

ФАКУЛЬТЕТ АВТОМАТИКИ, ТЕЛЕМЕХАНІКИ ТА ЗВ'ЯЗКУ

**Кафедра «Автоматика й комп'ютерне телекерування рухом
поїздів»**

КЛАСИЧНІ РЕЙКОВІ КОЛА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторного практикуму з дисципліни

“ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ”

Харків – 2012

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри "Автоматика й комп'ютерне теле-

керування рухом поїздів" 14 грудня 2009 р., протокол № 5.

Методичні вказівки призначені для студентів спеціальності 7.05020203.01 «Автоматика і автоматизація на транспорті» всіх форм навчання.

Укладачі:

доценти В.П. Мороз,
А.О. Лапко

Рецензент

доц. О.О. Удовіков

КЛАСИЧНІ РЕЙКОВІ КОЛА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторного практикуму з дисципліни
“ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ”

Відповідальний за випуск Лапко А.О.

Редактор Буранова Н.В.

Підписано до друку 25.01.10 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,0. Тираж 250. Замовлення №

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

УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ

Кафедра “Автоматика та комп’ютерне телекерування
рухом поїздів”

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторного практикуму з дисципліни
“Технічні засоби автоматизації”
розділ “Класичні рейкові кола”

для студентів спеціальності 7.05020203.01
«Автоматика і автоматизація на транспорті»
всіх форм навчання

Харків 2012

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри “Автоматика та комп’ютерне телекерування рухом поїздів” 14 грудня 2009 р., протокол № 5.

Укладачі:

доц. В.П. Мороз,

доц. А.О. Лапко

Рецензент

доц. О.О. Удовіков

Інструкція з техніки безпеки

1 До виконання лабораторної роботи приступати тільки після дозволу викладача.

2 Приступаючи до виконання лабораторної роботи, слід ознайомитись з джерелами живлення, засобами їх вмикання та вимикання і схемою макета рейкового кола. Після цього отримати дозвіл на ввімкнення живлення.

3 **Забороняється** торкатися руками до затискачів, які є під напругою. Наявність напруги на затискачах схеми слід перевіряти вимірювальним пристроєм.

4 **Забороняється** замикати між собою електричними проводами сусідні макети.

5 За прилади, що приведені в несправний стан, винні несуть **матеріальну відповідальність**.

6 При виконанні робіт відходити від робочого місця без дозволу викладача **забороняється**. Також **забороняється** виконувати дії, несумісні з виконанням лабораторної роботи.

7 Після закінчення роботи **вимкнути** макет та привести у вихідний стан.

8 У випадку ураження струмом – **негайно знеструмити коло та повідомити викладача**.

9 У випадку появи вогню або специфічного запаху гарі – **негайно знеструмити коло та повідомити викладача**.

Зміст

Вступ	5
Лабораторна робота 1. Дослідження захисних фільтрів класичних рейкових кіл	8
Лабораторна робота 2. Дослідження імпульсного рейкового кола постійного струму	10
Лабораторна робота 3. Дослідження кодового рейкового кола змінного струму частотою 50 Гц	19
Лабораторна робота 4. Дослідження рейкового кола змінного струму частотою 50 Гц з фазочутливим колійним приймачем типу ДСШ-12	26
Лабораторна робота 5. Дослідження рейкового кола змінного струму частотою 25 Гц з фазочутливим колійним приймачем типу ДСШ-13 та ДСШ-16	33
Список літератури	41
Додаток А. Питання на поточні модульні тестування з дисципліни	43

Вступ

Метою методичних вказівок до лабораторних занять з академічної дисципліни “Технічні засоби автоматизації” є викладення порядку попередньої самостійної підготовки, змісту та методики виконання лабораторного практикуму. Також у методичних вказівках наведені контрольні питання, що охоплюють усі аспекти поточного контролю знань з дисципліни (додаток А).

Дисципліна базується на загально-професійній дисципліні “Теорія електромагнітних кіл”, спеціальних дисциплінах “Теорія автоматичного керування” і “Виробничі процеси та обладнання об’єктів автоматизації”, а також на професійно-орієнтованих дисциплінах “Математичні методи та моделі в розрахунках на ЕОМ” і “Системний аналіз складних систем управління”.

Роботи проводяться у спеціалізованій лабораторії “Колійні датчики систем керування на залізничному транспорті” кафедри “Автоматика та комп’ютерне телекерування рухом поїздів”. Виконання роботи складається з таких послідовних етапів:

1 Позааудиторні заняття – попередня самостійна підготовка до допуску на виконання і безпосереднього виконання.

2 Аудиторні заняття:

- а) допуск до виконання роботи;
- б) безпосереднє виконання.

3 Самостійні заняття:

- а) оформлення результатів досліджень;
- б) підготовка до захисту результатів досліджень;
- в) виконання індивідуальних завдань.

4 Захист результатів досліджень.

На першому занятті студенти повинні ознайомитися з правилами протипожежної безпеки та безпеки при роботі з електрообладнанням з відповідним підписом про ознайомлення та сприйняття у журналі виконання лабораторних робіт викладача.

Позааудиторні заняття складаються з визначення призначення рейкових кіл (РК), з вивчення побудови РК, конструкції елементів, параметрів основних вузлів, методів

регулювання РК, вимог з утримання РК, методики (алгоритму) виконання кожної конкретної роботи. При цьому **обов'язково** потрібно попередньо підготувати звіт. На цьому та на наступних етапах, звіт має містити: назву роботи, мету, схему (або креслення пристрою), підготовлені таблиці до внесення у них даних вимірів та алгоритми виконання дослідів у вигляді блок-схем.

Допуск є перевіркою рівня підготовки студента до виконання лабораторної роботи. Він складається з попередньої співбесіди з викладачем або комп'ютерного тестування за питаннями допуску до виконання, що вивчалися самостійно. **Наявність підготовленого звіту обов'язкова.**

Виконання лабораторної роботи виконується за наведеною, окремо до кожної з робіт, методикою. При цьому, обов'язковим є дотримання правил безпеки при роботі з електрообладнанням. Лабораторні роботи виконуються на макетах рейкових кіл (фізична модель РК), однією зі складових якого є штучна рейкова лінія (РЛ), що складається із "Т"-подібних ланок еквівалентної лінії зі змінним питомим опором ізоляції R_i (рисунок А).

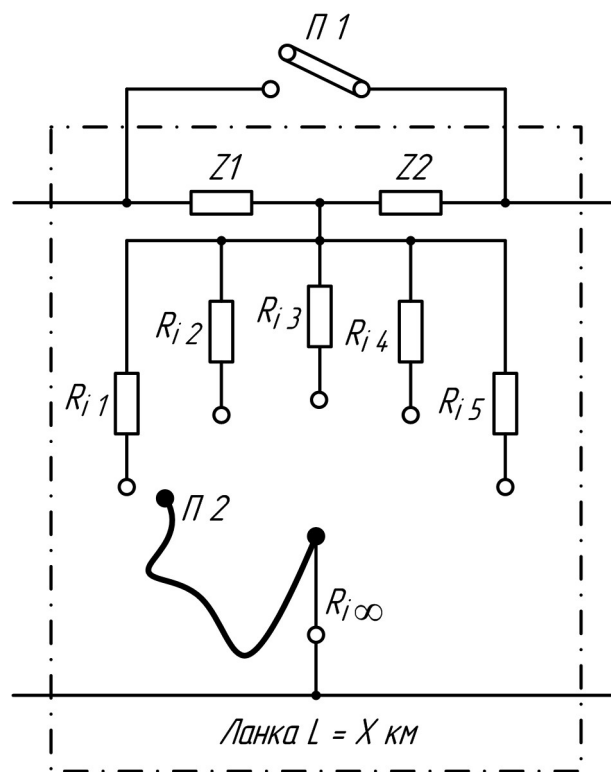


Рисунок А

Конкретна імітована довжина та можливі варіанти вибору опору ізоляції вказуються у кожній лабораторній роботі окремо. Довжина РЛ встановлюється перемикачами $П1$, а опір ізоляції – $П2$. Щоб виключити ланку, слід зашунтувати $Z1$ та $Z2$ перемикачем $П1$ і виставити R_i на клему ∞ . Слід пам'ятати, що рейкова лінія – це лінія з розподіленими параметрами. Тобто питомий опір ізоляції слід виставляти однаковий на всіх ланках лінії, що включені в довжину РЛ.

Наступний етап, що передує захисту, складається із оформлення результатів дослідження, з аналізу отриманих результатів математичного та фізичного моделювання і **обов'язкового** вироблення відповідних висновків у письмовій формі в робочій частині до захисту. На цьому етапі до звіту додаються дані вимірів, графіки залежностей, що вимагаються у методиці виконання, дані математичного моделювання, висновки з виконаної лабораторної роботи.

В процесі захисту оцінюється правильність та якість висновків, що вироблені студентом з характеру поведінки параметрів РК, що досліджувались. Наявність звіту **обов'язкова**.

Лабораторна робота 1. Дослідження захисних фільтрів класичних рейкових кіл

Мета лабораторної роботи: Визначення призначення та вивчення будови, принципів функціонування і аналіз основних параметрів захисних фільтрів класичних рейкових кіл.

1.1 Опис робочого місця

Виконання роботи проводиться на персональній електронно-обчислювальній машині (ПЕОМ) у програмному забезпеченні для математичних розрахунків.

1.2 Методика виконання роботи

В процесі підготовки, виконання та для вироблення висновків щодо даної ЛР варто скористатися матеріалами [1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 11].

1 Побудувати за допомогою ПЕОМ залежність $Z_{\text{Повн.}} = f(f)$ для захисного фільтра ЗБ-ДСШ з підключеною до нього обмоткою реле ДСШ-13 за схемою, що наведена на рисунку 1.1, враховуючи, що $f = 0 \div 200$ Гц, а параметри складових такі: $Z_K = 405 \times e^{j 72^\circ}$ Ом, $C_{ЗБ} = 12$ мкФ, $L_{ЗБ} = 0,845$ Гн, $R_{ЗБ 50} = 24$ Ом, $Z_{ЗБ 25} = 407 \times e^{-j 83^\circ 3'}$ Ом. Формули для розрахунку внести у звіт.

