

ФАКУЛЬТЕТ АВТОМАТИКИ, ТЕЛЕМЕХАНІКИ ТА ЗВ'ЯЗКУ

Кафедра спеціалізованих комп'ютерних систем

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання лабораторних робіт
з дисципліни**

«ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ»

Частина I

Харків – 2016

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем 22 лютого 2016 р., протокол № 7.

Призначено для студентів факультету АТЗ за програмою підготовки «Комп'ютерні, інформаційно-управляючі системи» першого рівня вищої освіти (бакалавр) усіх форм навчання. Можливе застосування цих методичних вказівок і на інших рівнях вищої освіти та напрямках (програмах) підготовки студентів і магістрантів за рішенням лектора.

Укладач

доц. В.М. Бутенко

Рецензент

проф. В.І. Мойсеєнко

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт
з дисципліни
«ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ»

Частина I

Відповідальний за випуск Бутенко В.М.

Редактор Буранова Н.В.

Підписано до друку 20.04.16 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 2,0. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

Зміст

Вступ.....	4
Лабораторна робота 1. ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ РЕЛЕ З СУХИМ КОНТАКТОМ.....	5
Лабораторна робота 2. НЕЙТРАЛЬНІ РЕЛЕ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ І КЛАСУ НАДІЙНОСТІ.....	8
Лабораторна робота 3. ПОЛЯРИЗОВАНІ ТА ІМПУЛЬСНІ РЕЛЕ.....	14
Лабораторна робота 4. КОМБІНОВАНІ РЕЛЕ.....	18
Лабораторна робота 5. РЕЛЕ ЗМІННОГО СТРУМУ.....	21
Лабораторна робота 6. РЕЛЕ ТИПУ ДСШ.....	26
Лабораторна робота 7. ЕЛЕКТРОПРИВОД.....	30
Лабораторна робота 8. ПРИСТРОЇ ПЕРЕЇЗНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ.....	34
Список літератури.....	38

Вступ

Метою даних методичних вказівок є вивчення практичних аспектів електротехнічних елементів технологічного спрямування залізничного транспорту на прикладі класичних компонентів залізничної автоматики як складової частини систем забезпечення руху поїздів. Для поглибленого розуміння з метою подальшого створення програмних модулів спеціалізованих комп'ютерних систем та комп'ютерних інформаційно-управляючих систем, у т. ч. і множини мов програмування, яка відповідає ІЕС 31131-3/EN 31131 вивчаються технічні засоби та технологічні датчики з їх електротехнічними описами інформаційних моделей. Курс розглядається як галузева складова і передбачає вивчення спеціалізованих засобів та класичних компонентів їх побудови відповідно до робочої програми дисципліни, затвердженої радою факультету.

Побудова та дослідження електричних моделей і технічних конструкцій компонентів та приводів часто складають значну частину в загальній сукупності робіт, що проводяться на початкових фазах проекту.

Дані методичні вказівки допомагають отримати навички підключення та перевірки параметрів технічних засобів автоматизації для подальшої автоматизації технологічних об'єктів.

Лабораторна робота 1

ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ РЕЛЕ ІЗ СУХИМ КОНТАКТОМ

Мета роботи: вивчення різновидів, ознак конструкції, базової класифікації, електроінформаційної моделі й основних параметрів набуття навичок перевірки головних з них.

Прилади та обладнання: електромагнітне реле постійного струму із «сухим» контактом (будь-якого типу), блок живлення вихідною напругою ($U_{вих}$) до 24 В, комбінований прилад для вимірювання напруги, струму та опору (наприклад Ц4324) і з'єднувальні дроти.

Послідовність виконання роботи

1 Вивчити теоретичну частину лабораторної роботи за конспектом лекцій та з додаткових джерел.

2 Підготуватися до лабораторної роботи, оформивши нотатки.

3 Встановивши основні елементи електромагнітного реле із сухим контактом, скласти схему, наведену на рисунку 1.

4 Визначити напругу спрацьовування реле, напругу відпускання, принцип дії. Виконати індивідуальне завдання.

5 Дати відповіді на контрольні запитання.

6 Зробити висновки щодо виконаної лабораторної роботи.

Теоретична частина

Класичне реле із сухим контактом досі є і залишиться в майбутньому елементною базою різних систем управління.

Електромагнітні реле із сухим контактом поділяють:

- за специфічною галуззю використання;
- за принципом дії – на електромагнітні, електромагнітні з термоелементом, індукційні (секторні);
- за родом струму, що живить обмотку, – на реле постійного струму (нейтральні, поляризовані, комбіновані) і змінного струму;

- за кількістю обмоток на сердечнику (сердечниках) – на одно-, дво- і багатообмоткові;
- за кількістю положень контактної системи – на двопозиційні і трипозиційні;
- за номінальною напругою (струмом);
- за часом спрацьовування (притягування) і відпускання якоря;
- за режимом роботи – на реле для безперервного та імпульсного режиму роботи;
- за класами надійності;
- за активним опором обмоток, кількістю витків в обмотках, контактною системою та ін.

Побудова шифрування конструкційних особливостей та розшифровка типів реле міститься в довідниках.

Шифрування формувалося російськими літерами і подано так, як записано в документації заводів-виробників, а функціональна (логічна, ідентифікаційна) назва – як у схемах проектів та документації на системи, де вони застосовуються.

Розшифровка основних умовних позначень реле:

- Р – реле;
- Е (Э) – електромагнітне (электромагнитное), електро-... або інше.

Числа (цифри) часто позначають сумарний опір обмоток постійному струму (якщо обмотки мають різні опори, їх указують через дробову риску).

Малогабаритні реле з випрямними приставками можна включати в кола постійного і змінного струму.

У поляризованих і комбінованих реле встановлені постійні магніти, завдяки яким поляризований якір перемикається із зміною полярності джерела живлення постійного струму, що підключається до обмотки.

Умовне позначення обмотки реле і його контактів в електричних (принципових) схемах, а також нумерація контактів показані на рисунку 1.

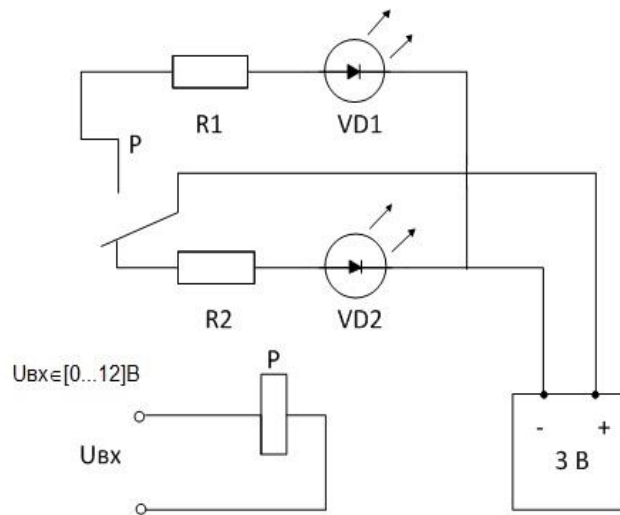


Рисунок 1 – Зображення схеми підключення до живлення: обмотки (а); сухого контакта (трійника) (б)

Електротехнічний опис інформаційної моделі змінної А:

$$A = \begin{cases} 0, & \text{якщо } \cdot |I| < |I_{cn}| \\ 1, & \text{якщо } \cdot |I| > |I_{cn}| \end{cases}$$

де I – струм живлення об'єкта (реле);
 $I_{сп}$ – струм спрацювання об'єкта (реле).

Якщо проходження струму через котушки перервати, магнітний потік зникне, якір відпуститься, нормально розімкнуті контакти – розімкнуться, а нормально замкнуті замкнуться.

Усі частини реле мають різні конструкції, але завжди є обмотка(и) та виводи для подачі до неї напруги U_1 . Також є виводи для включення контактних груп, що виведені назовні і утворюють сухий контакт (через який можна комутувати напругу U_2), електрично «розв'язаний» з колом з напругою U_1 .

Контрольні запитання для самопідготовки

- 1 Як класифікуються реле?
- 2 Яка головна особливість реле із сухим контактом?
- 3 Поясніть принцип дії реле.

4. Поясніть принципи виміру параметрів реле.
5. Поясніть принципи класифікації сигналів в реле.
6. Поясніть принцип виявлення різних кіл реле.
7. Поясніть принцип підключення кіл реле.
8. Виконайте індивідуальне домашнє завдання.

Домашнє завдання

Згідно з варіантом, наданим за журналом викладача, зобразити у звіті до лабораторної роботи схему для перевірки та вимірювання параметрів нейтрального реле:

- 1) опір нормально замкнутого контакту $R_{\text{контакт}}$;
- 2) напругу спрацювання $U_{\text{сп}}$;
- 3) напругу відпускання $U_{\text{відп}}$;
- 4) струм спрацювання $I_{\text{сп}}$;
- 5) струм відпускання $I_{\text{відп}}$;
- 6) час затримки на спрацювання $t_{\text{сп}}$;
- 7) час затримки на відпускання $t_{\text{відп}}$;
- 8) опір обмотки $R_{\text{обм}}$;
- 9) опір нормально розімкнутого контакту $R_{\text{контакт}}$;
- 10) опір ізоляції між двома контактами $R_{\text{контакт 1-контакт 2}}$.

