



Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет енергетики, робототехніки та
комп'ютерних технологій

Кафедра електропостачання та енергетичного
менеджменту

РЕЛЕЙНИЙ ЗАХИСТ

Методичні вказівки
до виконання лабораторної роботи
«Дослідження електронних реле»
для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної
та заочної форм навчання зі спеціальності
141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Харків
2023

Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**Факультет енергетики, робототехніки та
комп'ютерних технологій**

**Кафедра електропостачання та енергетичного
менеджменту**

РЕЛЕЙНИЙ ЗАХИСТ

Методичні вказівки
до виконання лабораторної роботи
«Дослідження електронних реле»
для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та
заочної форм навчання зі спеціальності
141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Затверджено рішенням
науково-методичної ради
факультету енергетики,
робототехніки та
комп'ютерних
технологій
Протокол № 3
від 22 лютого 2023 року

Харків
2023

УДК 620.311

Схвалено на засіданні кафедри
електропостачання та енергетичного менеджменту
Протокол №7 від 8.02.2023 р.

Рецензенти:

С. О. Тимчук, д-р техн. наук, проф., зав. кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій ДБТУ.

Ю. М. Хандола, канд. техн. наук, зав. кафедри електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії та електротехніки ДБТУ.

Релейний захист: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт «Дослідження простих реле» студентами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навч., спец.: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»; Державний біотехнологічний університет; упоряд.: В. Г. Пазій – Харків: 2023. – 32 с.

Методичні вказівки включають інформацію про електронні реле, що використовуються у системах релейного захисту електричних мереж від аварійних режимів, зокрема реле стуму, напруги, часу. Наведено їхні технічні характеристики, схеми підключення та випробування. Надана методика випробування технічних характеристик та зразки протоколів дослідження.

Виконання лабораторних робіт допоможе майбутнім фахівцям оволодіти знаннями про прості реле, принципи їх функціонування та порядок перевірки.

Видання призначене для студентів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

УДК 620.311

Відповідальний за випуск: **О. О. Мірошник**, д-р техн. наук

© Пазій В.Г. 2023.

© ДБТУ, 2023

ЗМІСТ

Загальні відомості про електронні вимірювальні реле	4
Лабораторна робота №1. Випробування електронного вимірювального реле типу АЛ1/100.....	6
Лабораторна робота №2. Випробування струмового реле часу типу ВЛ-104	9
Лабораторна робота №3 Випробування електронного вимірювального реле типу НЛ8	14
Лабораторна робота №4 Випробування реле типу РС40М-5/40.....	17
Додаток А. Форма протоколу випробування лабораторних робіт	26

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЕЛЕКТРОННІ ВИМІРЮВАЛЬНІ РЕЛЕ

Вимірювальні органи пристроїв релейного захисту й автоматики призначені для спрацьовування при досягненні вимірюваною величиною заданого рівня. При цьому вихідний сигнал може бути отриманий у вигляді стрибкоподібної зміни опору при комутації контактів, зміні провідності транзисторів, тиристорів тощо.

На вхід вимірювальних реле, як правило, подається струм або напруга контрольованого елемента. Вимірювальні реле можуть реагувати на одну вхідну величину (струм, напруга) або їхню комбінацію або на похідні величини (потужність, опір тощо).

У випадку застосування в колах РЗА до вимірювального реле пред'являються вимоги:

- можливість регулювання уставок;
- мінімальна похибка на кожній з уставок;
- мінімальна споживана потужність;
- максимальна швидкодія;
- максимальні коефіцієнти повернення.

Дотепер у якості вимірювальних використовувалися електромагнітні реле, робота яких ґрунтується на впливі магнітного потоку обмотки на феромагнітний ярмір. Струм або напруга, що подаються на обмотку таких реле, створюють магнітний потік, який, перетинаючи повітряний зазор, із зусиллям діє на ярмір. Відбувається порівняння електромагнітного зусилля й сили пружини. Як вихідний орган служать замикаючі або розмикаючі контакти.

В електромагнітних реле уставки регулюються дискретно і плавно. Дискретність забезпечується за рахунок з'єднання обмоток паралельно або послідовно (РТ-40) або за рахунок з'єднання обмотки з опорами різних номіналів (РН-50). Плавне регулювання забезпечується за рахунок натягу пружини, що втримує ярмір.

До недоліків електромагнітних реле належить поступове збільшення похибки при експлуатації внаслідок використання

пружин, пружність яких з часом зменшується. Це призводить до похибки до 10%. Інший недолік – низький коефіцієнт повернення ($0,8 \pm 0,85$), що призводить до необхідності закруглення захистів та автоматики.

Зараз промисловістю випускаються електронні вимірювальні реле, які належать до статичних реле, що мають оцифровану шкалу, стабільну низьку похибку (до 5%) і високий коефіцієнт повернення (0,95). Останній дозволяє збільшити чутливість захистів в 1,19 рази.

Статичне реле має такі основні вузли: вузол стабілізації напруги, пороговий підсилювач, релейний підсилювач, вузол регулювання уставок.

Вузол стабілізації напруги забезпечує пороговий підсилювач стабілізованою напругою. Живлення здійснюється від зовнішнього джерела (у реле струму) або від джерела вхідного сигналу (у реле напруги).

Пороговий підсилювач виконаний на базі операційного підсилювача на мікросхемі, увімкненого за схемою компаратора.

