4.2 Допомога при попаданні стороннього тіла у вухо, ніс, очі, дихальні шляхи, кишковий тракт**

Стороннє тіло вуха, носа, очей, дихальних шляхів, кишкового тракту.

Стороннє тіло вуха. Комахи (таргани, блощиці, мухи й мошка) та дрібні предмети (коралі, гудзики, горох тощо) часто потрапляють в зовнішній слуховий прохід, що найчастіше трапляється з дітьми.

Стороннє тіло в носі (кульки, ягоди, папір тощо). Необхідно сильно висякати, видаляти неспеціалісту заборонено.

Стороннє тіло очей. Дрібні негострі предмети (пісок, мошка) затримуються на кон'юнктиві (слизовій оболонці), внаслідок чого виникає сльозотеча, печуть очі. з'являються кон'юнктивіт та почервоніння очей.

Терти очі не можна. Виймають стороннє тіло ватним тампоном, змоченим у розчині борної кислоти. Очі закачують для профілактики інфекції 30%% розчином сульфацілу натрію.

Стороннє тіло дихальних шляхів призводить до асфікції. Предмети потрапляють у горло чи трахею, при цьому виникає приступ різкого кашлю. спазм голосових зв'язок, задуха. Потрібно різко і сильно відкашлятися. Якщо це не допомагає, то потерпілого кладуть животом на зігнуте коліно (як утопленика) голову опускають якнайнижче і ударом руки по спині здригають грудну клітку.

Стороннє тіло шлунково-кишкового тракту (цвяхи, шпильки, кнопки). Дрібні і округлі предмети проходять трактом і виходять з калом. Гострі і великі предмети можуть ушкодити внутрішні органи і викликати кровотечу потерпілого, кишкову непрохідність. Потрібно їсти багато мокрого хліба, картоплю, капусту; моркву, при появі болу за грудиною і в животі необхідно негайно викликати лікаря. [17]

### **4.3 Визначення, причини виникнення та класифікація надзвичайних ситуацій**

Аварія – це небезпечна подія техногенного характеру, що створює на об'єкті, території або акваторії загрозу для життя і здоров'ю людей і призводить до руйнування будівель, споруд, обладнання і транспортних засобів, порушення виробничого або транспортного процесу чи завдає шкоди довкіллю.

Катастрофа – це раптове лихо чи велика подія, яка тягне за собою важкі наслідки для людини, тваринного чи рослинного світу, змінюючи умови середовища існування. Це результат різкого чи стрибкоподібного переходу

природного, біологічного чи соціально-економічного середовища з виникненням уражаючих факторів, які наносять значну шкоду соціальним і природним системам. Іноді, підкреслюючи всесвітній характер катастрофи, її називають катаклізмом. Залежно від масштабності та тривалості впливу на природне середовище, катастрофи поділяють на локальні, регіональні й глобальні.

Події природного походження або результат діяльності природних процесів, які за своєю інтенсивністю, масштабом поширення і тривалістю можуть вражати людей, об'єкти економіки та довкілля, називають небезпечними природними явищами. Руйнівне небезпечне природне явище – це стихійне лихо.

Епідемія – це масове розповсюдження інфекційної хвороби людей у часі та просторі, у межах певного регіону, що перевищує звичайний рівень захворюваності, який реєструється на цій території, в 1,5 раза протягом 3-х днів в 1–2 районах.

Причинами надзвичайних ситуацій можуть стати також епізоотії – одночасне поширення інфекційної хвороби серед великої кількості одного чи багатьох видів тварин, що значно перевищує звичайний зареєстрований рівень захворюваності на певній території; та епіфітотії – масове інфекційне захворювання рослин, що супроводжується чисельною загибеллю культур і зниженням їх продуктивності.

В Україні щороку виникають тисячі надзвичайно складних ситуацій природного та техногенного характеру, внаслідок яких гине велика кількість людей, а матеріальні збитки сягають кількох мільярдів гривень. Для роботи в районі надзвичайної ситуації потрібно залучати значну кількість людських, матеріальних і технічних ресурсів.

Постановою Кабінету Міністрів України № 1099 „Про порядок класифікації надзвичайних ситуацій” затверджено „Положення про класифікацію надзвичайних ситуацій”.