Лабораторна робота 2

НЕЙТРАЛЬНІ РЕЛЕ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ І КЛАСУ НАДІЙНОСТІ

Мета роботи: вивчення електроінформаційних моделей, ознак і конструкції нейтрального реле І класу надійності постійного струму та отримання навичок перевірки їх основних параметрів.

Прилади та обладнання: нейтральне реле постійного струму (будь-якого типу), блок живлення вихідною напругою ($U_{\text{вих}}$) до 24 В, комбінований прилад для вимірювання напруги, струму та опору (наприклад Ц4324) та з'єднувальні дроти.

Послідовність виконання роботи

1 Вивчити теоретичну частину лабораторної роботи за конспектом лекцій та з додаткових джерел.

2 Підготуватися до лабораторної роботи, оформивши нотатки.

3 Скласти схему, наведену на рисунку 1. Виконати індивідуальне домашнє завдання.

4 Визначити напругу спрацьовування реле, напругу відпускання, принцип дії.

5 Дати відповіді на контрольні запитання.

6 Зробити висновки щодо виконаної лабораторної роботи.

Теоретична частина

Класичне реле є елементною базою систем залізничної автоматики і телемеханіки.

Реле залізничної автоматики поділяють:

– за принципом дії – на електромагнітні, електромагнітні з термоелементом, індукційні (секторні), електронні;

– за родом струму, що живить обмотку, – на реле постійного струму (нейтральні, поляризовані, комбіновані) і змінного струму;

– за кількістю обмоток на сердечнику (сердечниках) – на одно-, дво- і багатообмоткові;

– за кількістю положень контактної системи – на двопозиційні;

– за номінальною напругою (струмом);

– за часом спрацьовування (притягування) і відпускання якоря – на швидкодіючі, нормальнодіючі, повільнодіючі і таймерні;

– за режимом роботи – на реле для безперервного та імпульсного режиму роботи;

– за активним опором обмоток, кількістю витків в обмотках, контактною системою та ін.

Реле залізничної автоматики підрозділяють також на реле першого і нижчого класів надійності. Головна вимога до реле I класу – надійне розмикання загальних і фронткових контактів при

відключенні напруги від його обмоток за рахунок ваги якоря. Це досягається застосуванням різнорідних матеріалів контактів, особливою конструкцією рухомих елементів, а також підвищеною масою якоря. Це дає змогу застосовувати їх у схемах, які безпосередньо впливають на безпеку руху.

Реле, у яких відпускання якоря гарантується у меншій мірі і здійснюється в основному під дією реакції контактних пружин, належать до нижчого класу надійності. Захист від зварювання контактів у цих реле не передбачають. Такі реле застосовують у схемах, до яких не висуваються підвищені вимоги щодо безпеки.

Побудова шифрування конструкційних особливостей та розшифровка типів реле. Шифрування формувалося російськими літерами і є незмінними у схемах проектів та документації.

Розшифровка умовних позначень реле:

- НМШ, АНШ – нейтральні малогабаритні штепсельні;
- НМВШ, АНВШ – те саме, з випрямним елементом;
- НМШМ, АНШМ – нейтральні малогабаритні повільнодіючі;
- НМШТ, АНШТ – те ж, з термоелементом;
- НМПШ – нейтральне малогабаритне пускове штепсельне;
- ПМПуШ – поляризоване малогабаритне пускове штепсельне з посиленими контактами;
- КМШ – комбіноване малогабаритне штепсельне;
- ИМШ – імпульсне малогабаритне штепсельне (поляризоване);
- ИМВШ – те саме, з випрямним елементом;
- ОМШ, АОШ – нейтральні малогабаритні вогневі штепсельні;
- ОМШМ – те саме, повільно діючі;
- АШ, АПШ, АСШ – нейтральні малогабаритні аварійні штепсельні.

У позначеннях не штепсельних реле немає букви Ш.

Перша цифра після літерного позначення вказує тип контактної системи: 1 – вісім перемикаючих контактів; 2 – чотири перемикаючих; 3 – два перемикаючих і два фронткових; 4 – чотири перемикаючих і чотири фронткових. Число після цифри позначає сумарний опір обмоток постійному струму (якщо обмотки мають різні опори, їх вказують через дробову риску).

Малогобаритні реле з випрямними приставками можна включати в кола постійного і змінного струму.

Для нейтральних малогабаритних реле використовується основа НМШ1 на 8 контактних груп. Нейтральні контакти нумеруються двома цифрами, перша з яких указує номер контактної трійника, а друга – вид контакту: 1 – загальний, 2 – фронтний, 3 – тильний. Поляризовані контакти нумеруються трьома цифрами, перша завжди 1, друга – номер трійника, третя – вид контакту: 1 – загальний, 2 – переведений, 3 – нормальний).

Малогобаритні реле з меншою кількістю контактів мають відповідно меншу кількість виводів, ніж НМШ1, але зі збереженням їхнього розташування й нумерації.

Умовне позначення обмотки реле і його контактів в електричних (принципових) схемах, а також нумерація контактів показані на рисунку 2.

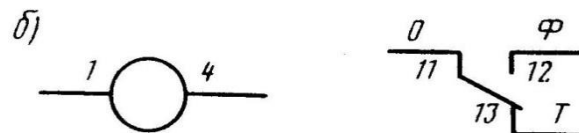


Рисунок 2 – Схема зображення обмотки (а);
контактного трійника (б)

Електротехнічний опис інформаційної моделі змінної А:

$$A = \begin{cases} 0, \text{ якщо } |U| < |U_{cn}| \\ 1, \text{ якщо } |U| > |U_{cn}| \end{cases}$$

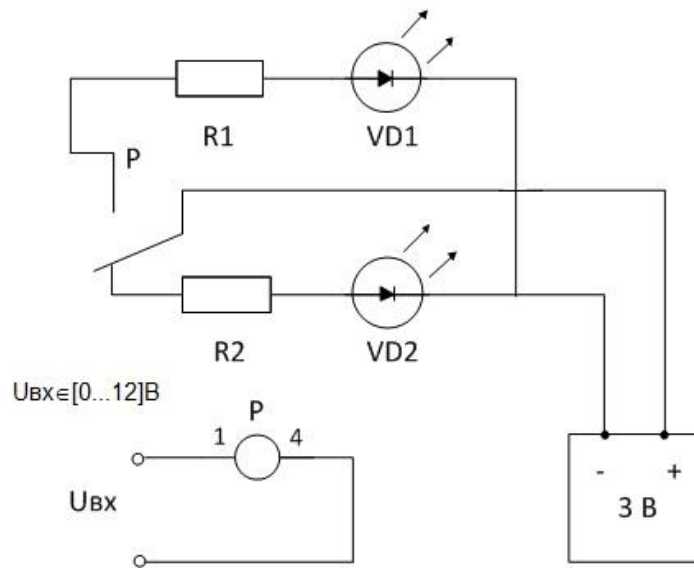
де U – напруга живлення об'єкта (реле);

$U_{сп}$ – напруга спрацювання об'єкта (реле).

Якщо проходження струму через котушки перервати, магнітний потік зникне, якір відпуститься, фронтні контакти розімкнуться, а тильні замкнуться.

Схема підключення контактів нейтрального реле постійного струму I класу надійності та їх лабораторний контроль зображено на рисунку 3.

a)



б)

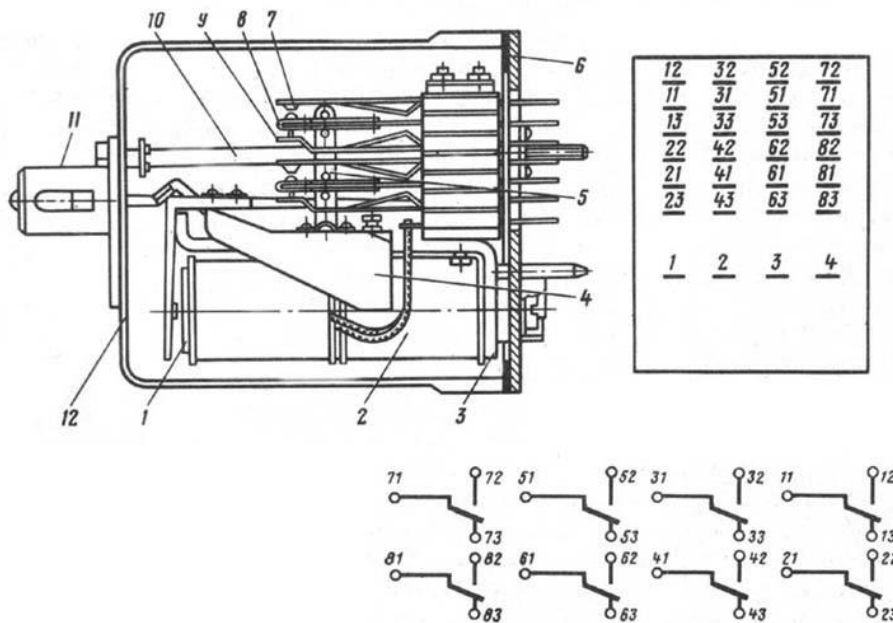


Рисунок 3 – Схема підключення контактів нейтрального реле постійного струму I класу надійності (а) кіл лабораторного контролю контакту Р (б) до штепсельної колодки

Усі частини реле укріплені на платі й закриті прозорим пластмасовим ковпаком. Для штепсельного включення кінці контактних пружин виведені через плату назовні й утворюють штепсельну розетку.