2 Побудувати за допомогою ПЕОМ залежність $Z_{\text{Повн.}} = f(f)$ для захисного фільтра ЗБФ з підключеною до нього обмоткою реле ІМШ-110 за схемою, що наведена на рисунку 1.2, враховуючи, що $f = 0 \div 400$ Гц, а параметри складових такі: $L_\Phi = 2,54$ Гн, $R_\Phi = 65$ Ом, $C_\Phi = 4$ мкФ, $R1 = 60$ Ом, $|Z_{ЗБ 50}| = 4000$ Ом (у розрахунку опором $Z_{ЗБ}$ можна знехтувати). Формули для розрахунку внести у звіт.

3 Проаналізувати роботу фільтра ЗБФ при збільшенні напруги на його вході. Результати аналізу письмово відобразити у **висновках** до лабораторної роботи.

4 Виконати аналіз отриманих залежностей. При цьому слід звернути увагу на характер отриманих залежностей та на відповідні електротехнічні процеси, які протікають у захисних блоках ЗБ-ДСШ і ЗБФ. В остаточному підсумку сформулювати

призначення захисних блоків ЗБ-ДСШ і ЗБФ. Результати аналізу письмово відобразити у **висновках** роботи.

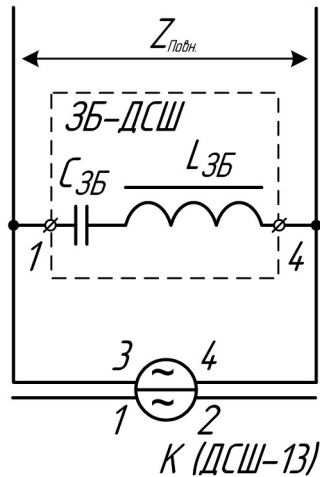


Рисунок 1.1

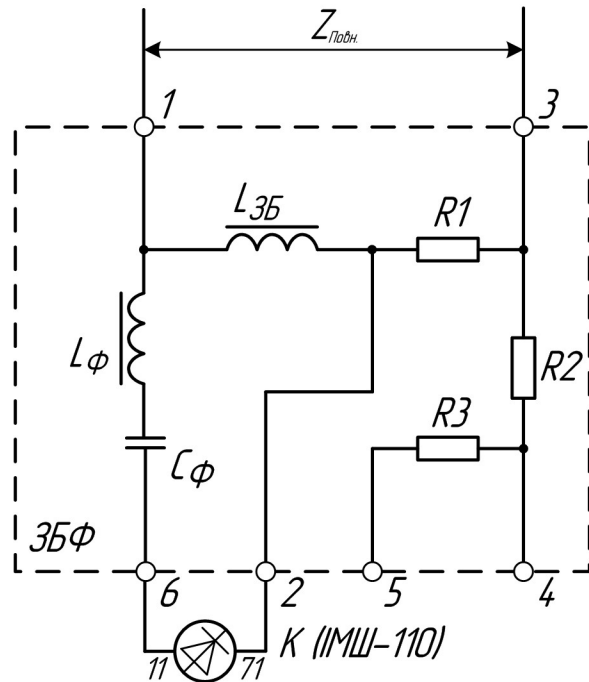


Рисунок 1.2

5 Додатково необхідно з попередніх курсів академічних дисциплін згадати та відповідно внести до **звіту**:

- а) закони Кірхгофа та Ома;
- б) властивості індуктивності та ємності;
- в) резонанси струмів та напруг;
- г) характеристики петлі гістерезису;
- д) принцип дії трансформатора;
- е) принцип дії, виконувані функції та конструкцію нейтрального реле;
- ж) принцип дії, виконувані функції та конструкцію імпульсного реле;
- и) принцип дії, виконувані функції та конструкцію індукційного реле;
- к) принцип дії, виконувані функції та конструкцію трансмітерів.

6 Вивчити функції, конструкцію та принцип дії дросель-трансформатора з занесенням відповідних відомостей до **звіту**.

7 Вивчити функції, конструкцію та принцип дії перетворювача частоти із занесенням відповідних відомостей до **звіту**.

Лабораторна робота 2. Дослідження імпульсного рейкового кола постійного струму

Мета лабораторної роботи: Вивчення будови та аналіз основних характеристик імпульсного рейкового кола (ІРК) постійного струму шляхом його дослідження.

2.1 Опис робочого місця

Виконання роботи проводиться на лабораторній установці, у яку входять:

1 Штучна рейкова лінія, що складається з п'яти “Т”-подібних ланок еквівалентної лінії по 500 м зі змінним питомим опором ізоляції R_I : 0,5; 1; 2; 5; 20 та ∞ Ом \times км (рисунок А).

2 Випрямляч типу ВАК-14.

3 Колійний приймач (КП) – імпульсне реле типу ІМШ-0,3.

4 Резистор (реостат) обмежувальний R_O з опором 6 Ом.

5 Маятниковий трансмітер типу МТ-1.

6 Випрямляч типу ВАК-13 для живлення МТ.

7 Нормативний шунт $R_{ШН}$ з опором 0,06 Ом.

8 Вольтметр для вимірювання значення напруги $U_{П}$ на початку РЛ (межі вимірювання: 0 ÷ 1 В).

9 Амперметр для вимірювання значення струму $I_{П}$ на початку РЛ (межі вимірювання: 0 ÷ 2 А).

10 Вольтметр для вимірювання значення напруги $U_{Р}$ на обмотці колійного реле (межі вимірювання: 0 ÷ 2 В).

11 Амперметр для вимірювання значення струму $I_{Р}$ в обмотці колійного реле (межі вимірювання: 0 ÷ 100 мА).

Схема імпульсного рейкового кола постійного струму наведена на рисунку 2.1, а відповідної лабораторної установки – на рисунку 2.2.

2.2 Питання на допуск до відпрацювання

1 Нормальний режим.

1.1 Чим характеризується нормальний режим?

1.2 Який алгоритм настройки ІРК?

1.3 Яка мета та алгоритм дослідження ІРК у нормальному режимі?

2 Шунтовий режим.

2.1 Чим характеризується шунтовий режим?

2.2 Яка мета та алгоритм дослідження ІРК у шунтовому режимі?

3 Як на макеті РК виставляється еквівалентна довжина РЛ?

4 Як на макеті РК виставляється питомий опір ізоляції РЛ?

5 Яке призначення резистора R_0 ?

6 Чому у ІРК використовується колійний приймач з низьким опором обмотки і чому його не можна розташовувати на значній відстані від рейкової лінії?

7 Який спосіб захисту ІРК від завад при короткому замиканні ізолюючих стиків?