Згідно з цим положенням за характером походження подій, що зумовлюють виникнення надзвичайних ситуацій на території України, розрізняють 4 класи



надзвичайних ситуацій: техногенного, природного, соціально-політичного та військового характеру

Надзвичайні ситуації техногенного характеру – це наслідок транспортних аварій, катастроф, пожеж, неспровокованих вибухів чи їх загроза, аварій з викидом (загрозою викиду) небезпечних хімічних, радіоактивних, біологічних речовин, раптового руйнування споруд та будівель, аварій на інженерних мережах і спорудах життєзабезпечення, гідродинамічних аварій на греблях, дамбах тощо.

Надзвичайні ситуації природного характеру – це наслідки небезпечних геологічних, метеорологічних, гідрологічних, морських та прісноводних явищ, деградації ґрунтів чи надр, природних пожеж, змін стану повітряного басейну, інфекційних захворювань людей, сільськогосподарських тварин, масового ураження сільськогосподарських рослин хворобами чи шкідниками, зміни стану водних ресурсів та біосфери тощо.

Надзвичайні ситуації соціально-політичного характеру – це ситуації, пов'язані з протиправними діями терористичного та антиконституційного спрямування: здійснення або реальна загроза терористичного акту (збройний напад, захоплення і затримання важливих об'єктів ядерних установок і матеріалів, систем зв'язку та телекомунікації, напад чи замах на екіпаж повітряного чи морського судна)/

Надзвичайні ситуації воєнного характеру – це ситуації, пов'язані з наслідками застосування зброї масового ураження або звичайних засобів ураження, під час яких виникають вторинні фактори ураження населення внаслідок зруйнування атомних і гідроелектричних станцій, складів і сховищ радіоактивних і токсичних речовин та відходів, нафтопродуктів, вибухівки, сильнодіючих отруйних речовин, токсичних відходів, транспортних та інженерних комунікацій.

Залежно від територіального поширення, обсягів, заподіяних або очікуваних економічних збитків, кількості людей, які загинули, розрізняють 4

рівні надзвичайних ситуацій – загальнодержавний, регіональний, місцевий та об’єктовий.

Надзвичайна ситуація загальнодержавного рівня – це НС, яка розвивається на території двох та більше областей (Автономної республіки Крим, міст Києва та Севастополя) або загрожує транскордонним перенесенням, а також у разі, коли для її ліквідації необхідні матеріали і технічні ресурси в обсягах, що перевищують власні можливості окремої області (Автономної республіки Крим, міст Києва та Севастополя), але не менше 1 %% обсягів видатків відповідного бюджету.

Надзвичайна ситуація регіонального рівня – це НС, яка розвивається на території двох або більше адміністративних районів (міст обласного значення), Автономної республіки Крим, областей, міст Києва та Севастополя або загрожує перенесенням на територію суміжної області, а також у разі, коли для її ліквідації необхідні матеріальні й технічні ресурси в обсягах, що перевищують власні можливості окремого району, але не менше 1 %% обсягів видатків відповідного бюджету.

Надзвичайна ситуація місцевого рівня – це НС, яка виходить за межі потенційно-небезпечного об’єкта, загрожує поширенням самої ситуації або її вторинних наслідків на довкілля, сусідні населені пункти, інженерні споруди/

Надзвичайна ситуація об’єктового рівня – це НС, яка не підпадає під зазначені вище визначення, тобто така, що розгортається на території об’єкта або на самому об’єкті, її наслідки не виходять за межі об’єкта або його санітарно-захисної зони. [18]

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Розглянуто та проаналізовано захисні і контрольні електричні апарати, які використовуються в лабораторних роботах з предмету “Електричні апарати”. А саме, це реле струму серії РТ-40, реле напруги серії РН-50, автоматичний вимикач АП-50 . На основі аналізу прийнято рішення модернізувати ці два лабораторні стенди. А саме, необхідно їх доукомплектувати та переробити включивши в них цифрові реле струму та напруги.
2. Для модернізації лабораторних стендів обрано мікропроцесорні реле струму GRI8-06A та реле напруги TOPVD1-60-EC. Розглянуті їх принципи роботи, налаштування та функціонал. Встановлено, що окрім ширшого функціоналу, вони більш компактні, точні та мають більшу швидкодію.
3. Замість застарілого автоматичного вимикача АП-50 в схемі лабораторної установки використано сучасний автоматичний вимикач, що монтується на DIN рейку. Також оновлено тримач для запобіжників, який також монтується на DIN рейку.
4. Спроековано і виготовлено 3 стенди. Перший, для дослідження роботи електромеханічного та мікропроцесорного реле струмів. Другий, для дослідження роботи електромеханічного та мікропроцесорного реле напруги. Третій, для дослідження спрацювання ПЗВ та вимірювання струмо-часових характеристик запобіжника та автоматичного вимикача.
5. Виготовлені стенди пройшли випробування та готові до використання в лабораторному курсі « Електричні апарати».