Контрольні запитання для самопідготовки

- 1 Як класифікуються реле залізничної автоматики?
- 2 Яка головна вимога до реле I класу надійності?
- 3 Поясніть принцип дії реле.
- 4 Поясніть принципи виміру параметрів реле.
- 5 Поясніть принципи класифікації сигналів в реле.
- 6 Поясніть принцип виявлення різних кіл реле.
- 7 Поясніть принцип підключення кіл реле.
- 8 Виконайте індивідуальне домашнє завдання.

Домашнє завдання

Згідно з варіантом, наданим за журналом викладача, зобразити у звіті до лабораторної роботи схему для перевірки та вимірювання параметрів нейтрального реле:

- 1) напругу спрацювання $U_{сп}$;
- 2) напругу спрацювання $U_{сп}$;
- 3) напругу відпускання $U_{відп}$;
- 4) струм спрацювання $I_{сп}$;
- 5) струм відпускання $I_{відп}$;
- 6) час затримки на спрацювання $t_{сп}$;
- 7) час затримки на відпускання $t_{відп}$;
- 8) опір обмотки $R_{обм}$;
- 9) опір нормально розімкнутого контакту $R_{контакт}$;
- 10) опір ізоляції між двома контактами $R_{контакт\ 1-контакт\ 2}$;
- 11) опір нормально замкнутого контакту $R_{контакт}$.

Виконайте індивідуальне домашнє завдання. Заповніть таблицю типами реле (таблиця 1):

Таблиця 1 – Матрична структура типів нейтральних реле I класу надійності залізничної автоматики

Назва	однообмоткові	двообмоткові	багатообмоткові
низькоомні			
нормальноомні			
високоомні			

Назва	до 10 Ом	10 – 2000 Ом	більше 2000 Ом
повноконтурні			
малоконтурні			
змішані			

Лабораторна робота 3

ПОЛЯРИЗОВАНІ ТА ІМПУЛЬСНІ РЕЛЕ

Мета роботи: вивчення електроінформаційних моделей, ознак і конструкції поляризованих та імпульсних реле постійного струму і набуття навичок перевірки їх основних параметрів.

Прилади та обладнання: поляризоване та імпульсне реле постійного струму (будь-якого типу), блок живлення вихідною напругою ($U_{вих}$) до 24 В, комбінований прилад для вимірювання напруги, струму та опору (наприклад Ц4324) та з'єднувальні дроти.

Послідовність виконання роботи

1 Вивчити теоретичну частину лабораторної роботи за конспектом лекцій та з додаткових джерел.

2 Підготуватися до лабораторної роботи, оформивши нотатки.

3 Скласти схеми, наведені на рисунку 5 і рисунку 6. Виконати індивідуальне домашнє завдання.

4 Визначити напругу спрацьовування реле, напругу відпускання з різною полярністю, принцип дії.

5 Дати відповіді на контрольні запитання.

6 Зробити висновки щодо виконаної лабораторної роботи.

Теоретична частина

Імпульсне малогабаритне реле ИМШ (рисунок 4) має такі складові:

1 – полюсні наконечники для регулювання зміщення якоря;
2 – постійний магніт; 3 – котушка; 4 – кріплення наконечників;
5 – контакти; 6 – легкий якір; 7 – корпус; 8 – металевий наконечник.

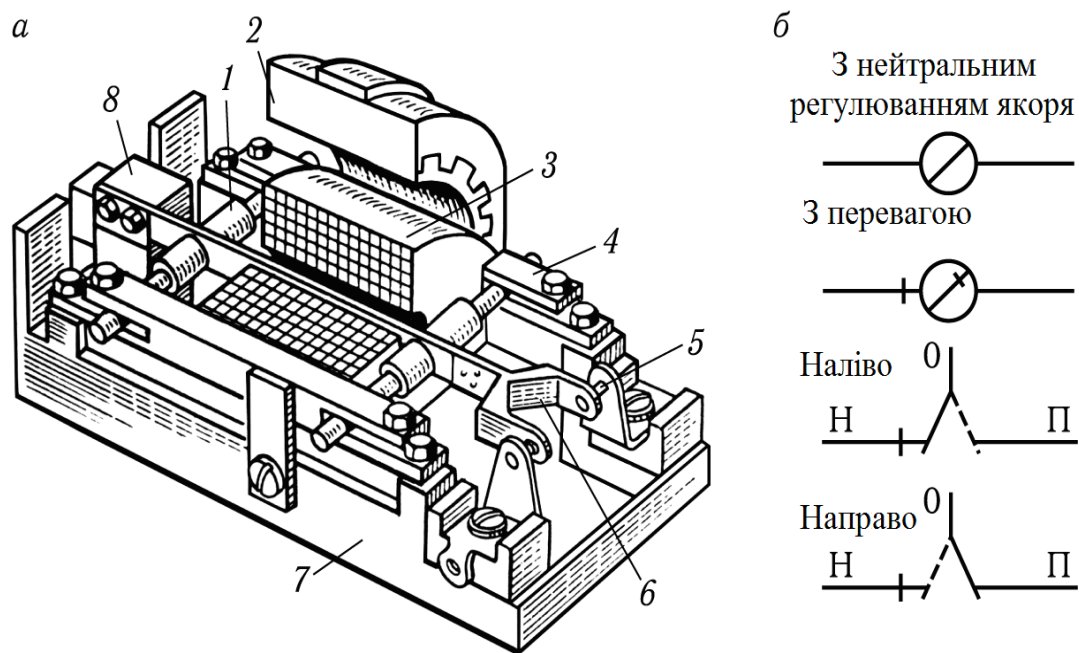


Рисунок 4 – Імпульсне малогабаритне реле ІМШ

Контактна система складається з нерухомих нормального Н і переведеного П контактів. Перемикання якоря і контактів відбувається при проходженні через котушку імпульсного струму.

Механізм імпульсного реле складається з електромагнітної і контактної систем. Електромагнітна система являє собою магнітопровід з чотирма полюсними наконечниками, постійний магніт, якор і одну котушку.

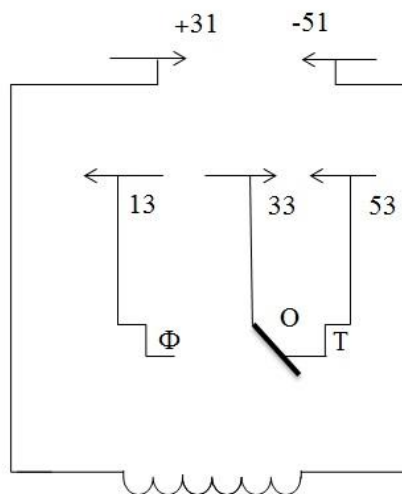


Рисунок 5 – Розташування контактів і схема включення обмотки імпульсного реле ІМШ1

Механізм поляризованого реле складається з електромагнітної і контактної систем. Електромагнітна система складена з двох сердечників з котушками, одного поляризованого якоря, ярма, двох постійних магнітів і змонтована на кронштейні, який закріплений на металевій основі. Контактна система складена у дві колонки, закріплена на металевій планці, яка також встановлена на кронштейні реле.

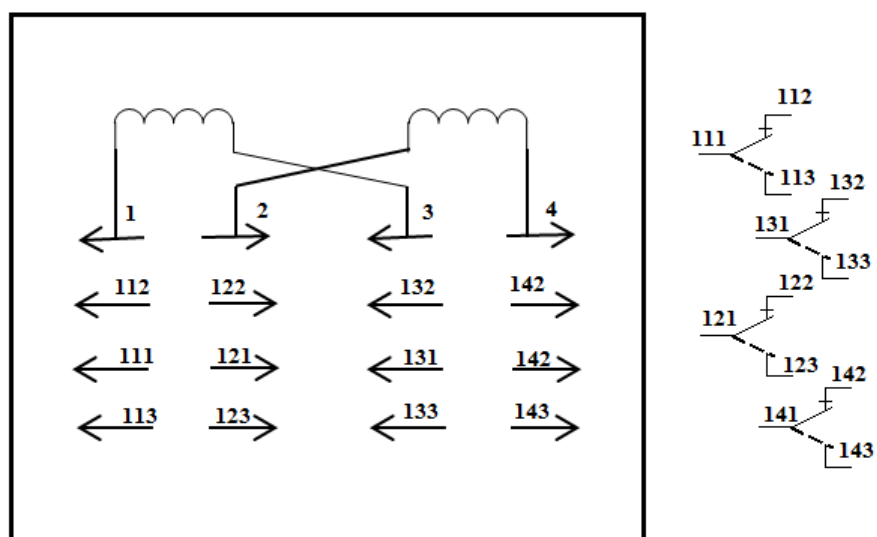


Рисунок 6 – Розташування контактів і схема обмотки поляризованого реле ПМШ-1400

У поляризованих і комбінованих реле встановлені постійні магніти, завдяки яким поляризований якор перемикається із зміною полярності джерела живлення постійного струму, що підключається до обмотки.