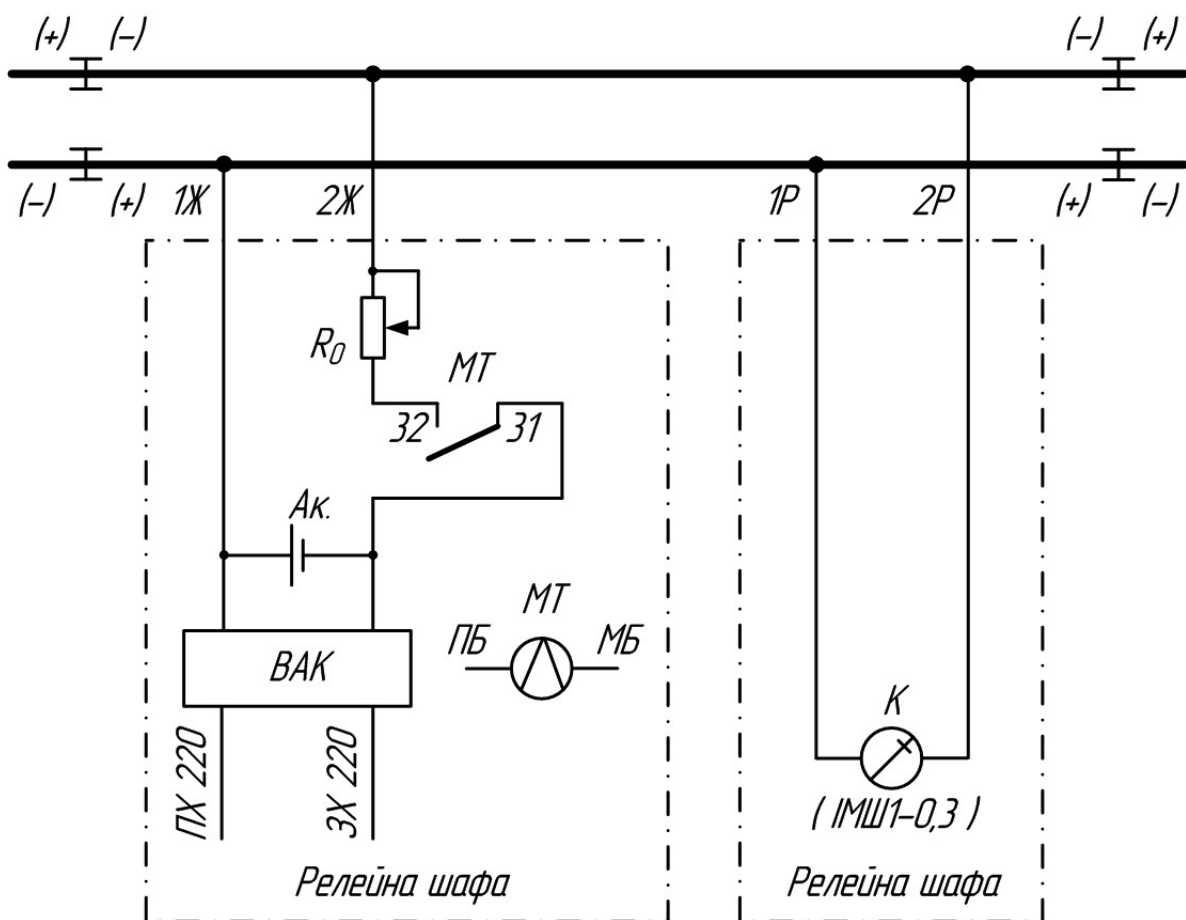


Рисунок 2.1

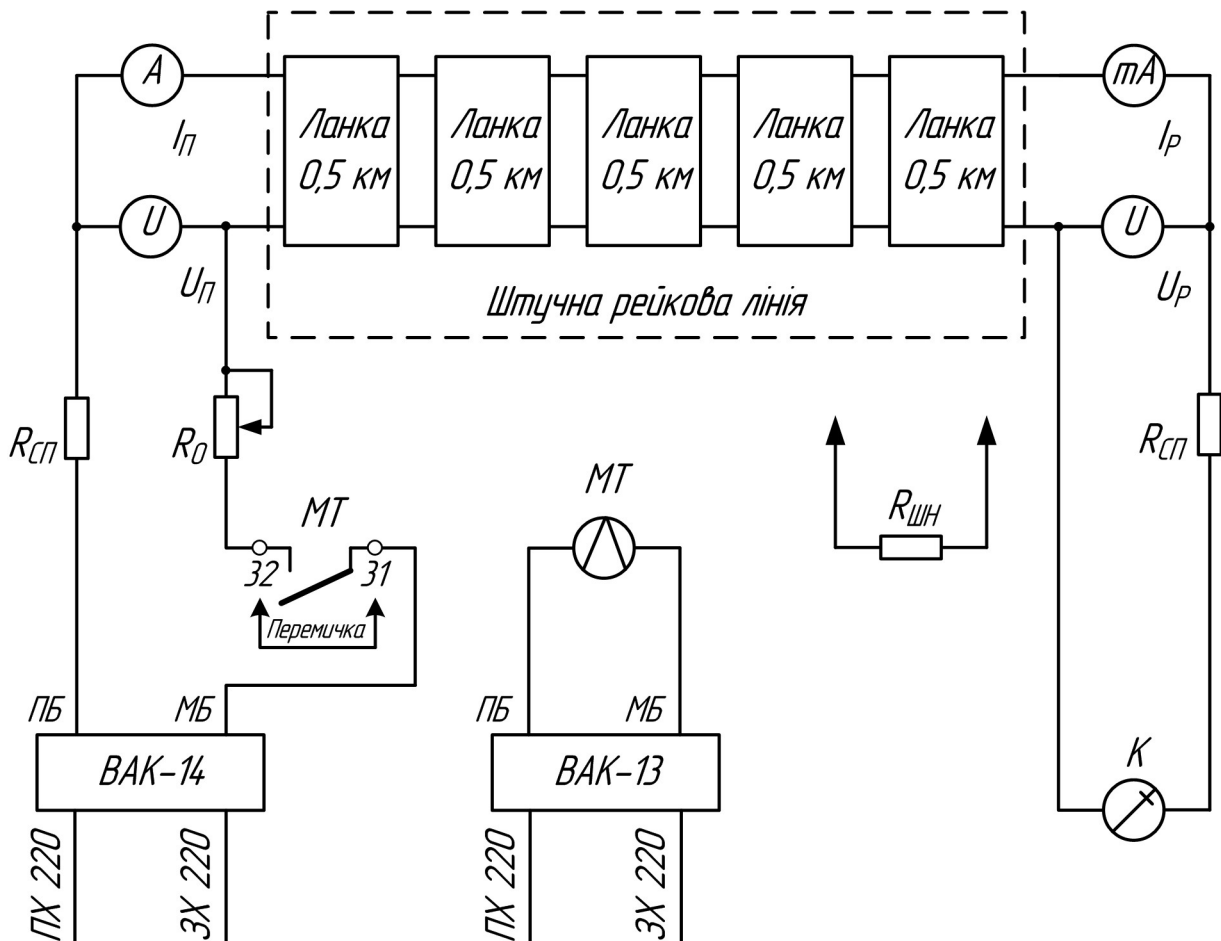


Рисунок 2.2

2.3 Методика виконання роботи

В процесах підготовки, виконання та для вироблення висновків щодо даної ЛР варто скористатися матеріалами [3, 5-7].

2.3.1 Дослідження у нормальному режимі

2.3.1.1 Налаштування рейкового кола і дослідження впливу зміни опору ізоляції на значення напруги і струму на початку рейкової лінії та колійному реле

1 Встановити еквівалентну довжину рейкової лінії L значенням 2500 м та опір ізоляції $R_{i \text{ Min}}$ значенням $1 \text{ Ом} \times \text{км}$.

2 Зашунтувати контакт 31-32 МТ перемичкою і, ввімкнувши лабораторну установку, настроїти РК. Для цього, шляхом регулювання резистором R_o , встановити на обмотці колійного

реле робоче значення напруги U_p 0,092 В (I_p значенням 0,308 А), тобто значення надійного спрацювання $U_{НСп.}(I_{НСп.})$. Зняти шунт з контакта 31-32 МТ та простежити імпульсну роботу колійного реле і знов зашунтувати контакт трансмітера для проведення подальших досліджень.

3 Дослідити залежності значень напруги $U_{п}$ і струму $I_{п}$ на початку рейкового кола, а також значень напруги і струму на колійному реле U_p і I_p від опору ізоляції рейкової лінії R_i при незмінних значеннях R_o та довжини рейкової лінії. Результати вимірів занести в таблицю за формою таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Параметри лінії		$U_{п}, В$	$I_{п}, А$	$U_p, В$	$I_p, А$
$R_i, Ом \times км$	$L, м$				
0,5	2500				
1					
2					
5					
20					
∞					

4 Вимкнути лабораторну установку.

5 За даними таблиці побудувати залежності: $U_{п} = f(R_i)$; $U_p = f(R_i)$; $I_{п} = f(R_i)$; $I_p = f(R_i)$. Криві напруг та струмів будуються в одних і тих самих координатних осях і одному масштабі відповідно.

6 Провести аналіз побудованих залежностей і у **висновках** з лабораторної роботи письмово пояснити, як впливає опір ізоляції на нормальний режим імпульсного РК.

2.3.1.2 Складання регулювальної таблиці для імпульсних РК з різною довжиною рейкової лінії та побудова відповідних регулювальних характеристик

1 Встановити еквівалентну довжину рейкової лінії L значенням 2500 м та опір ізоляції $R_{i \text{ Min.}}$ значенням 1 Ом \times км.

2 Зашунтувати контакт 31-32 МТ перемичкою і, ввімкнувши лабораторну установку, настроїти РК, з оглядом на те, що робоче

значення напруги на колійному реле при мокрому баласті (1 Ом×км) має бути більше робочого значення на 10%.

3 Провести вимірювання значень фактичної напруги на колійному реле U_p при дуже мокрому баласті (R_i дорівнює 0,5 Ом×км), вологому баласті (слабкий дощ – R_i дорівнює 2 Ом×км), сухому та слабо промерзлому баласті (осінь, заморозки – R_i дорівнює 5 Ом×км), промерзлому (R_i дорівнює 20 Ом×км) та сильно промерзлому баласті (R_i встановлюється ∞ Ом×км). Результати вимірів занести в таблицю за формою таблиці 2.2.

4 Пункти 1, 2 та 3 повторити при значеннях довжини РЛ 2000, 1500 та 1000 м. За даними вимірів скласти регулювальну таблицю за формою таблиці 2.2.

5 Вимкнути лабораторну установку.

6 Використовуючи дані складеної таблиці, побудувати залежності $U_p = f(R_i)$ при відповідних довжинах в одних і тих самих осях ординат.

7 Провести аналіз побудованих залежностей і у **висновках** письмово визначити, який характер регулювальних характеристик при різній довжині рейкової лінії та при різних $R_{i \text{ Min}}$ і чим це пояснюється.

Таблиця 2.2

Довжина РЛ РК, м	Значення напруги на колійному реле U_p , В при таких значеннях опору баласту:					
	0,5 Ом×км	1 Ом×км	2 Ом×км	5 Ом×км	20 Ом×км	∞ Ом×км
2500						
2000						
1500						
1000						

2.3.2 Дослідження у шунтовому режимі

2.3.2.1 Загальні відомості

Дослідження у шунтовому режимі імпульсного РК у лабораторних умовах зручно виконувати непрямим методом, при якому після накладення на РЛ нормативного шунта $R_{\text{ШН}}$ виміряється значення залишкової напруги на обмотці колійного реле $U_{\text{РШ}}$ або значення залишкового струму $I_{\text{РШ}}$. Шунтова чутливість буде надійною, якщо:

$$U_{\text{РШ}} \leq U_{\text{ННСп}} \text{ або } I_{\text{РШ}} \leq I_{\text{ННСп}},$$

де $U_{\text{ННСп}}$ і $I_{\text{ННСп}}$ – значення напруги і струму надійного неспрацьовування колійного реле.

Ступінь чутливості РК до шунта при цьому визначається коефіцієнтом шунтової чутливості до нормативного шунта:

$$K_{\text{ШН}} = \frac{U_{\text{ННСп}}}{U_{\text{РШ}}} = \frac{I_{\text{ННСп}}}{I_{\text{РШ}}} \geq 1. \quad (2.1)$$

Дослідження РК у шунтовому режимі виконується у два етапи.

2.3.2.2 Дослідження залежності коефіцієнта шунтової чутливості від координати накладання шунта на рейкову лінію

1 Ввімкнути лабораторну установку. У РК, яке настроєне аналогічно нормальному режиму для довжини рейкової лінії 2500 м (див. 2.3.1.1 пп. 1, 2), відключити опір витоку, тобто встановити $R_{\text{і Макс}}$.

2 Накладати послідовно нормативний шунт, починаючи з релейного кінця рейкової лінії, а результати виміру значень залишкової напруги (струму) на обмотці колійного реле в

шунтовому режимі $U_{рш}$ ($I_{рш}$) за вольтметром U_p (I_p) занести до таблиці за формою таблиці 2.3.

3 Вимкнути лабораторну установку.

4 За формулою (2.1) розрахувати коефіцієнт шунтової чутливості $K_{шн}$, приймаючи, що напруга надійного неспрацьовування колійного реле ($U_{ннср}$) становить 0,069 В (струм надійного неспрацьовування ($I_{ннср}$) – 0,231 А).

5 За даними таблиці 2.3 побудувати залежність $K_{шн} = f(X)$.

Таблиця 2.3

№ з/п	Координата накладання шунта, км	Значення напруги на обмотці колійного реле при шунту $U_{рш}$, В	Коефіцієнт шунтової чутливості $K_{шн}$
1	$X = 0$		
2	$X = 0,5$		
3	$X = 1,0$		
4	$X = 1,5$		
5	$X = 2,0$		
6	$X = 2,5$		

6 Виконати виміри значення напруги батареї $U_{бат.}$ на затискачах випрямляча ВАК-14 та обчислити значення вхідного опору живильного кінця за формулою:

$$R_{ж} = \frac{U_{бат.} - U_{п}}{I_{п}}$$

Значення напруги $U_{п}$ і струму $I_{п}$ на початку рейкової лінії беруться з таблиці за формою таблиці (2.1).