Вхідна напруга (безпосередня в реле напруги або після перетворення струму в напругу в реле струму) подається на дільник, а з нього на вхід порогового підсилювача. Якщо вона стає вище опорної напруги, відбувається перемикання компаратора, включається транзисторний ключ релейного підсилювача, спрацьовує електромагнітне вихідне реле, загоряється світлодіод на передній панелі.

Лабораторна робота №1

ВИПРОБУВАННЯ ЕЛЕКТРОННОГО ВИМІРЮВАЛЬНОГО РЕЛЕ ТИПУ АЛ1/100

Мета роботи: Вивчення принципу роботи та засвоєння порядку перевірки електронних вимірювальних реле типу АЛ-1.

Програма роботи

1. За рис. 1.2 вивчити електричну схему реле АЛ1/100. Реле струмове типу АЛ1 УЗ/100 має такі технічні дані:

Параметр	Значення
Кліматичне виконання	УЗ
Діапазон уставок	12,5 ... 100 А
Дискретність уставок	1,25 А
Похибка струму спрацьовування не більше	$\pm 5 \%$
Коефіцієнт повернення не нижче	0,95
Час спрацьовування при струмові $1,2 I_{cp}$ не більше	0,095с
Час повернення при струмі від $1,2 I_{cp}$ до нуля не більше	0,06 с
Напруга живлення	$\sim 220В$
Діапазон напруги живлення	$0,8 \dots 1,1 U_{ном}$
потужність, споживана струмовим колом, не більше	0,8 ВА
номінальний струм контактів при напрузі до 250В	2А
середнє напрацювання до відмови	25000 год.
термін служби	12 років

2. Зняти кожух реле й оглянути внутрішню схему.

3. Перевірити похибку уставок по струму й коефіцієнт повернення реле. Для цього зібрати схему за рис. 1.4 і виставити найменшу уставку I_y ($12,5 \pm 0$). Увімкнути схему під напругу й, обертаючи регулятор, заміряти струм спрацьовування реле I_{cnp} (у момент загоряння сигнальної лампи).

4. Потім, знижуючи струм, заміряти струм повернення I_n (у момент загасання лампи).

5. Обчислити коефіцієнт повернення і похибку за виразом:

$$K_n = \frac{I_n}{I_{cnp}}; \quad \Delta I = \frac{I_y - I_{cnp}}{I_{cnp}} \cdot 100\% .$$

Дані занести до табл. 1.1.

6. Аналогічно, змінюючи уставку по струму від $12,5 + 0$ до $12,5 + 11,75$, перевірити виставлені уставки шкали.

Таблиця 1.1 – Дані вимірювань

Струм уставки, А	Струм спрацьовування , А	Похибка уставок, ΔI , %	Струм повернення , А	Коефіцієнт повернення

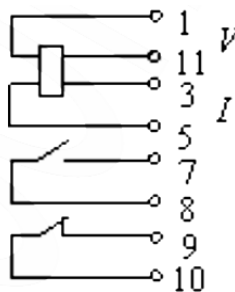
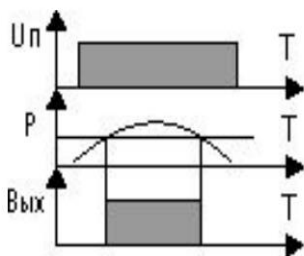


Рисунок 1.1 – Діаграма функціонування реле АЛ-1/100

Рисунок 1.2 – Електрична схема АЛ-1/100

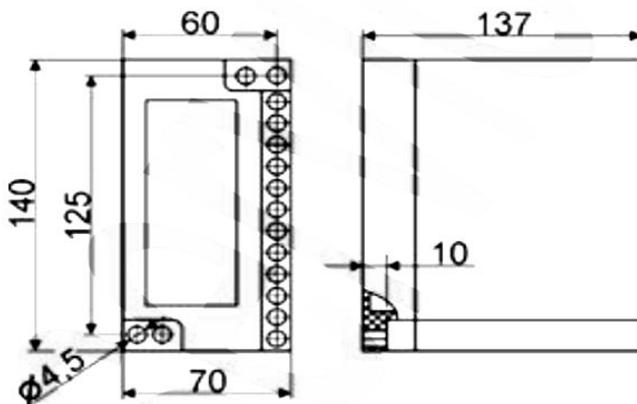


Рисунок 1.3 – Габаритні розміри реле АЛ1/100

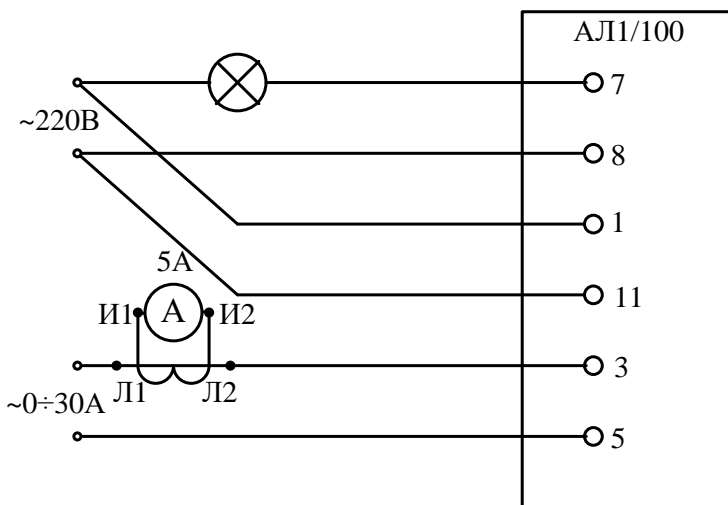


Рисунок 1.4 – Схема випробування реле АЛ1/100

Лабораторна робота №2

ВИПРОБУВАННЯ СТРУМОВОГО РЕЛЕ ЧАСУ ТИПУ ВЛ-104

Мета роботи: Вивчення області застосування, будову, технічні характеристики, а також відповідність їх паспортними даними у реле часу типу ВЛ-104.