Контрольні запитання

- 1 З чого складається механізм імпульсного реле?
- 2 З чого складається механізм поляризованого реле?
- 3 Поясніть принцип дії імпульсного і поляризованого реле.
- 4 Виконайте індивідуальне домашнє завдання. Заповніть таблицю згідно з вашим варіантом.

Домашнє завдання

Згідно з варіантом, даним викладачем зобразити в нотатках до лабораторної роботи схему для перевірки та вимірювання параметрів комбінованого реле:

- 1) напругу відпускання $U_{\text{відп}}$;
- 2) струм спрацювання $I_{\text{сп}}$;
- 3) струм відпускання $I_{\text{відп}}$;
- 4) час затримки на спрацювання $t_{\text{сп}}$;
- 5) час затримки на відпускання $t_{\text{відп}}$;
- 6) опір обмотки $R_{\text{обм}}$;
- 7) опір нормально розімкнутого контакту $R_{\text{контакт}}$;
- 8) опір ізоляції між двома контактами $R_{\text{контакт 1-контакт 2}}$;
- 9) опір нормальнозамкнутого контакту $R_{\text{контакт}}$;
- 10) напругу спрацювання $U_{\text{сп}}$.

Таблиця 2 – Матрична структура імпульсних та поляризованих реле залізничної автоматики

Назва	однообмоткові	двообмоткові	багатообмоткові
низькоомні			
нормальноомні			
високоомні			

Назва	до 10 Ом	10 – 2000 Ом	більше 2000 Ом
повноконтурні			
малоконтурні			
змішані			

Лабораторна робота 4

КОМБІНОВАНІ РЕЛЕ

Мета роботи: вивчення електроінформаційних моделей, ознак і конструкції комбінованих реле постійного струму та набуття навичок перевірки їх основних параметрів.

Прилади та обладнання: комбіноване реле постійного струму (будь-якого типу), блок живлення вихідною напругою ($U_{вих}$) до 24 В, комбінований прилад для вимірювання напруги, струму та опору (наприклад Ц4324) та з'єднувальні дроти.

Послідовність виконання роботи

1 Вивчити теоретичну частину лабораторної роботи за конспектом лекцій та з додаткових джерел.

2 Підготуватися до лабораторної роботи, оформивши нотатки.

3 Скласти схему наведену на рисунку. Виконати індивідуальне домашнє завдання.

4 Визначити напругу спрацьовування реле, напругу відпускання з різною полярністю, принцип дії.

5 Дати відповіді на контрольні запитання.

6 Зробити висновки щодо виконаної лабораторної роботи.

Теоретична частина

Нейтральна контактна система комбінованого реле належить до першого класу надійності, а за часом спрацьовування – до нормальнодіючих.

При збудженні комбінованих реле першим спрацьовує поляризований якір, потім притягується нейтральний якір, а при зміні полярності струму в обмотці реле відбувається короткочасне відпускання нейтрального якоря.

При пропусканні струму через котушки в сердечниках виникає магнітний потік Φ_k , який розгалужується по двох гілках: через нейтральний і поляризований якорі. Магнітний потік Φ_k у правому сердечнику збігається за напрямом із магнітним потоком

Φ_{H2} , а в лівому сердечнику спрямований назустріч магнітному потоку Φ_H , тому в правому сердечнику магнітний потік посилюється ($\Phi_{H2} + \Phi_K$), а в лівому – послаблюється ($\Phi_{H1} - \Phi_K$). Внаслідок цього поляризований якір перемикається у праве положення, замикаючи загальні контакти з переведеними.

Потім під дією частини потоку Φ_K , що проходить через нейтральний якір, він притягується, замикаючи загальні контакти з фронтovими.

Зміна напрямку струму в котушках реле викликає зміну напрямку магнітного потоку Φ_K , що призводить до посилення магнітного потоку в лівому сердечнику і послаблення в правому, в результаті поляризований якір притягнеться до лівого сердечника, а нейтральний якір буде короткочасно відпущений, а потім знову притягнеться через перемагнічування сердечників.

Самоутримуючі комбіновані реле. Самоутримуючі комбіновані реле СКШ, СКПШ – реле з магнітною системою, аналогічною магнітній системі комбінованих реле, але доповненою спеціальною самоутримуючою магнітною системою для утримання нейтрального якоря в притягнутому стані у момент зміни напрямку струму в основних котушках реле. Ці реле належать до реле I класу надійності, а за часом спрацьовування – до повільнодіючих.

Самоутримуюча система є електромагнітним реле, встановленим у нижній частині контактів нейтрального якоря. Якір утримуючого електромагніту шарнірно пов'язаний спеціальною тягою з нейтральним якорем основної магнітної системи реле (рисунок 7).

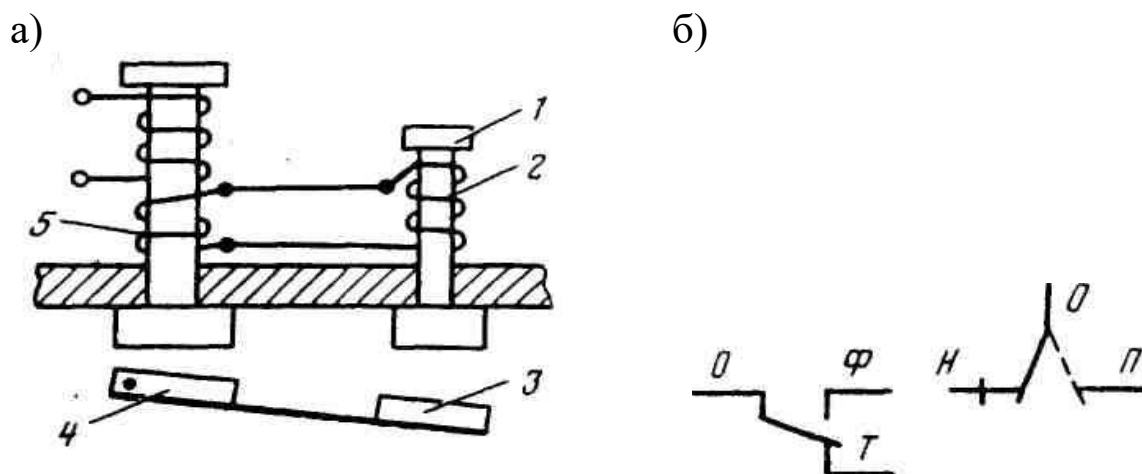


Рисунок 7 – Конструкція самоутримуючого реле

Кодове реле (КДР) має такі складові:

- 1 – контактні пружини;
- 2 – бакелітова пластинка;
- 3 – якір;
- 4 – котушка;
- 5 – круглий сердечник;
- 6 – ярмо.

Розглянемо принцип дії самоутримуючого комбінованого реле. При зміні напрямку струму в котушках реле магнітний потік змінюється, внаслідок чого в додатковій обмотці виникає ЕРС, яка створює імпульс струму в котушці утримуючи електромагніти. Тому якір останній і пов'язаний з ним нейтральний якір деякий час утримуються в притягнутому стані. Цього часу достатньо, щоб при зміні полярності струму в котушках реле нейтральний якір не був відпущений. Схеми підключення комбінованих реле зображено на рисунку 8.

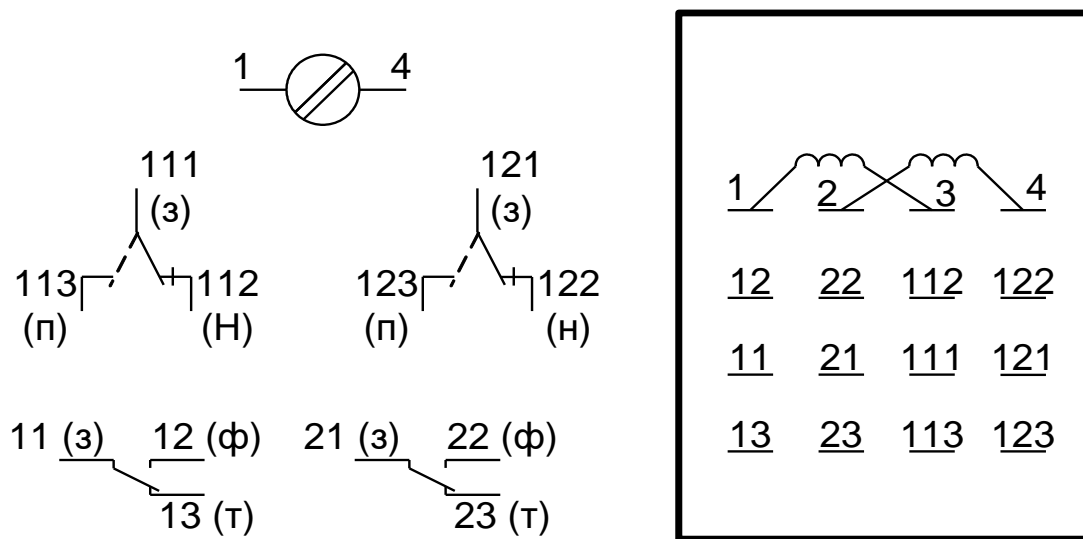


Рисунок 8 – Схеми підключення комбінованих реле

Контрольні запитання

1 Перелічте основні електричні характеристики комбінованих реле.

2 Які три стани має комбіноване реле?

3 Поясніть принцип дії комбінованого реле.