7 Виконати виміри значення напруги і струму в кінці рейкової лінії, з огляду на те, що $I_{к}$ дорівнює $I_{р}$, і визначити значення вхідного опору релейного кінця за формулою:

$$R_{к} = \frac{U_{к}}{I_{к}}$$

8 Зіставляючи значення опору $R_{п}$ з опором $R_{к}$, варто перевірити правильність одержання функції $K_{шн} = f(X)$, виходячи з таких закономірностей шунтового режиму РК:

при $R_{\Pi} = R_{\text{к}}$ $K_{\text{ШП}} = K_{\text{ШР}}$;
 при $R_{\Pi} > R_{\text{к}}$ $K_{\text{ШП}} > K_{\text{ШР}}$;
 при $R_{\Pi} < R_{\text{к}}$ $K_{\text{ШП}} < K_{\text{ШР}}$.

9 Провести аналіз побудованої залежності і у **висновках** письмово відповісти, як впливають опори по кінцях РЛ (R_{Π} та $R_{\text{к}}$) на значення $K_{\text{Ш}}$ і чим це пояснюється.

2.3.2.3 Дослідження впливу зміни опору ізоляції на шунтову чутливість

1 Ввімкнути лабораторну установку. У РК, яке настроєне аналогічно нормальному режиму для довжини лінії 2500 м (див. 2.3.1.1 пп. 1, 2), встановити по черзі опір витоку, що відповідає питомим опорам ізоляції 0,5; 1; 2; 5, 20 та ∞ Ом \times км, і при кожному значенні R_i визначити значення напруги на обмотці колійного реле та струму в ній – $U_{\text{РШР}}$, $I_{\text{РШР}}$ при накладанні шунта на релейному кінці за вольтметром $U_{\text{р}}$ та амперметром $I_{\text{р}}$.

2 Вимкнути лабораторну установку.

3 За формулою (2.1) розрахувати значення коефіцієнта шунтової чутливості $K_{\text{ШР}}$. Результати занести до таблиці форми 2.4.

4 За даними таблиці форми 2.4 побудувати залежність $K_{\text{ШР}} = f(R_i)$.

5 Провести аналіз побудованої залежності і у **висновках** письмово відповісти, як впливає зміна опору ізоляції на шунтову чутливість і чим це пояснюється.

Таблиця 2.4

№ з/ п	R_i , Ом \times км	$U_{\text{РШР}}$, В	$I_{\text{РШР}}$, А	$K_{\text{ШР}}$
1	0,5			
2	1			
3	2,5			
4	5			
5	20			
6	∞			

2.3.2.4 Порівняльний аналіз шунтової чутливості рейкового кола при імпульсному і неперервному режимах живлення

1 Ввімкнути лабораторну установку. У РК, яке настроєне аналогічно нормальному режиму для довжини лінії 2500 м (див. 2.3.1.1 пп. 1, 2), встановити R_i значенням ∞ Ом \times км ($R_{i \text{ Макс}}$) і накласти нормативний шунт на живильний кінець.

2 Провести виміри і занести до таблиці за формою таблиці 2.5 значення струму $I_{ршж}$. Відзначити при цьому положення якоря імпульсного колійного реле (нормальне або перекинене).

3 Зняти перемичку із контактів 31-32 МТ і спостерігати за зміною положення якоря.

4 Знову зашунтувати контакти 31-32 МТ і накласти нормативний шунт на релейному кінці. У таблицю форми 2.6 занести значення струму $I_{ршр}$ і відзначити положення якоря.

5 Спостерігати за зміною положення якоря колійного реле при знятій перемичці з контактів 31-32 МТ.

6 Вимкнути лабораторну установку.

7 За даними таблиць форми 2.5 та 2.6 визначити коефіцієнти шунтової чутливості $K_{шжн}$ і $K_{шрн}$ при неперервному живленні та $K_{шжі}$ і $K_{шрі}$ при імпульсному живленні, приймаючи струм надійного відпадиння якоря реле ($I_{вн}$) значенням 0,12 А, а струм надійного неспрацьовування ($I_{ннсн}$) значенням 0,231 А.

8 Провести аналіз отриманих результатів і у **висновках** письмово відповісти, як співвідносяться $K_{ш}$ при неперервному живленні та імпульсному живленні і чим це пояснюється.

Таблиця 2.5

Шунт на живильному кінці РК				
Положення якоря колійного реле		$I_{ршж}$, А	$K_{шжн}$	$K_{шжі}$
Неперервний режим	Імпульсний режим			

Таблиця 2.6

Шунт на релейному кінці РК				
Положення якоря колійного реле		I _{рШР} , А	K _{ШРН}	K _{ШРІ}
Неперервний режим	Імпульсний режим			

Лабораторна робота 3. Дослідження кодового рейкового кола змінного струму частотою 50 Гц

Мета лабораторної роботи: Вивчення будови та аналіз основних характеристик кодового рейкового кола (КРК) змінного струму частотою 50 Гц шляхом його дослідження.

3.1 Опис робочого місця

Виконання роботи проводиться на лабораторній установці, у яку входять:

1 Штучна рейкова лінія, що складається із шести “Т”-подібних ланок еквівалентної довжини по 500 м зі змінним питомим опором ізоляції: 0,9; 2,5; 5; 10; 20 та ∞ Ом \times км (рисунок А).

2 Лабораторний автотрансформатор ЛАТР-2.

3 Колійний трансформатор КТ типу ПОБС-3А.

4 Реактор обмежувальний Z_о типу РОБС-3.

5 Резистор R_і та конденсатор C_і ємністю 4 мкФ, призначені для гасіння іскри на контактах трансмітерного реле Т.

6 Блок конденсаторів колійних C_к 12 \times 4 мкФ типу КБГ-МН.

7 Кодовий колійний трансмітер типу КПТШ-5 (КПТШ-7 або БКПТ).

8 Трансмітерна чарунка типу ТШ1-65В.

9 Захисний блок-фільтр типу ЗБФ-1.

10 Колійний приймач – імпульсне реле типу ІМВШ-110.

11 Два дросель-трансформатори типу ДТ-0,6 з коефіцієнтом трансформації n значенням 15 та ДТ-0,2 з n значенням 23.

12 Вольтметр для вимірювання напруги U_{Кол.Т} на колійному трансформаторі (межі вимірювання: 0 ÷ 300 В).

13 Амперметр для вимірювання струму $I_{\text{кол.Т}}$ колійного трансформатора (межі вимірювання: $0 \div 5$ А).

14 Амперметр для вимірювання струму $I_{\text{ддт}}$ у додатковій обмотці дросель-трансформатора ДТ-0,6 на живильному кінці (межі вимірювання: $0 \div 10$ А).

15 Амперметр для вимірювання струму $I_{\text{СК}}$ у колі конденсаторів $C_{\text{К}}$ (межі вимірювання: $0 \div 10$ А).

16 Амперметр для вимірювання струму $I_{\text{АЛСН}}$ в рейках (межі вимірювання: $0 \div 5$ А).

17 Вольтметр для вимірювання напруги $U_{\text{Р}}$ на колійному реле.

18 Нормативний шунт $R_{\text{ШН}}$ опором 0,06 Ом.

Схема КРК частотою сигнального струму 50 Гц для ділянок з електротягою постійного струму наведена на рисунку 3.1, а відповідної лабораторної установки – на рисунку 3.2.

3.2 Питання на допуск до відпрацювання

1 Нормальний режим.

1.1 Чим характеризується нормальний режим?

1.2 Який алгоритм настройки КРК?

1.3 Яка мета і алгоритм дослідження КРК у нормальному режимі?

2 Шунтовий режим.

2.1 Чим характеризується шунтовий режим та режим КЗ?

2.2 Яка мета і алгоритм дослідження КРК у шунтовому режимі та режимі КЗ?

3 Як на макеті РК виставляється еквівалентна довжина РЛ, питомий опір ізоляції РЛ та вимірюється струм АЛС?

4 Чому у КРК, що досліджувалося, на живильному кінці використовується ДТ-0,6, а на релейному кінці ДТ-0,2?

5 Яке призначення реактора РОБС?

6 Яке призначення, принцип роботи та конструкція захисного блок-фільтра ЗБФ?

7 Яка гранична довжина КРК та за якими критеріями вона визначається?

3.3 Методика виконання роботи

В процесах підготовки, виконання та для вироблення висновків щодо даної ЛР варто скористатися матеріалами [3, 5, 6, 8, 9].

3.3.1 Регулювання рейкового кола

Відпрацьовування методики з регулювання РК слід виконувати в такій послідовності:

1 Скласти схему КРК довжиною 2000 м, встановити мінімальний опір ізоляції рейкової лінії $R_{i\text{Мін}}$ значенням $0,9 \text{ Ом} \times \text{км}$.

2 Накласти перемичку на контакти 11-12 трансмітерного реле Т. Встановити $C_{K1(2)}$ ємністю 20 мкФ. Ввімкнути лабораторну установку і за допомогою ЛАТР встановити в нормальному режимі напругу на колійному реле U_P значенням 4 В. Змінюючи $C_{K1(2)}$ через кожні 4 мкФ, настроїти живильний кінець у резонанс струмів. Ознаками резонансу будуть: мінімальне значення струму $I_{\text{Кол.Т}}$, максимальне значення та рівність струмів $I_{\text{СК}}$ та $I_{\text{ДДТ}}$ і максимум напруги на колійному реле.

3 Накласти нормативний шунт на релейний кінець і за допомогою ЛАТР встановити нормативний струм АЛСН у рейках значенням 2 А.

4 Зняти нормативний шунт і, підбираючи параметри резисторів R1–R3 у ЗБФ при незмінному положенні ЛАТР, встановити на колійному реле значення напруги U_P , яке близьке до 3,85 В.

5 За допомогою ЛАТР провести додаткове регулювання напруги на колійному реле до значення надійного спрацювання 3,85 В та зафіксувати нові значення $U_{\text{Кол.Т}}$, $I_{\text{Кол.Т}}$, $I_{\text{ДДТ}}$, $I_{\text{АЛСН}}$, U_P , які занести до таблиці за формою таблиці 3.1.

6 Зняти перемичку з контакта 11-12 трансмітерного реле Т та простежити роботу КРК у нормальному режимі. Якщо колійне реле працює у відповідному кодовому режимі, то перейти до перевірки функціонування КРК в інших режимах, а при необхідності – зробити додаткове регулювання.

7 Накласти перемичку на контакти 11-12 трансмітерного реле Т. Встановити $R_{i \text{ Макс.}}$ значенням $\infty \text{ Ом} \times \text{км}$ і при незмінних всіх інших параметрах КРК, що зафіксовані у пункті 5, провести вимірювання напруги перевантаження $U_{P\infty}$ на колійному реле. Накласти шунт $R_{\text{ШН}}$ на живильному кінці і зафіксувати значення струму короткого замикання $I_{\text{КЗ}}$ колійного трансформатора за амперметром $I_{\text{Кол.Т}}$, а також значення залишкової напруги $U_{\text{РШЖ}}$ на колійному реле.