Теоретичні відомості

Найбільш частим видом пошкодження ліній і елементів схем підстанцій є короткі замикання, супроводжувані великими струмами з одночасним зниженням напруги до нуля. Тому для захисту від термічних руйнувань Правила улаштування електроустановок (ПУЕ) вимагають встановлювати максимальний струмовий захист (МСЗ) з мінімально можливим часом спрацювання. Останній при виконанні вимог селективності залежить від точності реле і швидкодії вимикачів.

Для спрацювання вимикаючих електромагнітів приводів вимикачів потрібно потужність понад 100 ВА, для релейних захистів порядку $6 \div 10$ ВА. Хоча потужність порівняно не велика, але забезпечити її можна або від живлення акумуляторами, від спеціальних блоків живлення або використовуючи трансформатори струму.

З метою використання трансформаторів струму може застосовуватися схема з дешунтуванням вимикаючих електромагнітів приводів на реле типу РТ-80 (рис. 2.1). Проте захист на такому реле є загрубленим через низький коефіцієнт повернення $K_B = 0,8$ і не швидкодіючий через похибку реле, рівною $\pm 0,25$ с.

Більш досконалим є МСЗ на струмових реле РТ-40, часу РВМ-12 і проміжних РП-34І. Коефіцієнт повернення РТ-40 дорівнює 0,85 і похибка реле часу РВМ-12 $\pm 0,15$ с.

ВАТ "Електротехнічний завод" (м. Київ) випускає електронне струмове реле часу типу ВЛ-104, яке може замінити два реле РВМ-12. Реле ВЛ-104 призначене для використання в схемах релейного захисту на змінному оперативному струмі для отримання регульованої витримки часу і включається безпосередньо у вторинне коло трансформаторів струму.

До складу реле входять:

– два трансформатори струму (трансреактори), первинні обмотки яких включаються у вторинні кола вимірювальних трансформаторів струму будь-яких двох фаз;

– напівпровідникова схема, що формує витримки часу і забезпечує живлення, режими і послідовність роботи вихідних електромагнітних реле.

Включення реле ВЛ104 відбувається при замиканні кола між виводами 3-12 або 4-12.

Для реле ВЛ-104 схема захисту повинна виконуватися таким чином, щоб спрацьовування пускових органів здійснювалося замиканням тільки одного кола (3-12 або 4-12). Це необхідно для правильної роботи реле часу.

Величина струму у вхідних колах живлення може змінюватися від 2 до 150 А, тому до складу блоку живлення реле входить стабілізатор напруги.

При підвищенні напруги на виході трансреакторів вище заданого рівня їх вихідні обмотки замикаються.

Тривалість включення контактів К1 і К2 фіксована і складає (0,5-0,7) с.

Реле має наступні технічні характеристики:

- | | |
|---|----------|
| - номінальний струм | 5А |
| - діапазон регульованих уставок часу | 0,1÷9,9с |
| - дискретність регульованих уставок | 0,1с |
| - мінімальний робочий струм не більше | 2А |
| - клас точності реле | 2 |
| - тривало допустимий струм контактів | 5А |
| - споживана потужність для кожного кола живлення при номінальному струмі, не більше | 6ВА |

Схема розташування виводів реле показана на рис. 2.3.

Програма роботи

1. Оглянути реле і вивчити порядок виставлення уставок першого ступеня – Т1, другого – Т2 і третього – Т3.

2. Заміряти мінімальний робочий струм реле. Для цього зібрати схему за рис. 2.4 ЛАТР виставити на нуль, включити напругу на лабораторному столі. Підвищуючи ЛАТР струм, заміряти його мінімальне значення, при якому загоряється сигнальна лампа. Дані порівняти з паспортом.

3. Заміряти точність спрацювання реле, для цього зібрати схему за рис. 2.5. включити напругу на лабораторному столі і по амперметру виставити струм 5А. Відключити стіл, виставити на реле уставку 1с Т1 = 0, Т2 = 0 Т3 = 1. Секундомір поставити в нульове положення Включити напругу і заміряти час спрацювання реле. Аналогічним чином перевірити інші уставки від 1с до 9с з дискретністю 1с. Дані занести до табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Дані вимірювань та розрахунків

Уставка, с	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Час спрацювання, с									
Похибка, %									