4 Виконайте індивідуальне домашнє завдання. Заповніть таблицю згідно з вашим варіантом (таблиця 3).

Таблиця 3 – Матриця комбінованих реле залізничної автоматики

Назва	однообмоткові	двообмоткові	багатообмоткові
низькоомні			
нормальноомні			
високоомні			

Назва	до 10 Ом	10 – 2000 Ом	більше 2000 Ом
повноконтурні			
малоконтурні			
змішані			

Лабораторна робота 5

РЕЛЕ ЗМІННОГО СТРУМУ

Мета роботи: вивчення реле змінного струму та набуття навичок перевірки їх основних параметрів.

Прилади та обладнання: реле змінного струму, ЕОМ.

Послідовність виконання роботи

1 Вивчити теоретичну частину лабораторної роботи за конспектом лекцій та з додаткових джерел.

2 Підготуватися до лабораторної роботи, оформивши нотатки.

3 Виконати індивідуальне домашнє завдання.

4 Дати відповіді на контрольні запитання.

5 Зробити висновки щодо виконаної лабораторної роботи.

Теоретична частина

У тих випадках, коли основним джерелом енергії є мережа змінного струму, бажано застосовувати реле, обмотки яких живляться змінним струмом. При подачі в обмотку реле змінного струму якір буде притягуватися до сердечника так само, як і при постійному струмі. При однакових конструктивних розмірах реле і рівних значеннях максимальної індукції середнє значення електромагнітного зусилля у реле змінного струму вдвічі менше, ніж у реле постійного струму.

Електромагнітне зусилля змінюється (пульсує) з подвоєною частотою 2ω , перетворюючись у нуль двічі за період напруги живлення. Отже, якір реле може вібрувати, періодично відтягуватися від сердечника поворотною пружиною, що викликає тремтіння якоря і, як наслідок, зношення осі якоря.

Реле змінного струму мають гірші параметри, ніж реле постійного струму, оскільки при однакових розмірах мають менше електромагнітне зусилля і є менш чутливими. Крім того, вони складніші і дорожчі, оскільки необхідно мати шихтований магнітопровід (набраний з окремих листів), а також застосовувати спеціальні заходи для усунення вібрації якоря - явища, яке небажане, оскільки може призвести до обгорання контактів, переривання електричного кола та ін., тому для послаблення вібрації приймають спеціальні конструктивні заходи. Реле змінного струму з короткозамкненим витком зображено на рисунку 9.

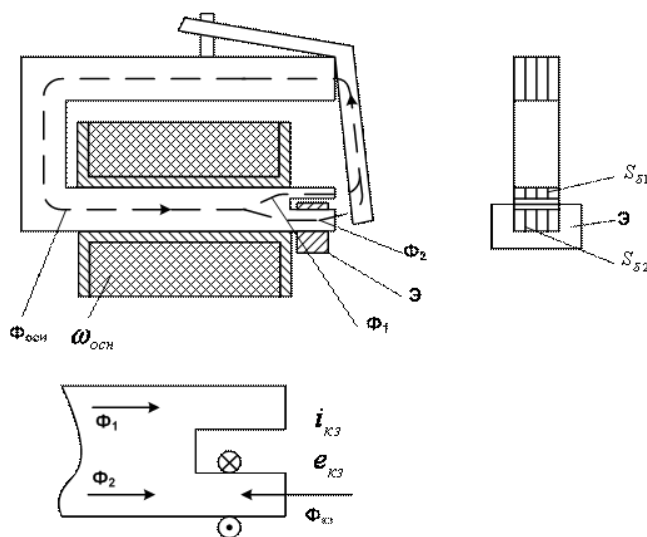


Рисунок 9 – Реле змінного струму з короткозамкненим витком

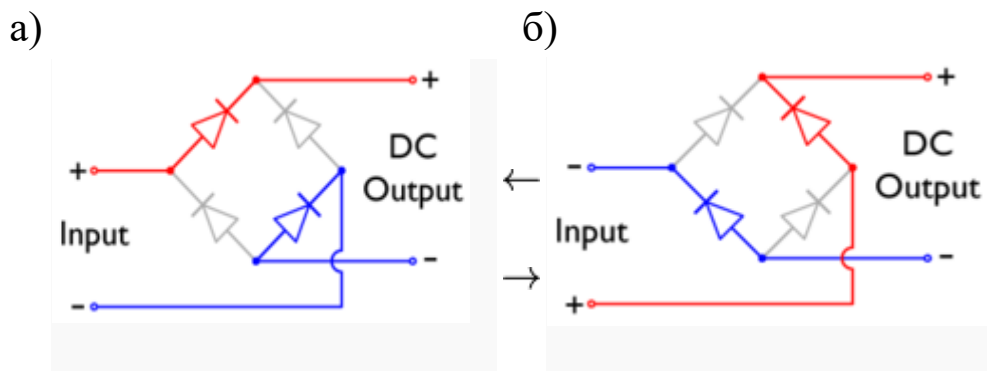
Принцип роботи реле полягає у такому: змінний магнітний потік $\Phi_{\text{осн}}$ основної обмотки $\omega_{\text{осн}}$, проходячи через розрізану частину сердечника, ділиться на дві частини. Частина потоку Φ_2 проходить через екрановану половину полюса перетином $S_{\delta 2}$, в якій розміщується короткозамкнена обмотка, а інша частина потоку Φ_1 проходить через неекрановану половину полюса перетином $S_{\delta 1}$. Потік Φ_2 наводить у короткозамкненому витку ЕРС (ЕКЗ), яка створює струм $I_{\text{кз}}$. При цьому виникає ще один магнітний потік $\Phi_{\text{кз}}$, який впливає на магнітний потік Φ_2 і викликає відставання цього потоку по фазі відносно потоку Φ_1 на кут $\varphi = 60-80^\circ$. Завдяки цьому результуюче тягове зусилля ніколи не доходить до нуля, оскільки обидва потоки проходять через нуль у різні моменти часу.

У схеми з реле змінного струму встановлюють діодний міст з метою послаблення вібрацій, який являє собою електричну схему, призначену для перетворення змінного струму в пульсуючий. Таке випрямлення називається двопівперіодним. Виконується за мостовою схемою Гретца.

Спочатку вона була розроблена із застосуванням радіоламп, але вважалася складним і дорогим рішенням, замість неї застосовувалася схема Миткевича зі здвоєною вторинною обмоткою в живильному випрямляч трансформаторі. Зараз, коли напівпровідники дуже дешеві, в більшості випадків застосовується мостова схема.

Замість діодів у схемі можуть застосовуватися вентиля будь-яких типів, наприклад селенові стовпи, принцип роботи схеми від цього не зміниться.

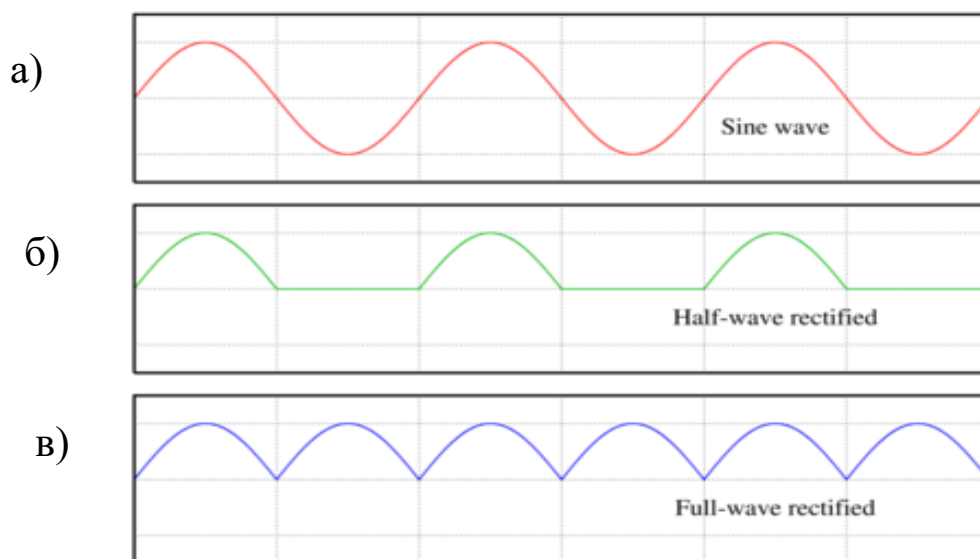
На вхід схеми подається змінна напруга (зазвичай, але не обов'язково синусоїдальна). У кожний із півперіодів струм проходить тільки через 2 діоди, 2 інших – замкнені, що зображено на рисунку 10.



а – випрямлення позитивної півхвилі;
 б – Випрямлення негативної півхвилі

Рисунок 10 – Діодний міст

У результаті, на виході (DC Вихід) виходить напруга, що пульсує з частотою, удвічі більшою за частоту живильної напруги (рисунок 11).