8 Зняти шунт з живильного кінця, накласти його на релейний і зафіксувати значення струму АЛСН $I_{\text{АЛСН}\infty}$, а також значення залишкової напруги $U_{\text{РШР}}$ на колійному реле. Простежити реакцію колійного реле на шунт.

9 Вимкнути лабораторну установку.

Якщо зафіксовані значення досліджуваних параметрів $U_{P\infty}$, $I_{\text{КЗ}}$, $I_{\text{АЛСН}\infty}$, $S_{\text{КЗ}} = U_{\text{Кол.Т}} \times I_{\text{КЗ}}$, $U_{\text{РШЖ}}$ і $U_{\text{РШР}}$ задовольняють припустимі норми, то додаткового регулювання КРК не виконують і КРК вважається відрегульованим. У протилежному випадку з'ясовуються причини порушення нормальної роботи РК і після усунення несправностей виконують додаткове регулювання з перевіркою роботи КРК в усіх основних режимах, що досліджуються.

Припустимими нормами вимірюваних величин для КРК варто вважати:

$$U_{P\infty} \leq 12 \text{ В}; I_{\text{КЗ}} \leq 1,21 \text{ А}; I_{\text{АЛСН}\infty} \leq 5 \text{ А}; S_{\text{КЗ}} \leq 500 \text{ ВА}; \\ U_{\text{РШЖ}} = U_{\text{РШР}} \leq K_{\text{НП}} \times U_{\text{Р}} = 0,7 \times 3,85 = 2,7 \text{ В}.$$

Зафіксовані значення в процесі досліджень занести в таблицю за формою таблиці 3.1 і у **висновках** з лабораторної роботи надати письмовий аналіз отриманих результатів.

3.3.2 Дослідження впливу зміни ємності конденсатора C_K на потужність, що споживається в нормальному режимі та режимі короткого замикання

1 В кодовому РК, що відрегульоване згідно з методикою, яка викладена в підрозділі 3.3.1, накласти перемичку на контакти 11–12 трансмітерного реле Т.

2 Відключити $C_{K1(2)}$, ввімкнути лабораторну установку і встановити на колійному реле U_P значенням 3,85 В. Зафіксувати при цьому значення $U_{\text{Кол.Т}}$, $I_{\text{Кол.Т}}$ і $I_{\text{ДДТ}}$. Накласти шунт на живильний кінець, фіксуючи при цьому значення $I_{\text{КЗ}}$ колійного трансформатора за амперметром $I_{\text{Кол.Т}}$. Показання приладів занести до таблиці за формою 3.2. Вимкнути лабораторну установку.

3 Проробити п. 2 для значень ємності $C_{K1(2)}$ від 4 мкФ до 40 мкФ через кожні 4 мкФ, щоразу встановлюючи U_P значенням 3,85 В.

4 За даними вимірів і розрахунків побудувати графіки залежностей $S = f(C_K)$, $I_{\text{ДДТ}} = f(C_K)$, $S_{\text{КЗ}} = f(C_K)$.

5 Провести аналіз отриманих результатів і у **висновках** з лабораторної роботи письмово відповісти, як впливає ємність C_K на потужність, що споживається в нормальному режимі та режимі короткого замикання і чим це пояснюється, а також остаточно сформулювати призначення конденсатора C_K .

Таблиця 3.2

L, м	$R_{i \text{ Мин.}}$, Ом×км	C_2 , мкФ	U_P , В	$U_{\text{Кол.Т}}$, В	$I_{\text{Кол.Т}}$, А	S, ВА	$I_{\text{ДДТ}}$, А	$I_{\text{КЗ}}$, А	$S_{\text{КЗ}}$, ВА
2000	0,9	0							
		4							
		8							
		12							
		16							

		20							
		24							
		28							
		32							
		36							
		40							

3.3.3 Дослідження впливу зміни опору ізоляції на значення напруги на колійному реле в нормальному режимі

1 В кодовому РК, що відрегульоване згідно з методикою, яка викладена у 3.3.1, накласти перемичку на контакти 11–12 трансмітерного реле Т.

2 Не змінюючи напруги $U_{\text{Кол.Т}}$, провести вимірювання і занести до таблиці за формою 3.3 значення напруги на колійному реле U_P при R_i значенням: 2,5; 5; 10; 20 та ∞ Ом×км.

3 Вимкнути лабораторну установку.

4 За даними вимірів побудувати графік залежності $U_P = f(R_i)$.

5 Провести аналіз отриманих результатів і у **висновках** письмово відповісти, як впливає зміна опору ізоляції на нормальний режим і чим це пояснюється.

Таблиця 3.3

$R_i,$ Ом×км	0,9	2,5	5,0	10	20	∞
$U_P,$ В						

Лабораторна робота 4. Дослідження рейкового кола змінного струму частотою 50 Гц з фазочутливим колійним приймачем типу ДСШ-12

Мета лабораторної роботи: Вивчення будови та аналіз основних характеристик станційного двониткового рейкового кола змінного струму частотою 50 Гц з фазочутливим колійним приймачем (ФЧП) типу ДСШ-12 шляхом його дослідження.

4.1 Опис робочого місця

Виконання роботи проводиться на ПЕОМ з програмним забезпеченням для математичних розрахунків та на лабораторній установці, у яку входять:

1 Штучна рейкова лінія, що складається із чотирьох “Т”-подібних ланок еквівалентної лінії, дві з яких довжиною 250 м, а дві інших – 500 м зі змінним питомим опором ізоляції: 0,9; 2,5; 5; 10; 20; ∞ Ом \times км (рисунок А).

2 Колійний трансформатор типу ПОБС-3А.

3 Лабораторний автотрансформатор ЛАТР-2.

4 Колійний приймач – реле типу ДСШ-12.

5 Блок конденсаторів обмежувальних C_0 20 мкФ (5 \times 4 мкФ).

6 Чотири змінних обмежувальних резистори R_0 по 14 Ом.

7 Додатковий резистор R_d з опором 47 Ом.

8 Релейний конденсатор C_p з ємністю 4 мкФ.

9 Амперметр змінного струму для вимірювання струму колійного трансформатора $I_{\text{кол.Т}}$ (межі вимірювання: 0 ÷ 5 А).

10 Вольтметр змінного струму для вимірювання напруги на колійному трансформаторі $U_{\text{кол.Т}}$ (межі вимірювання: 0 ÷ 300 В).

11 Вольтметр змінного струму для вимірювання напруги на колійному реле U_p (межі вимірювання: 0 ÷ 30 В).

12 Нормативний шунт $R_{\text{шн}}$ опором 0,06 Ом.

13 Фазометр для вимірювання фазових співвідношень у колійному реле.

Схема станційного двониткового РК змінного струму частотою 50 Гц з ФЧП типу ДСШ-12 для ділянок з електротягою постійного струму наведена на рисунку 4.1, а відповідної лабораторної установки – на рисунку 4.2.