Похибка визначається залежністю:

$$\Delta t = \frac{t_y - t_{cp}}{t_y} \cdot 100\% \tag{2.1}$$

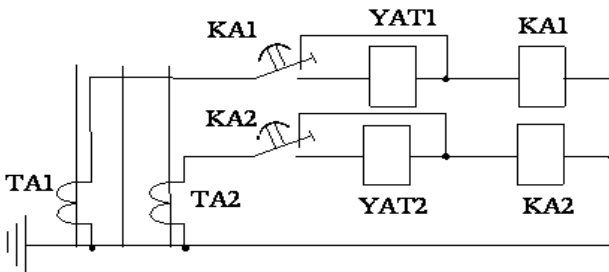


Рисунок 2.1 – Схема МТЗ на реле РТ-80

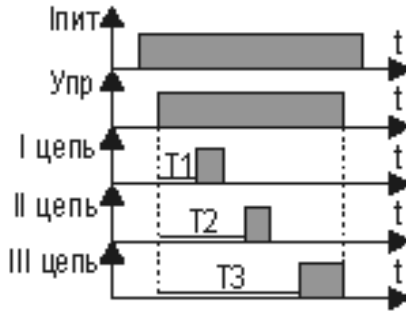


Рисунок 2.2 – Функціональна діаграма роботи реле РТ-80

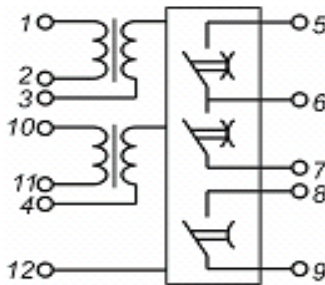


Рисунок 2.3 – Схема виводів реле ВЛ-104

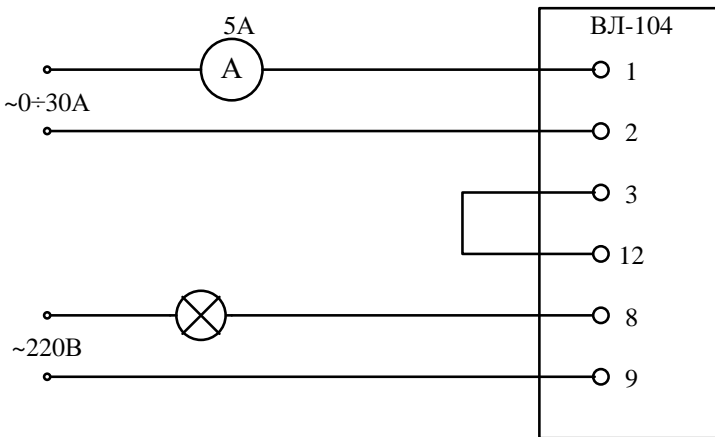


Рисунок 2.4 – Схема визначення мінімального робочого струму

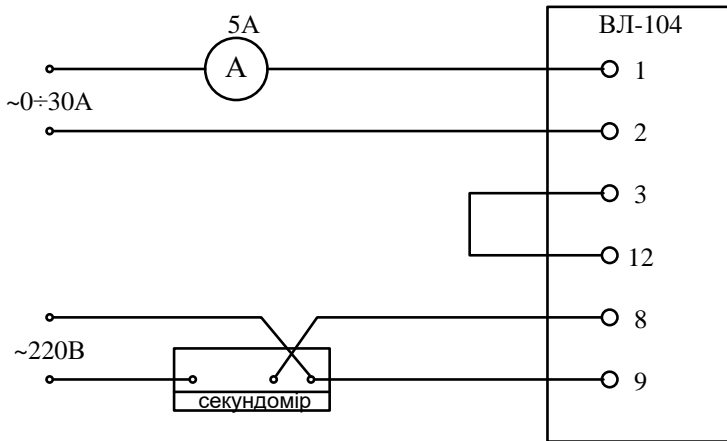


Рисунок 2.5 – Схема перевірки точності роботи реле

Лабораторна робота №3

ВИПРОБУВАННЯ ЕЛЕКТРОННОГО ВИМІРЮВАЛЬНОГО РЕЛЕ ТИПУ НЛ8

Мета роботи: Вивчення принципу роботи та засвоєння порядку перевірки вимірювальних реле НЛ8.

Теоретичні відомості

Вузол регулювання уставок являє собою дільник напруги. У реле НЛ8 зібраний на дводекадному перемикачі на резисторах, причому перемикач старшої декади має оцифровану шкалу налагодження, перемикач молодшої декади служить для точного налагодження.

У даній лабораторній роботі передбачається зняття технічних характеристик і порівняння їх з паспортними електронних реле НЛ8.

Реле напруга НЛ8 має технічні дані:

- кліматичне виконання - УЗ;
- діапазон уставок від 170 до 240 В з дискретністю регулювання грубо/точно - 10/1 В;
- похибка напруги спрацьовування - не більше $\pm 5\%$;
- коефіцієнт повернення - не нижче 0,95;
- час спрацьовування - 0,03 с;
- час повернення - 0,05 с;
- споживана потужність - 9 ВА;
- струм комутації контактів - 2А при напрузі до 250 В;
- середнє напрацювання до відмови - 25000 год.;
- термін служби - 12 років.

Програма роботи

1. За рис. 3.1 вивчити електричну схему реле НЛ8.
2. Зняти кожух реле й оглянути внутрішню схему.

3. Визначити напругу спрацювання реле.