а – вихідна синусоїдальна напруга;
 б – однонапівперіодне випрямлення;
 в – двопівперіодне випрямлення

Рисунок 11 – Схема зображення напруг

Контрольні запитання

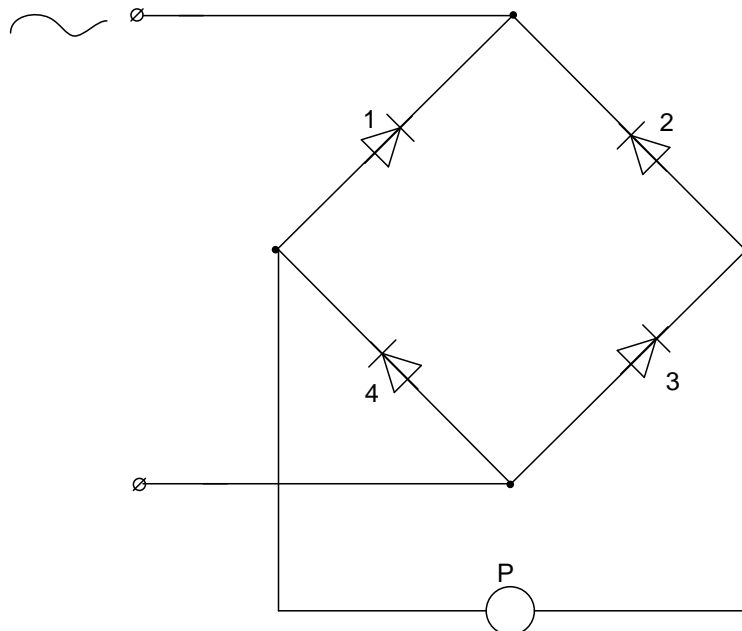
- 1 Що являє собою реле змінного струму?
- 2 Від чого залежить струм?
- 3 Порівняйте реле постійного та змінного струму.
- 4 Висловіть свою думку щодо надійності реле змінного струму. Чому, на вашу думку, на більшості залізниць нашої країни використовується змінний струм?

Домашнє завдання

Згідно з варіантом, за даним викладачем, зобразити в нотатках до лабораторної роботи схему для перевірки та вимірювання параметрів реле змінного струму:

- 1) напругу спрацювання $U_{сп}$;
- 2) струм спрацювання $I_{сп}$;
- 3) час спрацювання $t_{сп}$;
- 4) час відпускання $t_{відп}$;
- 5) опір обмотки $R_{обм}$;
- 6) опір контактів $R_{контакт}$.

Накреслити схеми включення мостів до реле змінного струму залежно від підключення контактів



Лабораторна робота 6

РЕЛЕ ТИПУ ДСШ

Мета роботи: вивчення реле типу ДСШ і набуття навичок перевірки їх основних параметрів.

Прилади та обладнання: реле ДСШ, ЕОМ.

Послідовність виконання роботи

1 Вивчити теоретичну частину лабораторної роботи за конспектом лекцій та з додаткових джерел.

2 Підготуватися до лабораторної роботи, оформивши нотатки.

3 Розглянути таблицю з електричними характеристиками реле ДСШ.

4 Дати відповіді на контрольні запитання.

5 Зробити висновки щодо виконаної лабораторної роботи.

Теоретична частина

У пристроях залізничної автоматики і телемеханіки застосовують двоелементні секторні реле змінного струму ДСШ.

Ці реле використовуються як колійні в рейкових колах змінного струму частотою 25 і 50 Гц. За принципом дії двоелементні секторні реле належать до індукційних. Магнітна система реле виконується на сердечниках з листової сталі для зменшення втрат на гістерезис. Ці реле належать до реле першого класу надійності, а за часом спрацьовування – до нормальнودیючих.

Двоелементне секторне реле ДСШ зі штепсельним включенням складається з електромагнітної системи, яка являє собою два різні за призначенням сталеві сердечники з намотаними на них обмотками. Один з них називається місцевим елементом, інший – колійним елементом. Ці елементи розташовуються симетрично один відносно одного (рисунок 12).

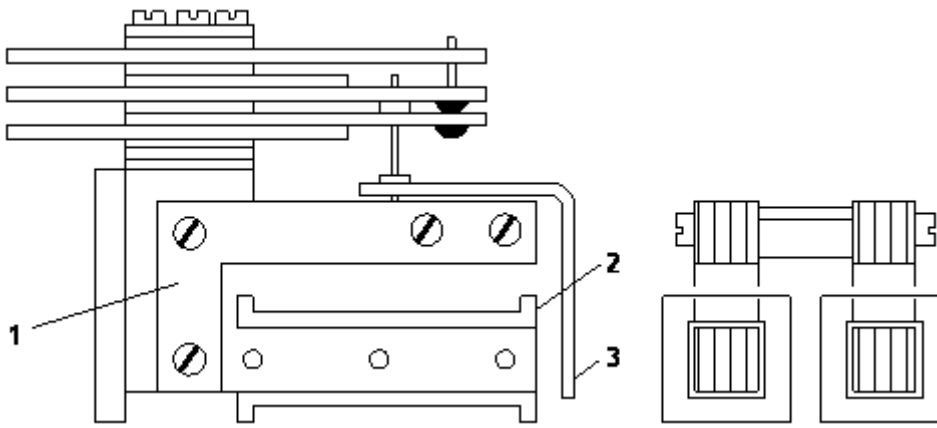


Рисунок 12 – Двоелементне секторне реле ДСШ

Місцевий елемент складається з Ш-подібного сердечника з обмоткою, яка підключається до місцевого джерела змінного струму напругою 110-220 В. Колійний елемент складається з сердечника з обмоткою, яка підключається до колійного трансформатора ПТ. Між полюсами сердечників місцевого і колійного елементів розташовується алюмінієвий сектор, який обертається на осі і за допомогою коромисла і тяги керує контактною системою. Ролики обмежують рух сектора відповідно вниз і вгору.

При рівності магнітних потоків колійного і місцевого елементів і збігу їх за фазою сили взаємодії магнітних потоків і вихрових струмів будуть рівні і протилежно спрямовані, внаслідок чого сектор залишиться в нижньому положенні.

Для приведення сектора в обертання у напрямі його підйому необхідно створити певне зрушення фаз між магнітними потоками місцевого і колійного елементів або між їх струмами. Максимальний обертальний момент виникає при куті зсуву 90° між струмами або магнітними потоками в місцевому і колійному елементах. Цей обертальний момент переміщує сектор у верхнє положення. Разом із сектором обертаються коромисло і тяга, яка перемикає контакти: розмикає тилові Т і замикає фронтові Ф. При виключенні струму в колійному або місцевому елементі магнітний потік зникне, і під дією власної ваги сектор опуститься вниз і поверне контакти в початкове положення: розімкне фронтові Ф і замкне тилові Т.

Основною перевагою реле ДСШ є надійна фазова вибірковість, тому ці реле називають фазочутливими. Колійні

обмотки реле включаються так, щоб позитивний обертальний момент і підйом сектора вгору походив тільки від струму свого рейкового кола.

Крім того, фазочутливі реле забезпечують надійний захист від впливу завад тягового струму, що відрізняються частотою від струму сигнальної частоти. Фазочутливі реле спрацьовують від струму тієї тільки частоти, що і частота струму в обмотці місцевого елемента, при певних фазових співвідношеннях між ними.

Реле двоелементні індукційні фазочутливі типів ДСШ-15 і ДСШ-16.

Реле ДСШ-15 і ДСШ-16 призначені для роботи в рейкових колах змінного струму частотою 25 Гц і 50 Гц у безперервному режимі.

Принцип дії реле побудовано на взаємодії магнітних потоків, зрушених за фазою, утворених при проходженні струму по котушках місцевого й колійного елементів, і струмів, що індукуються у рухливому алюмінієвому секторі. У реле ДСШ-15 і ДСШ-16 при частоті живильної напруги 50 Гц струм колійного елемента відстає від напруги місцевого елемента на кут 162° , а при частоті живильної напруги 25 Гц струм колійного елемента відстає від напруги місцевого елемента на кут 90° . Реле ДСШ-15 має один перемикальний контакт (1 ФТ), реле ДСШ-16 має два перемикальні контакти (2 ФТ). Повне спрацьовування реле відповідає моменту торкання обтиском сектора верхнього ролика. Відпускання відповідає моменту розмикання замикальних (Ф) контактів. Час спрацьовування ДСШ-16 на частоті 50 Гц – не більше 245 мс.

Двоелементні секторні реле змінного струму ДСШ використовуються як фазочутливі колійні приймачі у рейкових колах змінного струму частотою 25 і 50 Гц. Електромагнітна система реле складається з колійного й місцевого елементів, у зазорі між якими у вертикальній площині обертається алюмінієвий сектор, пов'язаний з рухомими контактами.

Для магістрального залізничного транспорту випускаються реле ДСШ-12, ДСШ-13А, ДСШ-15 і ДСШ-16, які відрізняються обмотковими даними.

Електричні характеристики реле на змінному струмі частотою 50 Гц наведені в таблиці 4 та в довідковій літературі.

Для реле ДСШ-15 і ДСШ-16 на частоті 25 Гц ідеальним фазовим співвідношенням є відставання напруги колійного елемента від напруги місцевого елемента на 90 °.