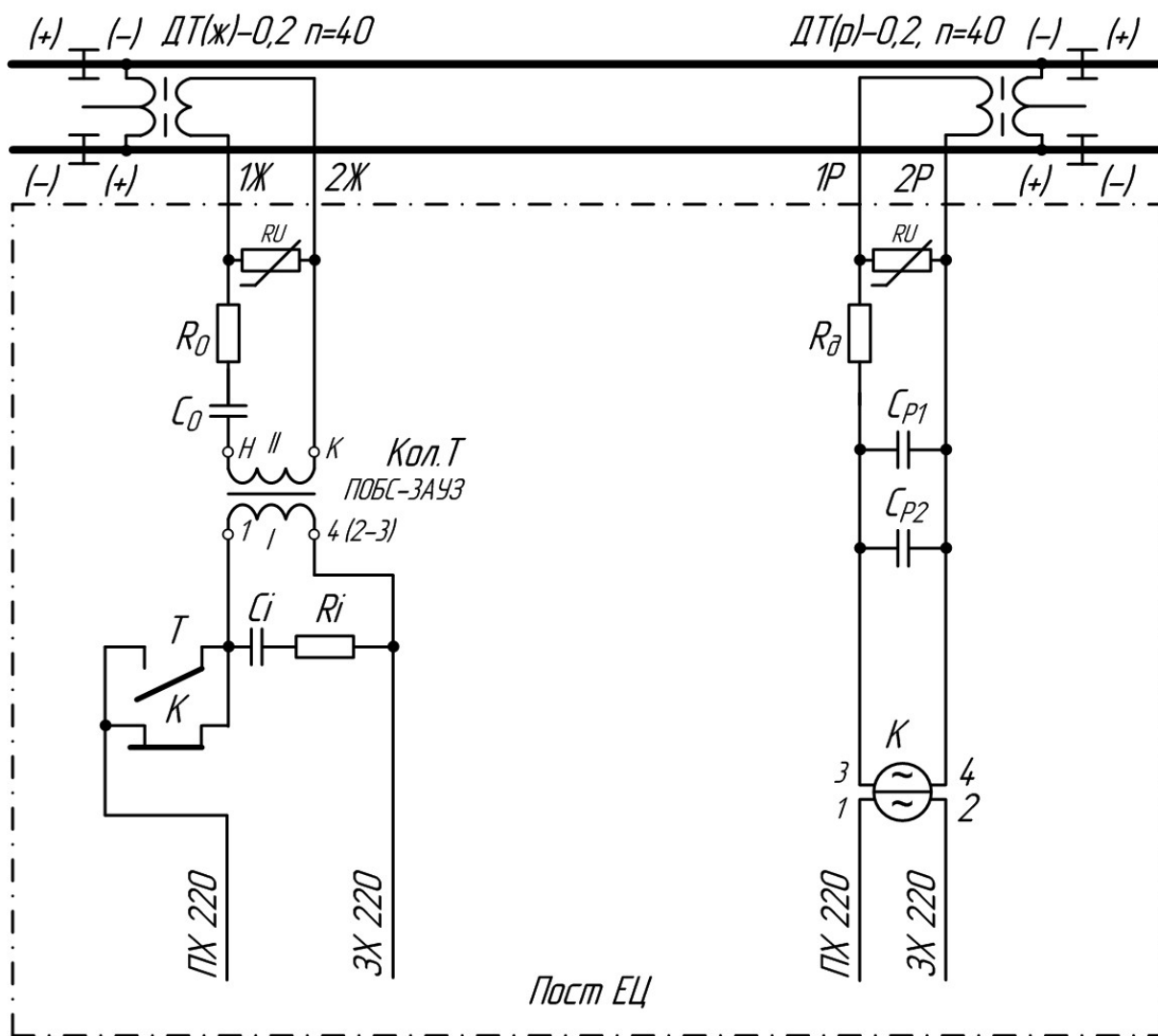


Рисунок 4.1

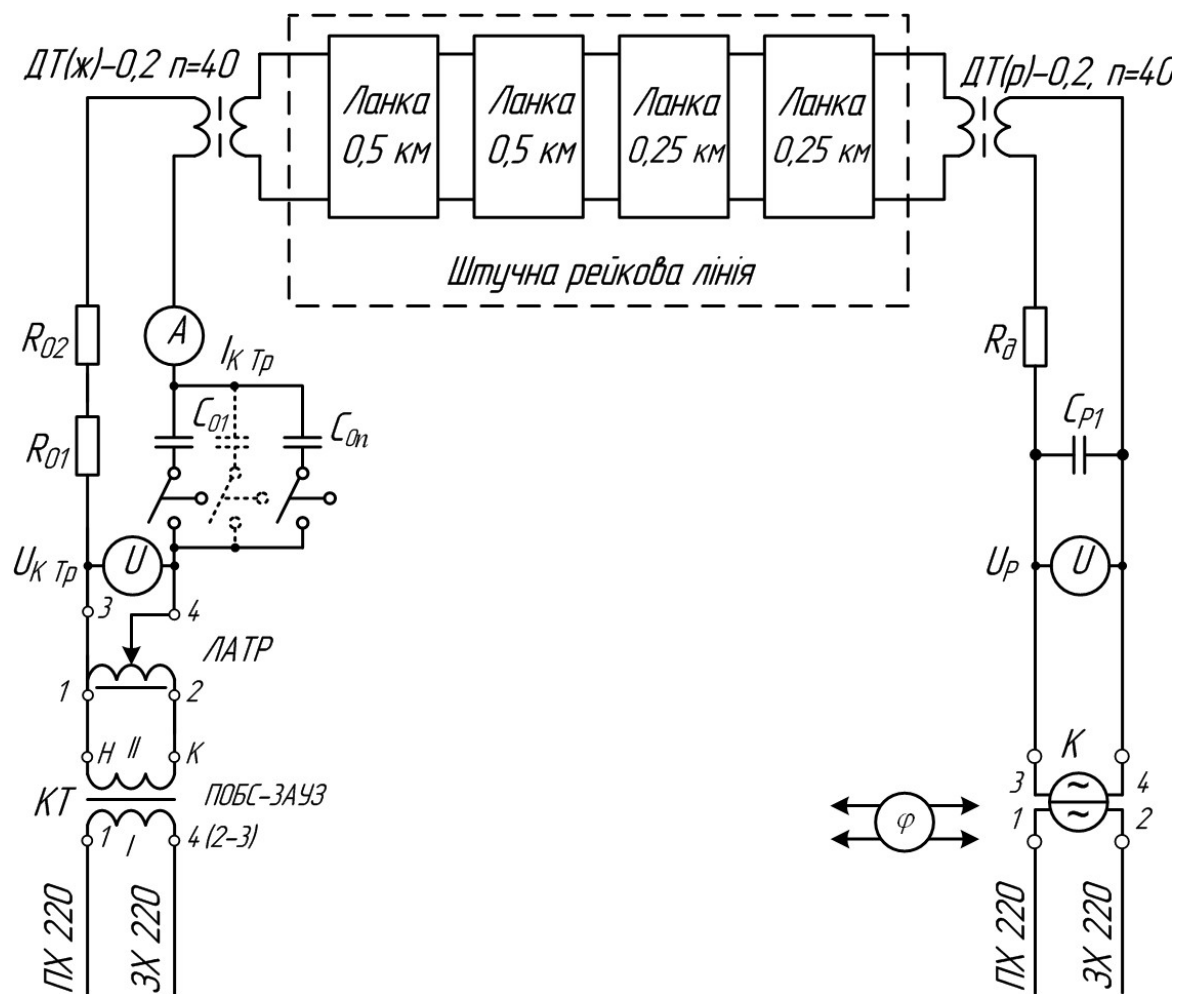


Рисунок 4.2

4.2 Питання на допуск до відпрацювання

1 Нормальний режим.

1.1 Чим характеризується нормальний режим?

1.2 Який алгоритм настройки РК з ФЧП ДСШ-12?

1.3 Яка мета та алгоритм дослідження РК з ФЧП ДСШ-12 у нормальному режимі?

2 Шунтовий режим.

2.1 Чим характеризується шунтовий режим та режим КЗ?

2.2 Яка мета та алгоритм дослідження РК з ФЧП ДСШ-12 у шунтовому режимі та режимі КЗ?

3 Яке призначення резистора R_0 та конденсатора C_0 ?

4 Як на макеті РК виставляється еквівалентна довжина РЛ та питомий опір ізоляції РЛ?

5 Яке призначення конденсатора C_p ?

6 Чому в РК з ФЧП ДСШ-12 немає пристроїв захисту від вад тягового струму?

7 Яке призначення та принципи реалізації фазового контролю ізолюючих стиків у РК з ФЧП?

4.3 Методика виконання роботи

В процесах підготовки, виконання та для вироблення висновків щодо даної ЛР варто скористатися матеріалами [3, 6, 8].

4.3.1 Дослідження впливу зміни ємності конденсатора C_0 на потужність, що споживається РК у нормальному режимі і режимі короткого замикання, а також на фазові співвідношення у ФЧП

1 Встановити довжину рейкової лінії 1250 м та питомий опір ізоляції R_i значенням $0,9 \text{ Ом} \times \text{км}$.

2 Встановити ємність конденсатора C_0 значенням 12 мкФ.

3 Ввімкнути лабораторну установку та за допомогою ЛАТР встановити на колійній обмотці колійного реле ДСШ-12 значення напруги надійного спрацювання 14 В за вольтметром U_p .

4 Виміряти значення $U_{\text{Кол.Т}}$, $I_{\text{Кол.Т}}$, U_p та фазового кута α_p між напругами U_p і $U_{\text{МЕ}}$ (місцевий елемент), обчислити кут розладу реле β_p та коефіцієнт $1/\cos \beta_p$:

$$\beta_p = \alpha_p - \alpha_I,$$

де α_p – кут фазових співвідношень у реле між векторами напруг колійної і місцевої обмоток;

α_I – ідеальний кут між векторами цих напруг.

Дані вимірів і обчислень занести в таблицю форми 4.1.

5 Накласти нормативний шунт $R_{\text{ШН}}$ на рейкову лінію на живильному кінці, провести виміри струму короткого замикання $I_{\text{КЗ}}$ за амперметром $I_{\text{Кол.Т}}$ та занести до таблиці форми 4.1.

6 Повторити дії, що зазначені в пп. 3–5 для C_0 значенням: 20, 16, 8, 4 мкФ та без ємності C_0 .

7 Вимкнути лабораторну установку.

Таблиця 4.1

$C_0,$ мкФ	$U,$ В	$I,$ А	$S,$ ВА	$I_{кз},$ А	$S_{кз},$ ВА	$U_p,$ В	$\alpha_p,$ град	$\beta_p,$ град	$\frac{1}{\cos\beta_p}$
0									
4									
8									
12									
16									
20									
24									

8 За отриманими даними визначити уявні потужності нормального режиму S та режиму короткого замикання $S_{кз}$.

9 Побудувати графіки залежностей $S = f(C_0)$, $S_{кз} = f(C_0)$, $\beta_p = f(C_0)$.

10 Провести аналіз отриманих результатів і у **висновках** з лабораторної роботи письмово:

– вказати оптимальне значення ємності конденсатора C_0 за уявною потужністю нормального режиму та режиму короткого замикання з урахуванням припустимого кута розладу колійного реле β_p ;

– пояснити, як впливає ємність конденсатора C_0 на режими роботи РК з ФЧП ДСШ-12 і чим це пояснюється;

– визначити призначення поправкового коефіцієнта $\frac{1}{\cos\beta_p}$.

4.3.2 Дослідження впливу зміни опору ізоляції на значення напруги та фазові співвідношення на колійному приймачі в нормальному режимі

1 Встановити довжину рейкової лінії 1250 м та питомий опір ізоляції R_i значенням $0,9 \text{ Ом} \times \text{км}$.

2 Ввімкнути C_0 значенням 12 мкФ.

3 Ввімкнути лабораторну установку та встановити на колійній обмотці значення напруги надійного спрацювання 14 В.

4 Виміряти напругу на колійному реле U_p і фазовий кут між напругами U_p і U_{ME} (місцевий елемент) та обчислити кут розладу.

Дані вимірів і обчислень занести до таблиці за формою таблиці 4.2.

5 Не змінюючи напругу на колійному трансформаторі, повторити виміри для значень опорів ізоляції: 2,5; 5; 10; 20 та ∞ Ом \times км. Дані вимірів і обчислень занести в таблицю за формою таблиці 4.2.

6 Вимкнути лабораторну установку.

7 Побудувати залежності $U_p = f(R_i)$ і $\beta_p = f(R_i)$, проаналізувати їх та надати письмово **висновки** про характер впливу зміни опору ізоляції на роботу колійного приймача в нормальному режимі.

Таблиця 4.2

R_i , Ом \times км	U_p , В	α_p , град	β_p , град	Положення сектора
0,9				
2,5				
5				
10				
20				
∞				

4.3.3 Дослідження РК у шунтовому режимі

1 В РК довжиною 1250 м встановити питомий опір ізоляції R_i значенням 0,9 Ом \times км.

2 Ввимкнути C_0 значенням 12 мкФ.

3 Ввимкнути лабораторну установку та встановити на колійній обмотці значення напруги надійного спрацювання 14 В.

4 Встановити R_i значенням ∞ Ом \times км і перевірити шунтову чутливість на живильному й релейному кінцях РК. Для цього необхідно по черзі на обох кінцях рейкової лінії накласти нормативний шунт $R_{шн}$, виміряти залишкову напругу $U_{ршж}$ та $U_{ршр}$ на колійній обмотці колійного реле за вольтметром U_p , а також фазовий зсув між цією напругою й напругою місцевого

елемента U_{ME} й визначити кути розладу $\beta_{РШЖ}$ й $\beta_{РШР}$. Дані вимірів і обчислень занести до таблиці за формою таблиці 4.3.