Для цього зібрати схему по рис. 3.4. Виставити регулятор на «0». Виставити найменшу уставку (160+0). Включити схему під напругу й, обертаючи регулятор, досягти спрацювання реле (загоряння сигнальної лампи). Напругу спрацьовування U_{cnp} реле занести до табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Дані вимірювань та розрахунків

Напруга уставки, В	Напруга спрацювання, В	Похибка уставок, ΔU , %	Напруга повернення, В	Струм спрацювання, А	Коефіцієнт повернення	S_{cp} , ВА

4. Визначити напругу відпускання реле. Для цього знижуючи напругу, заміряти напругу повернення U_n (у момент згасання лампи) та результат занести в табл. 3.1.

5. Аналогічно перевірити інші уставки: 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169 В, а також 170, 180, 190, 200, 210, 220, 230 В.

6. Розрахувати похибку уставок по напрузі за формулою:

$$\Delta U = \frac{U_y - U_{cnp}}{U_{cnp}} \cdot 100\% \quad (3.1)$$

7. Обчислити коефіцієнти повернення для кожного значення напруги спрацювання за формулою:

$$K_n = \frac{U_n}{U_{cnp}} \quad (3.2)$$

8. Перевірити споживану потужність реле. Для цього включити схему під напругу і виставити регулятором 220 В. За виміряним за допомогою міліамперметра значенням струму обчислити споживану потужність.

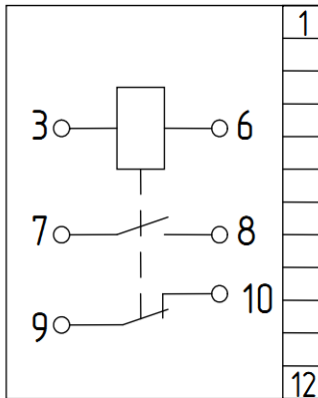


Рисунок 3.1 – Електрична схема реле НЛ8

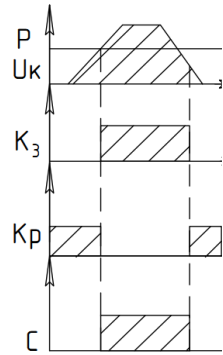


Рисунок 3.2 –
Діаграма роботи реле НЛ8

P – регульований рівень напруги спрацювання чи відпускання;
 U_k – контрольована напруга;
 K_z – замикаючий контакт;
 K_p – розмикаючий контакт;
 C – світлодіод.

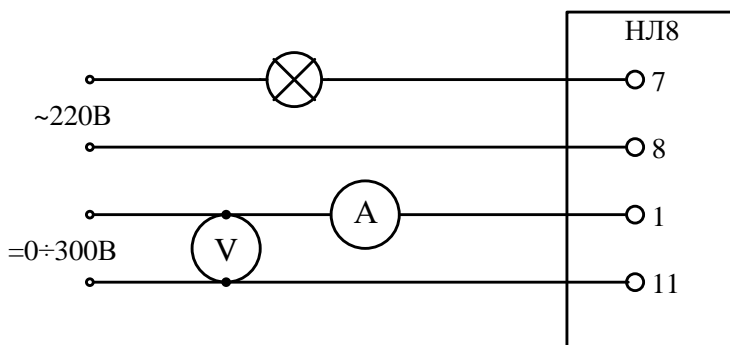


Рисунок 3.3 – Схема випробування реле НЛ8

Лабораторна робота №4

ВИПРОБУВАННЯ РЕЛЕ ТИПУ РС40М-5/40

Мета роботи: Вивчення принципу роботи та засвоєння порядку перевірки вимірювальних мікроелектронних реле струму типу РС40М.

Теоретичні відомості

Вимірювальні органи пристроїв релейного захисту й автоматики призначені для спрацьовування при досягненні вимірюваною величиною заданого рівня. Якщо в якості вимірювального органу використовується реле, то вихідний сигнал виходить у вигляді замикання або розмикання контактів (стрибкоподібна зміна опору від $R_k = 10^{-2}$ до $R_k = 10^{12}$ Ом).

В даний час промисловістю замість електромагнітних реле типу РТ-40 випускають реле типу РС-40, паспортні дані яких наведені в **табл. 4.1, 4.2**.

Реле типу РС-40 має збільшену кількість дискретних уставок – 64 шт. (проти 10 шт. – у РТ-40) і вищий коефіцієнт повернення – 0,85 замість 0,80. Дискретність регулювання уставок забезпечується за рахунок з'єднання обмоток паралельно або послідовно, а також шляхом установки перемичок на лицьовій панелі.

Технічні характеристики реле типу РС40М-5/40

Умовні позначення виконань реле, діапазони зміни уставок струму спрацьовування, номінальні струми наведені в табл. 4.1 – 4.2.

Діапазон зміни уставок витримки часу реле РС40М1, РС40М21 (i) - (0,1-6,4) с.

Дискретність зміни уставок витримки часу реле РС40М1, РС40М21 (i) -0,1 с.

Реле РС40М21 (і) забезпечують:

- зберігання заданих з передньої панелі уставок у вбудованій ФЛЕШ-пам'яті;

- світлодіодну індикацію спрацьовування (тільки РС40М21і).

Для забезпечення індикації спрацьовування потрібна оперативна напруга. Реле містять накопичувальні ємності, що забезпечують індикацію спрацьовування при відсутності оперативної напруги. Для повного заряду накопичувальних ємностей реле повинно знаходитися під дією оперативної напруги не менше 1 години. У цьому випадку, індикація спрацьовування без оперативної напруги здійснюється протягом 12 годин. Світлодіодний індикатор при наявності оперативної напруги світить безперервно, а при його відсутності – блимає. Для скидання індикації спрацьовування слід закоротити зовнішньою кнопкою клеми 3,4 реле РС40М21і (рис. 4.3 а, б). Наявність оперативного напруги, при цьому, обов'язково.