Таблиця 4 – Електричні характеристики реле ДСШ

Тип реле	Місцевий елемент			Колійний елемент			
	Напруга, В	Струм, мА	Потужність, Вт	підйом, не більше		відпускання, не менше	
				В	мА	В	мА
ДСШ-12	220	72	5	14	26	6,3	13
ДСШ-13А	183	75	5	15,5	22	9–10	11
ДСШ-15	220 (110)	72	5	12,0		9,5	
ДСШ-16	220 (110)	72	5	14,75		9–10	

Контрольні запитання

- 1 У чому полягає особливість реле ДСШ?
- 2 Від чого залежить струм?
- 3 Порівняйте реле постійного та змінного струму.
- 4 Висловіть свою думку щодо надійності реле змінного струму. Чому, на вашу думку, на більшості залізниць нашої країни використовується змінний струм?

Домашнє завдання

Згідно з варіантом, заданим викладачем, зобразити в нотатках до лабораторної роботи схему для перевірки та вимірювання параметрів реле типу ДСШ:

- 1) напругу спрацювання $U_{сп}$;
- 2) струм спрацювання $I_{сп}$;
- 3) час спрацювання $t_{сп}$;
- 4) час відпускання $t_{відп}$;
- 5) опір обмотки $R_{обм}$;
- 6) опір контактів $R_{контакт}$.

Лабораторна робота 7

ЕЛЕКТРОПРИВОД

Мета роботи: вивчення схеми електропривода, та отримати навички включення стрілочних переводів на інформаційних моделях.

Прилади та обладнання: ЕОМ з необхідними системними вимогами для даного ПО: MS Windows, Internet Explorer, Open Office.

Послідовність виконання роботи

1 Знайти в Інтернеті та інших джерелах інформацію про стрілочні електроприводи.

2 Підготуватися до лабораторної роботи, оформивши нотатки.

3 Вивчити весь теоретичний матеріал лекцій та інших джерел.

4 Вивчити схему стрілочного переводу.

5 Зробити висновки щодо виконаної лабораторної роботи.

Теоретична частина

Стрілочний перевід – це пристрій для переведення поїзда з однієї колії на іншу. Його основні частини: стрілка, хрестовина і з'єднувальні рейки між ними. Стрілочні переводи розрізняються за типом рейок – Р43, Р50, Р65 і Р75, де цифри означають масу 1 метра рейки в кілограмах і за марками хрестовин – 1/6, 1/9, 1/11,

1/18. Знаменник дробу вказує, у скільки разів довжина сердечника хрестовини перевищує її ширину.

Стрілка – це частина стрілочного переводу, яка має рамні рейки, гостряки та перевідний механізм.

Стрілочний електропривод – це пристрій, призначений для переведення, замикання та контролю стану залізничних стрілок (рисунок 13). Стрілочні електроприводи застосовуються у пристроях електричної централізації, які широко використовуються на залізницях. Керування приводом у системі електричної централізації здійснюється зі стаціонарного диспетчерського поста.



Рисунок 13 – Стрілочний електропривод

За часом переведення стрілок приводи розподіляються на приводи з нормальним переведенням (2 ... 7 с) та швидкодіючі (до 1 с). Швидкодіючі приводи використовуються на сортувальних гірках і коліях маневрових станцій.

Отже, привод є частиною стрілочного переводу і має відповідати таким вимогам:

- забезпечувати щільне прилягання притиснутого гостряка до рамної рейки у крайньому положенні;
- не допускати замикання стрілки при зазорі між притиснутим гостряком і рамною рейкою 4 мм і більше;
- відводити другий гостряк від рамної рейки на відстань не менше 125 мм.

Принципи побудови стрілочних електроприводів

Відповідно до вимог ПТЕ стрілочний електропривод має забезпечувати переведення гостряків стрілки та механічне їх замкнення у крайньому положенні. Очевидно, що для переміщення гостряків потрібен двигун та пристрої, які б забезпечували перетворювання обертального руху на зворотно-поступальний, зменшували швидкість обертання і відповідно збільшували обертальний момент.

Передатний механізм працює таким чином (рисунок 14):

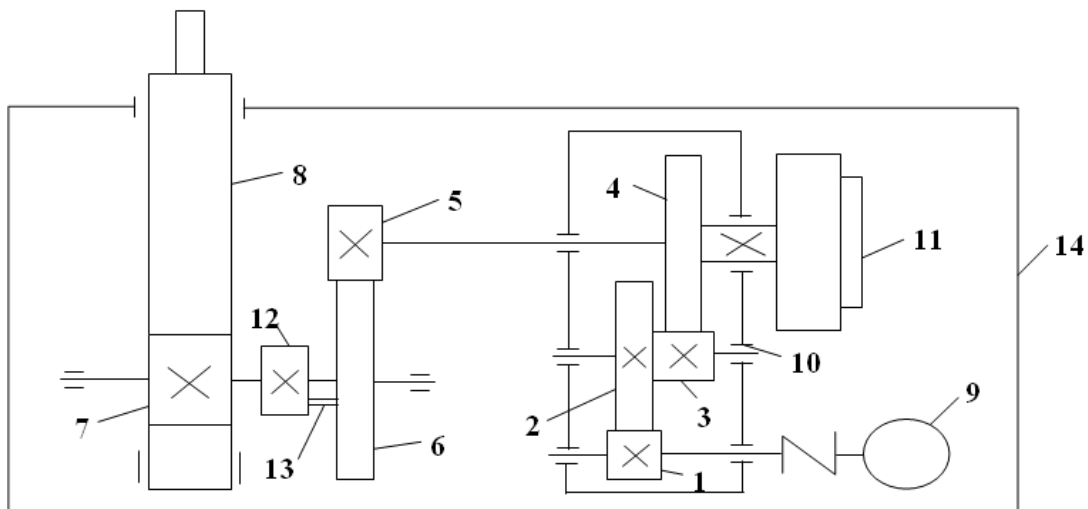


Рисунок 14 – Схема механізму стрілочного електропривода

Обертання вала електродвигуна 9 передається через муфту вхідному валу редуктора 10 і потім через дві зубчасті пари z_1 , z_2 та z_3 , z_4 корпусу фрикціону 11. З корпусом фрикціону жорстко зв'язані рухомі диски, до яких притискуються нерухомі диски, жорстко зв'язані з валом – шестірнею 5. Обертання колеса 4 передається валу-шестірні 6 через фрикційне зчеплення. Вал-шестірня 5 повертає колесо 6, яке через фігурну шайбу 12 і упор 13 передає рух головному валу шестерні 7 і шибера 8.

Електропривод має жорстко фіксувати гостряки у крайніх положеннях, щоб вони не змінювали свого положення відносно рамних рейок під час руху поїзда. Функціональна структура електропривода подана на рисунку 15.

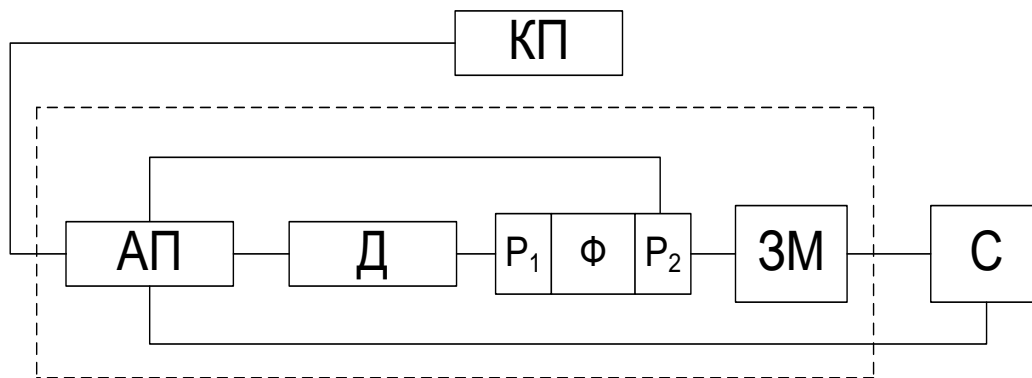


Рисунок 15 – Функціональна структура електропривода

Керуючий пристрій (КП) видає енергетичний сигнал для двигуна і приймає інформаційний сигнал від засобів контролю згідно з нумерацією контактів (рисунок 16).

Енергія для роботи двигуна (Д) подається через автоперемикач (АП). Перетворювання обертального руху здійснюється передатним механізмом, який має редуктори P_1 і P_2 , та фрикційний пристрій (Ф).

Фрикційний пристрій захищає двигун від пошкоджень і перевантаження, а також за його допомогою можна здійснювати регулювання обертального моменту, який передається редукторами P_1 і P_2 . Для механічної фіксації гостряків стрілки С у крайніх положеннях застосовується замикальний механізм ЗМ. Автоперемикач механічно пов'язаний з гостряками і передатним механізмом, за рахунок цього контроль положення стрілки можливий лише при виконанні двох умов:

- роботи передатного механізму з переведення стрілки;
- фактичного пересування гостряків на задану відстань.

Якщо вказані події відбуватимуться, то стає можливим формування контрольного сигналу для пристроїв керування. Коли хоча б одна з цих подій не буде виконана, АП перестане надавати сигнали контролю, що сприймається схемою керування як його втрата.