5 Відзначити положення сектора колійного реле зашунтованого РК і розрахувати коефіцієнти шунтової чутливості, користуючись співвідношеннями:

$$K_{ШЖ} = \frac{U_{РВ}}{U'_{РШЖ}}, \quad K_{ШР} = \frac{U_{РВ}}{U'_{РШР}},$$

де $U_{РВ}$ – напруга відпускання реле ДСШ-12 (паспортне значення 6,3 В);

$U'_{РШЖ} = U_{РШЖ} \times \cos(\beta_{РШЖ})$ та $U'_{РШР} = U_{РШР} \times \cos(\beta_{РШР})$ – приведені залишкові напруги на колійній обмотці колійного реле з урахуванням кутів розладу.

6 Вимкнути лабораторну установку.

7 Провести аналіз роботи РК у шунтовому режимі та у **висновках** письмово визначити вплив на критерії оцінки роботи РК у шунтовому режимі кута розладу колійного приймача.

Таблиця 4.3

Шунт на живильному кінці				Шунт на релейному кінці			
$U_{РШЖ}$, В	$\beta_{РШЖ}$, град	$K_{ШЖ}$	Положен- ня сектора	$U_{РШР}$, В	$\beta_{РШР}$, град	$K_{ШР}$	Положен- ня сектора

Лабораторна робота 5. Дослідження рейкового кола змінного струму частотою 25 Гц з фазочутливим колійним приймачем типу ДСШ-13 та ДСШ-16

Мета лабораторної роботи: Вивчення будови та аналіз основних характеристик станційного двониткового РК змінного струму частотою 25 Гц з ФЧП типу ДСШ-13 шляхом його дослідження та порівняння з аналогічним РК з ДСШ-16.

5.1 Опис робочого місця

Виконання роботи проводиться на лабораторній установці, у яку входять:

1 Штучна рейкова лінія, що складається із чотирьох “Т”-подібних ланок еквівалентної лінії по дві довжиною 250 м та 500 м зі змінним питомим опором ізоляції: 0,5; 1; 2,5; 20 та ∞ Ом \times км (рисунок А).

2 Два дросель-трансформатори типу ДТ-1-150.

3 Колійний (КТ) та ізолюючий (ІТ) трансформатори типу ПРТ-А.

4 Блок для двофазового живлення РК, що складається з двох перетворювачів частоти ПЧ-50/25-150 та двох реле ДСШ-13 прямої та зворотної фази (рисунок 5.1).

5 Резистори: колійний R_K з опором 2,2 Ом, релейний R_P з опором 1,1 Ом для схеми з ДСШ-16.

6 Захисний блок (ЗБ) типу ЗБ-ДСШ.

7 Колійні приймачі – реле типу ДСШ-13 (К1) та ДСШ-16 (К2).

8 Нормативний шунт $R_{ШН}$ з опором 0,06 Ом.

9 Лабораторний автотрансформатор ЛАТР-2.

10 Тумблер Т для перемикання зі схеми з ДСШ-13 на схему з ДСШ-16.

11 Амперметр змінного струму для вимірювання струму колійного трансформатора $I_{КТр}$ (межі вимірювання: 0 ÷ 6 А).

12 Вольтметр змінного струму для вимірювання напруги на колійному трансформаторі $U_{КТр}$ (межі вимірювання: 0 ÷ 30 В).

13 Амперметр змінного струму для вимірювання струму в колійній обмотці колійного реле (колійного приймача КП) I_P (межі вимірювання: 0 ÷ 0,3 А).

14 Вольтметр змінного струму для вимірювання напруги на колійній обмотці колійного реле U_P (межі вимірювання: $0 \div 200$ В).

15 Фазометр для вимірювання фазових співвідношень у колійному реле.

Для порівняльного аналізу схеми станційних двониткових РК змінного струму частотою 25 Гц для ділянок з електротягою змінного струму з ФЧП типу ДСШ-13 та ДСШ-16 наведені відповідно на рисунках 5.2 та 5.3. Схема відповідної лабораторної установки наведена на рисунку 5.4.

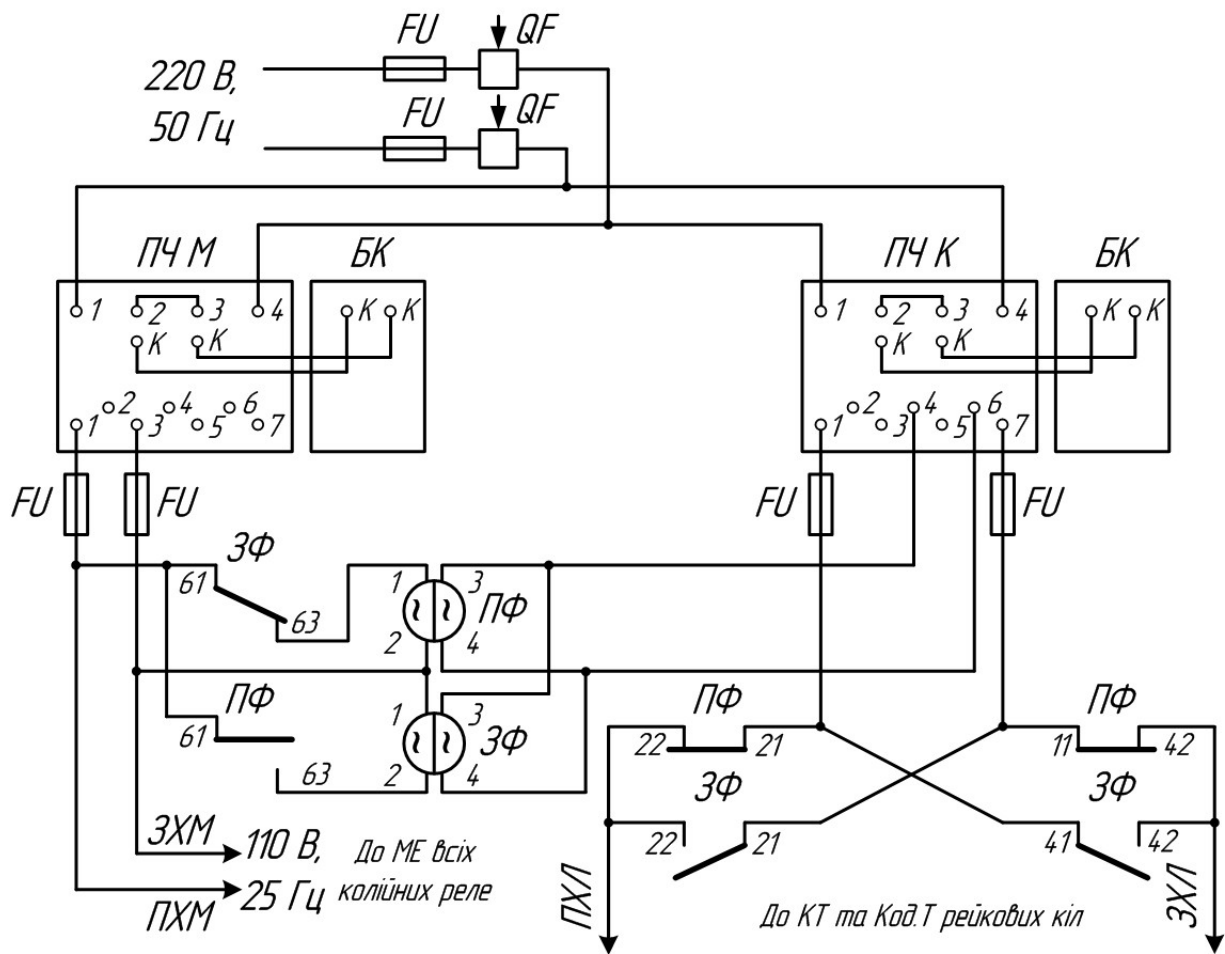


Рисунок 5.1

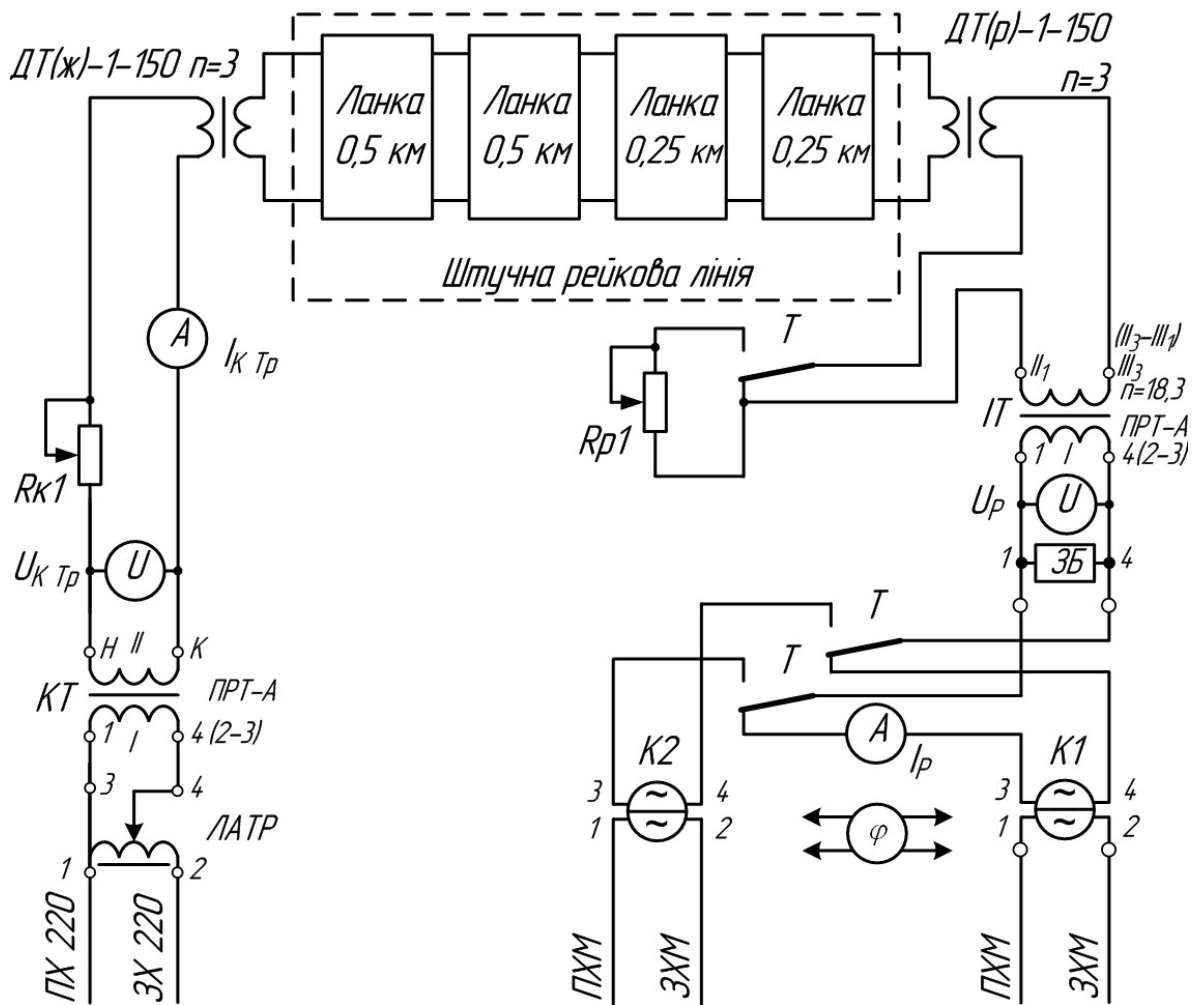


Рисунок 5.4

5.2 Питання на допуск до відпрацювання

1 Нормальний режим.