Номінальні значення кліматичних факторів - відповідно до ГОСТ 15150. При цьому:

- найбільша висота над рівнем моря – 2000 м;

- верхнє значення температури навколишнього повітря плюс 50 °С;

- нижнє значення температури навколишнього повітря - мінус 40 С;

- навколишнє середовище вибухобезпечне, не повинна містити струмопровідного пилу, агресивних газів і пари в концентраціях, що руйнують метали і ізоляцію.

Номінальна частота змінного струму 50 Гц.

Оболонка реле має ступінь захисту IP40, а затискачі для приєднання зовнішніх провідників - IP00 відповідно до ГОСТ 14254-80.

Реле стійкі до дії зовнішніх механічних впливів, відповідних групі М1 відповідно до ГОСТ 17516-72.

Нормально розімкнуті контакти реле протягом однієї хвилини витримують дію випробувального синусоїдального напруги частотою 50 Гц, що діє значення якого дорівнює 500В.

Ізоляція між вхідними і вихідними колами реле витримує протягом однієї хвилини без пробою і перекриття по поверхні дію випробувальної напруги практично синусоїдальної форми частотою 50 Гц, діюче значення якого дорівнює 2000В.

Ізоляція між вхідними і вихідними колами реле витримує дію імпульсного напруги з характеристиками:

- амплітуда імпульсу (4,5 - 5) кВ;
- тривалість фронту імпульсу (0,84 - 1,56) мкс;
- тривалість спаду імпульсу (40 - 60) мкс;
- енергія імпульсу (0,45 - 0,55) Дж.

Таблиця 4.1 – Технічні характеристики реле РС-40

Модифікації	Кількість дискретних уставок	Послідовне з'єднання обмоток			Паралельне з'єднання обмоток		
		Діапазон зміна уставок, А	Дискретна зміна уставок, А	Номинальний струм, А	Діапазон зміна уставок, А	Дискретна зміна уставок, А	Номинальний струм, А
PC40M-0,05/0,4 PC40M1-0,05/0,4 PC40M2-0,05/0,4	64	0,05-0,207	0,0025	0,25	0,1-0,415	0,005	0,5
PC40M-0,15/1,2 PC40M1-0,15/1,2 PC40M2-0,15/1,2	64	0,15-0,622	0,0075	0,75	0,3-1,245	0,015	1,5
PC40M-0,5/4 PC40M1-0,5/4 PC40M2-0,5/4	64	0,5-2,075	0,025	2,5	1,0-4,15	0,05	5,0
PC40M-1/8 PC40M1-1/8 PC40M2-1/8	64	1,0-4,15	0,05	5,0	2,0-8,3	0,1	5,0
PC40M-5/40 PC40M1-5/40 PC40M2-5/40	64	5,0-20,75	0,25	10,0	10,0-41,5	0,5	25,0
PC40M-15/120 PC40M1-15/120 PC40M2-15/120	64	15,0-62,25	0,75	25,0	30,0-124,5	1,5	25,0
PC40M2-25/200	64	25-103,7	1,25	25,0	50-207,5	2,5	25,0

Таблиця 4.2 – Технічні характеристики реле РС-40

Модифікації	Кількість дискретних уставок	Клеми 10, 12 та 5,7			Клеми 10, 11 та 5,6			Наявність індикації спрацювання
		Діапазон зміна уставок, А	Дискретна зміна уставок, А	Номінальний струм, А	Діапазон зміна уставок, А	Дискретна зміна уставок, А	Номінальний струм, А	
PC40M21-0,05/0,4	64	0,05-0,207	0,0025	0,25	0,1-0,415	0,005	0,5	-
PC40M21-0,05/0,4i	64							+
PC40M21-0,15/1,2	64	0,15-0,622	0,0075	0,75	0,3-1,245	0,015	1,5	-
PC40M21-0,15/1,2i	64							+
PC40M21-0,5/4	64	0,5-2,075	0,025	2,5	1,0-4,15	0,05	5,0	-
PC40M21-0,5/4i	64							+
PC40M21-1/8	64	1,0-4,15	0,05	5,0	2,0-8,3	0,1	5,0	-
PC40M21-1/8i	64							+
PC40M21-5/40	64	5,0-20,75	0,25	10,0	10,0-41,5	0,5	25,0	-
PC40M21-5/40i	64							+
PC40M21-15/120	64	15,0-62,25	0,75	25,0	30,0-124,5	1,5	25,0	-
PC40M21-15/120i	64							+

Реле РС40М, РС40М1, РС40М2 мають один перемикаючий вихідний контакт, реле РС40М21 (і) – один замикаючий вихідний контакт.

Розкид струму спрацювання не більше $\pm 1,5\%$.

Коефіцієнт повернення реле не менше ніж:

- 0,8 - для РС40М2-25 / 200;

- 0,85 - для РС40М21 (і).

Відносна похибка струму спрацювання при зміні температури навколишнього повітря від мінус 40°C до плюс 50°C не більше ніж:

$\pm 5,0\%$ - для РС40М, РС40М1, РС40М21 (і);

$\pm 10\%$ - для РС40М2.