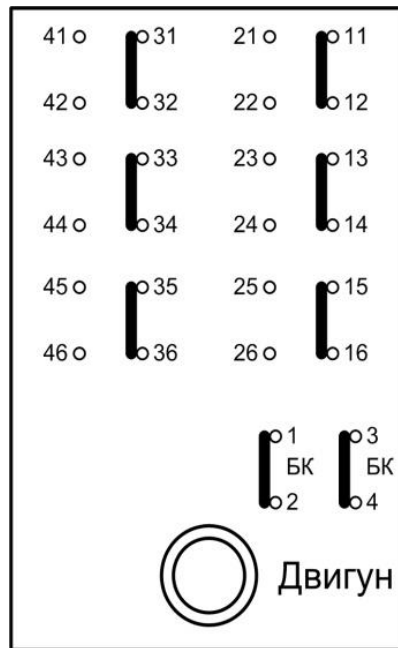


Рисунок 16 – Нумерація контактів перемикача стрілочного переводу

Домашнє завдання

- 1 Самостійно розглянути будову та принцип дії СПВ.
- 2 Законспектувати інформацію щодо впровадження нових розробок електроприводів.

Лабораторна робота 8

ПРИСТРОЇ ПЕРЕЇЗНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

Мета роботи: вивчення номенклатури технічних засобів переїзної сигналізації, та отримати навички включення її елементів на інформаційних моделях.

Прилади та обладнання: ЕОМ з необхідними системними вимогами для даного ПО: MS Windows, Internet Explorer, Open Office.

Послідовність виконання роботи

1 Знайти в Інтернеті та інших джерелах інформацію про пристрої переїзної сигналізації.

2 Підготуватися до лабораторної роботи, оформивши нотатки.

3 Вивчити весь теоретичний матеріал лекцій та інших джерел.

4 Розглянути схеми АПС.

5 Зробити висновки щодо виконаної лабораторної роботи.

Теоретична частина

Залізничні переїзди є місцями перетину в одному рівні залізниць з автомобільними дорогами (трамвайними коліями, тролейбусними лініями) і залежно від умов роботи обладнуються одним з таких пристроїв: автоматичною світлофорною сигналізацією; світлофорною сигналізацією, автоматичною світлофорною сигналізацією з автоматичними шлагбаумами; сповіщальною сигналізацією з неавтоматичними шлагбаумами.

При автоматичній світлофорній сигналізації переїзд з боку автомобільної дороги огороджують двома переїзними світлофорами, на кожному з яких встановлені дві сигнальні головки з червоними світлофільтрами і електричний дзвінок. Коли переїзд відкритий, сигнали не подаються; коли закритий, подаються: світловий (два поперемінно миготливих червоних вогні) і звуковий (дзвінок гучного бою або сповіщувач «Сирена»).

На переїзних світлофорах можна також встановлювати третю головку, що сигналізує місячно-білим вогнем про справний стан автоматики на переїзді.

При автоматичній світлофорній сигналізації з автоматичними шлагбаумами переїзд з боку автомобільної дороги огороджують додатковим загороджувальним брусом шлагбаума. Коли переїзд відкритий, брус шлагбаума розташовується у вертикальному положенні, коли закритий – у горизонтальному (загороджуючому).

Брус шлагбаума при закритті переїзду опускається через 13 – 15 с після початку роботи сигналізації. При горизонтальному положенні бруса продовжують горіти вогні на переїзних світлофорах.

Автоматичні шлагбауми обладнано також приладами для неавтоматичного керування, у тому числі кнопками, що розміщені на щитку керування.

У разі пошкодження системи автоматичного керування шлагбауми переходять у загороджуваче положення. На переїздах, обладнаних сповіщувальною сигналізацією, як засіб обгороджування використовують електричні або механізовані шлагбауми, що обслуговуються черговим по переїзду. Переїзди, що охороняються, обладнують також загороджувальними світлофорами, які призначені для подачі поїзду сигналу зупинки у разі аварійної ситуації на переїзді.

Переїзди на станціях, що обслуговуються черговим працівником, обладнуються автоматичною світлофорною сигналізацією з напівавтоматичними шлагбаумами (закриваються автоматично, а відкриваються натисканням кнопки).

Переїзди на перегонах, що обслуговуються черговим працівником, обладнуються автоматичною світлофорною сигналізацією з автоматичними шлагбаумами.

Переїзди на перегонах і станціях, які не обслуговуються черговим працівником, обладнуються автоматичною світлофорною сигналізацією.

Переїзди на під'їзних чи інших коліях з маневровою роботою обладнуються світлофорною сигналізацією.

Схему керування автоматичними шлагбаумами подано на рисунку 17.

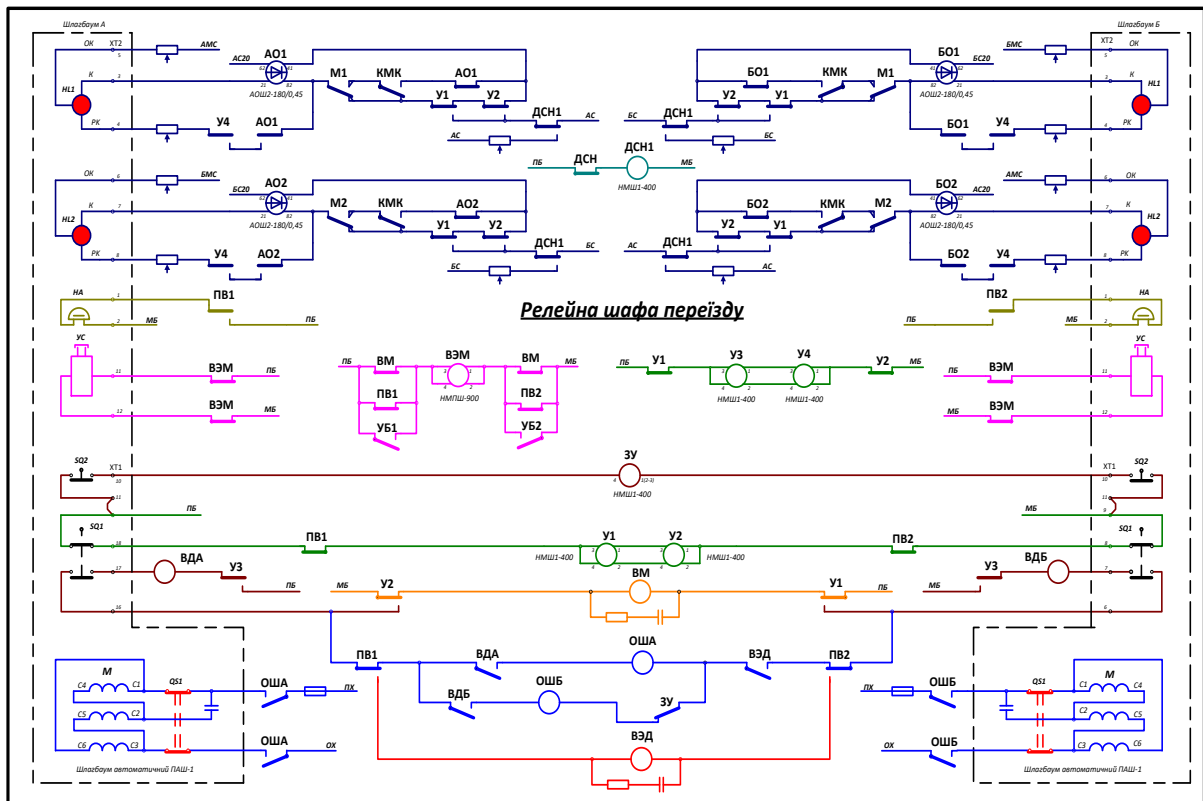


Рисунок 17 – Схема керування автоматичними шлагбаумами

Контрольні запитання

- 1 Для чого потрібні автоматичні шлагбауми?
- 2 За якими критеріями обираються автоматичні шлагбауми, що встановлюються на переїздах?
- 3 Хто обслуговує автоматичні шлагбауми?

Список літератури

1 Удосконалення організаційно-управлінської роботи на підприємствах залізничного транспорту в сучасних умовах: навч. посібник / Г.Ф. Арбузов, В.М. Бутенко, О.Г. Дейнека, А.О. Каграманян та ін.; За заг. ред. М.І. Данька. – Харків: УкрДАЗТ, 2007. – 178 с.

2 Сороко В.И., Разумовский Б.А. Аппаратура железнодорожной автоматики и телемеханики: Справочник. В 2 т. – 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Транспорт, 1981. – 399 с.

3 Архипов Е.В., Гуревич В.Н. Справочник электромонтера СЦБ. — М.: Транспорт, 1990. — 287 с.

4 Котляренко Н.Ф. Электрические рельсовые цепи. М.: Трансжелдориздат, 1961. – 327 с.

5 Аркатов В.С., Кравцов Ю.А., Степенский Б.М. Рельсовые цепи. Анализ работы и техническое обслуживание. – М.: Транспорт, 1990. – 295 с.

6 Пошукові сайти Інтернет і такі джерела:

<http://www.hi-edu.ru/e-books/xbook106/01/part-002.htm#i59>

<http://www.hi-edu.ru/e-books/xbook106/01/part-003.htm>

<http://www.forum.equipment-machinery.ru/viewtopic.php?f=26&t=111>

<http://www.hi-edu.ru/e-books/xbook106/01/part-002.htm#i59>

<http://www.hi-edu.ru/e-books/xbook106/01/part-003.htm>

<http://www.forum.equipment-machinery.ru/viewtopic.php?f=26&t=111>

www.inovcom.ru

www.оборудованиежд.рф