**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. Матвієнко М.П. Основи електротехніки та електроніки / М.П. Матвієнко // Навчальний посібник. – Київ: КНУ, 2018. – 320 с.
2. Панченко С.В. Релейний захист і автоматика / С.В. Панченко // Підручник. – Львів: ЛНТУ, 2020. – 340
3. Шинкарук В.Д. Релейний захист електричних схем / В.Д. Шинкарук // Навчальний посібник. – Одеса: ОНПУ, 2018. – 360 с.
4. Кіреєва Е.А. Релейний захист та автоматика електроенергетичних систем / Е.А. Кіреєва // 6-е видання. – Харків: ХНУРЕ, 2019. – 400 с.
5. Іванов О.В. Реле струму в сучасних електричних мережах / О.В. Іванов // Збірник наукових праць Національного технічного університету України «КПІ». – 2019. – Том 4. – С. 56-60.
6. Ковальчук В.Д. Основи релейного захисту електричних систем / В.Д. Ковальчук // Підручник для студентів електротехнічних спеціальностей. – Харків: ХНУРЕ, 2020. – 380 с.
7. Якименко Ю.І. Мікропроцесорна техніка / Ю.І. Якименко // Підручник. – Київ: НТУУ "КПІ", 2017. – 280 с.
8. <https://220.km.ua/products/rele-kontrolyu-naprugi-tovpd1-60-ec>
9. Петренко М.С. Автоматизовані системи керування на основі реле напруги / М.С. Петренко, Л.В. Сидоренко // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2021. – № 3. – С. 112-119.
10. Тарасов І.Г. Захист електроенергетичних систем: сучасні методи та технології / І.Г. Тарасов, О.М. Литвин // Монографія. – Одеса: ОНПУ, 2022. – 290 с.
11. Сергієнко А.П. Автоматика в електроенергетиці: теорія і практика / А.П. Сергієнко // Навчальний посібник. – Львів: ЛНТУ, 2018. – 320 с.
12. Bohdan Orobchuk, Ivan Sysak, Oleh Buniak, Serhii Babiuk, Vadym Koval (2023) Development of the reactive power compensation laboratory bench and its integration into the training simulator of dispatch control system. The 3rd

- International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems 2023 (ITAP 2023). Ternopil, Ukraine, November 22-24, 2023, Vol. 3628, Pages 574-585.
13. Коваль В. П. Автоматизована вимірювальна установка для дослідження електричних характеристик фотоелектричних модулів/ В. П. Коваль, Б.Я. Оробчук, Л.М. Костик, Я.М.Осадца// Вісник Хмельницького національного університету. – 2022. – № 5. – С. 168-173.
  14. Orobchuk B. Development and research of Wi-Fi network for receiving and transmitting telemechanical information in the training laboratory / Bogdan Orobchuk, Vadym Koval // Scientific Journal of TNTU. — Tern. : TNTU, 2020. — Vol 99. — No 3. — P. 124–132.
  15. Vadym Koval, Bogdan Orobchuk, Nataliia Kuzemko, Gao Lijin. Measuring device for photovoltaic modules electrical characteristics testing // Proceedings of the International Conference „Advanced applied energy and information technologies 2021”, 2021
  16. Коваль В.П. Система релейного керування освітлювальною установкою // В.П. Коваль, О.А.Буняк, І.В.Белякова / Світлотехніка й електроенергетика: історія, проблеми, перспективи: матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції, (Тернопіль, 29-31 травня 2024) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2024. – С .
  17. В. Ц. Жидецький, В. С. Джигирей, О. В. Мельников. Основи охорони праці. — Вид. 2-е, стереотипне. — Львів: Афіша, 2000. — 348 с.
  18. Методичні вказівки для написання розділу «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці» в кваліфікаційних роботах здобувачів освітнього рівня „бакалавр”. Для студентів всіх форм навчання рівень вищої освіти перший ( бакалаврський ) / укл. : О. Я. Гурик , І. Б. Окіпний. – Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. - 20 с.