Відносна похибка витримки часу при зміні температури навколишнього повітря від мінус 40 °С до плюс 50 °С не більше $\pm 10\%$ (тільки для РС40М1 і РС40М21 (i)).

Час замикання замикаючого контакту для РС40М, РС40М2 не більше ніж:

- 0,1 с - при відношенні вхідного струму до струму спрацьовування, рівному 1,2;

- 0,03с - при відношенні вхідного струму до струму спрацьовування, рівному 3.

Час розмикання замикаючого контакту при зменшенні струму з 1,2 - 20 струму спрацьовування до нуля - не більше 0,020с.

Потужність на мінімальній уставці при струмі, що дорівнює струму спрацьовування не більше:

- 0,7 ВА - для РС4640М-0,05 / 0,4, РС40М1-0,05 / 0,4, РС40М2-0,05 / 0,4, РС40М21 (i) -0,05 / 0,4;

- 1,0 ВА - для РС40М-5/40, РС40М1-5 / 40, РС40М2-5 / 40, РС40М21 (i) -5/40;

- 2,5 ВА - для РС40М-15/120, РС40М1-15 / 120, РС40М2-15 / 120, РС40М2-25 / 200;

- 0,8 ВА - для інших реле.

Реле витримують без пошкоджень тривалий режим роботи при вхідному струмі, рівному 110% номінального.

Контакти реле здатні комутувати електричне навантаження при струмі до 2А і напрузі від 24 до 250В потужністю:

- 60 Вт в ланцюзі постійного струму з постійною часу не більше 0,005с;

- 700 ВА в колі змінного струму з коефіцієнтом потужності не менше 0,5.

Механічний ресурс становить 10000 циклів спрацьовування. Комутаційний ресурс при навантаженні становить 8000 циклів спрацьовування.

Реле витримують без пошкоджень протягом 1с струм перевантаження:

- 10А - РС40М-0,05 / 0,4, РС40М1-0,05 / 0,4, РС40М2-0,05 / 0,4, РС40М21 (i) -0,05 / 0,4;

- 30А - РС40М-0,15 / 1,2, РС40М1-0,15 / 1,2, РС40М2-0,15 / 1,2, РС40М21 (і) -0,15 / 1,2;
- 100А - РС40М-0,5 / 4, РС40М1-0,5 / 4, РС40М2-0,5 / 4, РС40М21 (і) -0,5 / 4;
- 200А - інші реле.

Реле РС40М містить паралельний реагує орган, практично виключає помилкові спрацьовування реле внаслідок виходу з ладу елементів вимірювальної схеми при вхідних токах $I_{ex} \leq 0,5I_y$

Середнє напрацювання на відмову - 20000 годин.

Встановлена безвідмовна робота - 2000 годин.

Середній термін служби - 15 років.

Реле стійкі до впливу високочастотного напруги, що представляє собою затухаючі коливання частотою (0,9-1,1) МГц, модуль огинаючої коливань зменшується на 50% щодо максимального значення після 3-6 періодів.

Частота повторення імпульсів високочастотного сигналу (360-440) Гц. Внутрішній опір джерела високочастотного сигналу (180-220) Ом. Найбільше значення напруги високочастотного імпульсу при поздовжньої схемо підключення джерела до реле (2,25-2,75) кВ, при поперечній схемі підключення - (0,9-1,1) кВ.

Програма роботи

1. Оглянути реле, зняти корпус, оглянути плату і лицьову панель, переконається, що всі перемички виставлені з правого боку.

2. Перевірити похибку уставок по струму в діапазоні 5А-9А і коефіцієнт повернення реле. Для цього зібрати схему за рис. 4.1 і виставити уставку 5А за рис. 4.3.

3. Включити схему під напругу і, обертаючи плавно регулятор, заміряти струм спрацьовування реле I_{cp} (в момент

загоряння сигнальної лампи). Потім, знижуючи струм, заміряти струм повернення I_{ϵ} (в момент згасання лампи).

Похибка струму уставки визначається за виразом:

$$\Delta I_y = \frac{I_y - I_{cp}}{I_y} \cdot 100\%$$

коефіцієнт повернення дорівнює:

$$K_{\epsilon} = \frac{I_{\epsilon}}{I_{cp}}$$

де I_y , I_{cp} , I_{ϵ} – струми уставки, спрацювання і повернення

4. Виставити уставку на реле, рівну 6, 7, 8, 9А, (рис. 4.3). і провести аналогічні випробування. Дані занести до табл. 4.1.

Таблиця 4.3 – Дані вимірювань та розрахунків

Струм уставки, А	Струм спрацювання , А	Похибка уставок, Δ , %	Струм повернення , А	Коефіцієнт поверненн я

Отримані дані порівняти з паспортом і заповнити протокол випробувань.

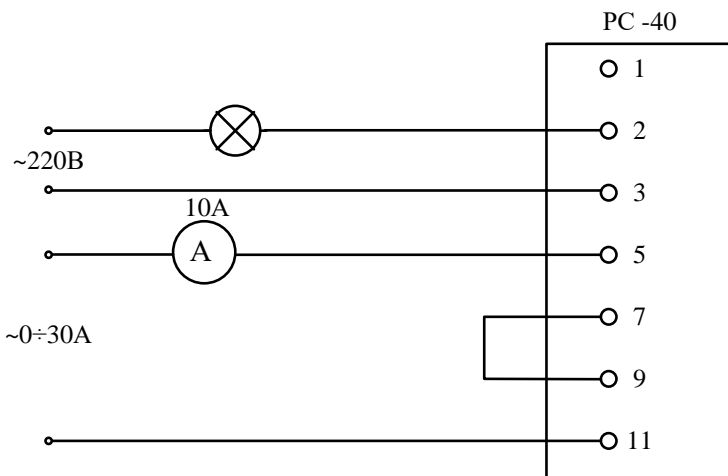


Рисунок 4.1 – Схема випробування реле

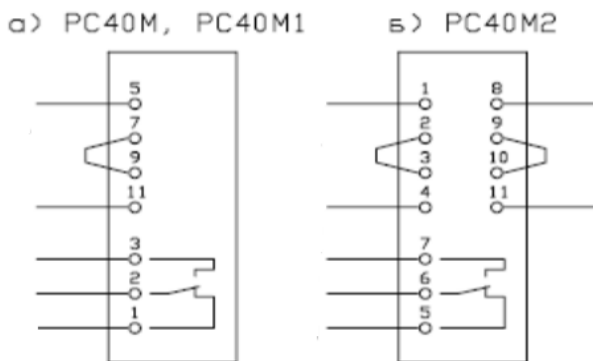


Рисунок 4.2а - Схема підключення реле з послідовним з'єднанням входних обмоток

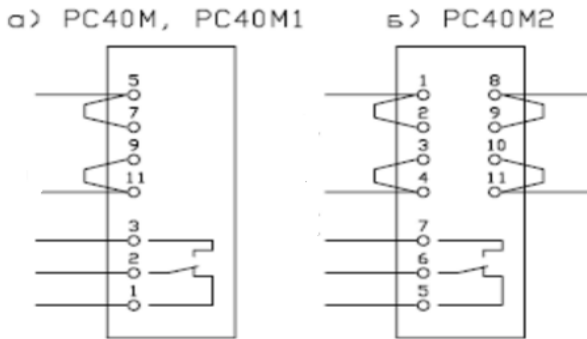


Рисунок 4.26 - Схема підключення реле з паралельним з'єднанням вхідних обмоток

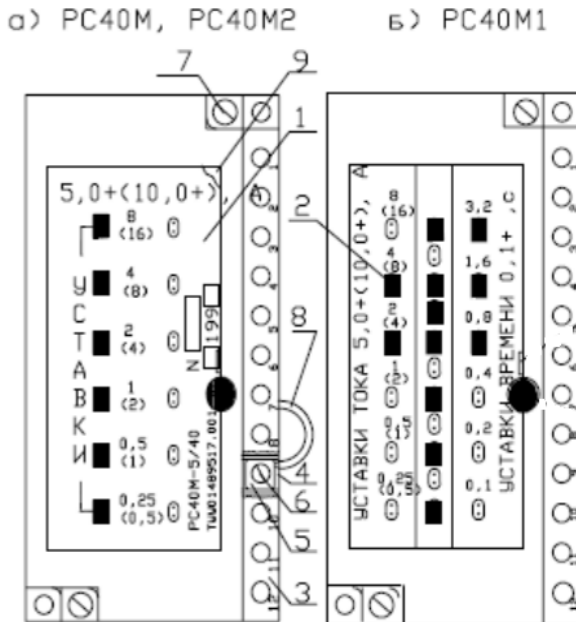


Рисунок 4.3 – Зовнішній вигляд реле

- 1 - панель з маркуванням і отворами для перемичок; 2 - перемичка уставок;
- 3- захисна кришка; 4 - клемма; 5 - затискна кришка; 6 - гвинт клемми;
- 7 - гвинт для кріплення кришки на корпусі реле і пломбування мастикою;
- 8 - перемичка клемна; 9 - прозора панель

Державний біотехнологічний університет
Кафедри електропостачання та енергетичного менеджменту
Лабораторія релейного захисту і інформаційних систем

ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАНЬ

Пристрою _____
/вказати тип і заводський номер/

Бригада у складі _____

за схемою рис. __ (додається) провела такі випробування:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

При цьому використовувалась вимірювальна апаратура:

Назва	Система	Заводський номер	Номінальні величини	Клас точності	Примітки

Результати випробувань та дослідні характеристики _____

Висновок _____

_____ /чи відповідає технічним вимогам, або перерахувати несправності, що заважають експлуатації/

Дата

Підписи:

Зразок титульного листка практичної роботи

Державний біотехнологічний університет
Факультет енергетики, робототехніки та комп'ютерної інженерії
Кафедра електропостачання та енергетичного менеджменту

ЗВІТ

до лабораторної роботи

**Випробування електронного вимірювального реле типу
АЛ1/100**

Виконав студент
гр. 141-196-01 (41-Е)
Абрамов Абрам
Перевірів
Володимир Пазій

Харків, 2023

Навчальне видання

РЕЛЕЙНИЙ ЗАХИСТ

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт

Дослідження електронних реле

Автор - укладач:

ПАЗІЙ Володимир Григорович

Формат 60×84/16. Гарнітура Times New Roman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.
Ум. друк. арк. 0,6. Наклад 100 пр.

Державний біотехнологічний університет
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44