1.1 Чим характеризується нормальний режим?

1.2 Який алгоритм настройки РК з ФЧП ДСШ-13?

1.3 Яка мета та алгоритм дослідження РК з ФЧП ДСШ-13 у нормальному режимі?

2 Шунтовий режим.

2.1 Чим характеризується шунтовий режим?

2.2 Яка мета та алгоритм дослідження РК з ФЧП ДСШ-13 у шунтовому режимі?

3 Які особливості живлення РК з ФЧП ДСШ-13?

4 Навіщо на релейному кінці РК з ФЧП ДСШ-13(16) встановлюється додатковий ізолюючий трансформатор ПРТ-А?

- 5 Які переваги рейкових кіл із сигнальним струмом 25Гц?
- 6 Яке призначення R_K ?
- 7 Яке призначення захисного блока ЗБ-ДСШ?

5.3 Методика виконання роботи

В процесах підготовки, виконання та для вироблення висновків щодо даної ЛР варто скористатися матеріалами [3, 4, 6, 8, 9, 14].

5.3.1 Дослідження впливу зміни опору ізоляції на значення напруги та фазові співвідношення на колійному приймачі в нормальному режимі

1 Встановити довжину рейкової лінії 1000 м з мінімальним питомим опором ізоляції $R_i - 1 \text{ Ом} \times \text{км}$.

2 Ввімкнути лабораторну установку та за допомогою ЛАТР встановити на колійній обмотці колійного реле ДСШ-13 напругу надійного спрацювання 15 В.

3 Виміряти напругу $U_{K \text{ тр}}$ і струм $I_{K \text{ тр}}$ живильного трансформатора, а також напругу на колійній обмотці колійного реле U_P і фазові співвідношення в ньому.

4 Вимкнути лабораторну установку, вийняти зі штепсельної колодки блок ЗБ-ДСШ, ввімкнути лабораторну установку та звернути увагу на положення сектора колійного реле. Результати спостереження і аналіз на його основі письмово внести у **висновки** до лабораторної роботи.

5 Вимкнути лабораторну установку, вставити блок ЗБ-ДСШ до штепсельної колодки та ввімкнути лабораторну установку.

6 Не змінюючи довжини рейкової лінії і значення живильної напруги на трансформаторі КТ, виконати виміри $U_{K \text{ тр}}$, $I_{K \text{ тр}}$, U_P при R_i зі значеннями 0,5; 2,5; 5; 20 та $\infty \text{ Ом} \times \text{км}$. Дані вимірів занести до таблиці за формою таблиці 5.1.

7 Вимкнути лабораторну установку.

Таблиця 5.1

$R_i,$ Ом×км	$U_{к\text{тр.}},$ В	$I_{к\text{тр.}},$ А	$S,$ ВА	$U_p,$ В	$\alpha_p,$ град	$\beta_p,$ град
0,5						
1,0						
2,5						
5,0						
20						
∞						

8 За отриманими даними визначити уявну потужність нормального режиму S , а також обчислити кут розладу, виходячи з виразу:

$$\beta_p = \alpha_p - \alpha_l,$$

де α_p – кут фазових співвідношень у колійному реле між векторами напруг колійної і місцевої обмоток;

α_l – ідеальний кут між векторами цих напруг при двофазній системі живлення, що дорівнює 90° .

9 Побудувати графіки залежностей: $I_{к\text{тр.}} = f(R_i)$, $S = f(R_i)$, $U_p = f(R_i)$, $\beta_p = f(R_i)$ та надати письмово:

– **висновки** про характер впливу зміни опору ізоляції на роботу колійного приймача в нормальному режимі;

– **пояснення** щодо низького коефіцієнта трансформації дросель-трансформатора ДТ-1-150.

10 Повторити вимірювання відповідно до пп. 1–3 при незмінному R_i значенням 1 Ом×км і довжині рейкової лінії РК зі значеннями 750, 500 та 250 м. Дані вимірів занести в таблицю за формою таблиці 5.2.

11 Вимкнути лабораторну установку.

12 За отриманими даними обчислити S та β_p , побудувати графіки залежностей: $U_{к\text{тр.}} = f(L_{рлрк})$, $I_{к\text{тр.}} = f(L_{рлрк})$, $S = f(L_{рлрк})$, $\beta_p = f(L_{рлрк})$ та надати письмово **висновки** за результатами досліджень.

Таблиця 5.2

L, м	$U_{K \text{ Тр.}}$, В	$I_{K \text{ Тр.}}$, А	S, ВА	U_p , В	φ_p , град	β_p , град
1000						
750						
500						
250						

5.3.2 Дослідження та порівняльний аналіз рейкових кіл з колійними реле ДСШ-13 та ДСШ-16 у шунтовому режимі

1 Перемкнути тумблер Т у положення “ДСШ-13”. Встановити довжину рейкової лінії РК 1000 м, R_i зі значенням 0,5 Ом×км.

2 Ввімкнути лабораторну установку та за допомогою ЛАТР встановити на колійній обмотці колійного реле ДСШ-13 значення напруги надійного спрацювання 15 В.

3 Встановити R_i значенням ∞ Ом×км.

4 Виміряти напругу перевантаження $U_{p\infty}$ за вольтметром U_p .

5 Накласти нормативний шунт $R_{\text{ШН}}$ на живильний кінець та виміряти залишкову напругу на колійній обмотці колійного реле $U_{\text{РШЖ}}$ за вольтметром U_p , а також фазовий зсув між напругами колійної та місцевої обмоток $\varphi_{\text{РШЖ}}$ й визначити кути розладу $\beta_{\text{РШЖ}}$. Дані вимірів і обчислень занести до таблиці за формою таблиці 5.3.

6 Накласти нормативний шунт $R_{\text{ШН}}$ на релейний кінець та виміряти залишкову напругу на колійній обмотці колійного реле $U_{\text{РШР}}$ за вольтметром U_p , а також фазовий зсув між напругами колійної та місцевої обмоток $\varphi_{\text{РШР}}$ й визначити кути розладу $\beta_{\text{РШР}}$. Дані вимірів і обчислень занести до таблиці за формою таблиці 5.3.

7 Повторити дослідження відповідно до пп. 1–6 при незмінній довжині рейкової лінії РК для R_i зі значеннями 1; 2,5; 5; 20 та ∞ Ом×км.

Таблиця 5.3

$R_{i \text{ Мин.}}$ Ом×кМ	U_P , В	$U_{P\infty}$, В	$U_{PШЖ}$, В	$\varphi_{PШЖ}$, град	$\beta_{PШЖ}$, град	$K_{ШЖ}$	$U_{PШР}$, В	$\varphi_{PШР}$, град	$\beta_{PШР}$, град	$K_{ШР}$
0,5										
1,0										
2,5										
5,0										
20										
∞										

8 Вимкнути лабораторну установку.

9 Визначити коефіцієнти шунтової чутливості $K_{Ш}$, користуючись співвідношеннями:

$$K_{ШЖ} = \frac{U_{PB}}{U'_{PШЖ}},$$

$$K_{ШР} = \frac{U_{PB}}{U'_{PШР}},$$

де U_{PB} – напруга відпускання реле ДСШ-13 (паспортне значення 7 В);

$U'_{PШЖ} = U_{PШЖ} \times \cos(\beta_{PШЖ})$ та $U'_{PШР} = U_{PШР} \times \cos(\beta_{PШР})$ – приведені залишкові напруги на колійному реле з урахуванням кутів розладу.

10 Побудувати залежності: $U_{P\infty} = f(R_{i \text{ Мин.}})$, $K_{ШЖ} = f(R_{i \text{ Мин.}})$, $K_{ШР} = f(R_{i \text{ Мин.}})$ та у **висновках** з лабораторної роботи письмово пояснити їхній характер.

11 Перемкнути тумблер Т у положення “ДСШ-16” та виконати пп. 1–10, враховуючи, що напруга надійного спрацювання реле ДСШ-16 становить 15,5 В, а напруга відпускання – 9 В. У ході роботи виконання заповнити таблицю за формою таблиці 5.4.

12 Порівняти залежності $K_{ШЖ}$ та $K_{ШР}$ для РК з колійними реле ДСШ-13 та реле ДСШ-16, у звіті до лабораторної роботи зробити відповідні письмові **висновки**.

Таблица 5.4

R_i Мин., Ом×км	U_p , В	$U_{p\infty}$, В	$U_{pшж}$, В	$\varphi_{pшж}$, град	$\beta_{pшж}$, град	$K_{шж}$	$U_{pшр}$, В	$\varphi_{pшр}$, град	$\beta_{pшр}$, град	$K_{шр}$
0,5										
1,0										
2,5										
5,0										
20										
∞										

Список літератури

1 Сороко В.И., Розумовский Б.А. Аппаратура железнодорожной автоматики и телемеханики: В 2 т. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1981.

2 Архипов Е.В., Гуревич В.Н. Справочник электромонтера. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1999. – 351 с.

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

4 Дмитриев В.С. Основы железнодорожной автоматики и телемеханики. – М.: Транспорт, 1982. – 269 с.

5 Дмитренко И.Е., Сапожников В.В., Дьяков Д.В. Измерения и диагностирование в системах железнодорожной автоматики, телемеханики и связи / Под ред. И.Е. Дмитренко. – М.: Транспорт, 1994. – 263 с.

6 Брылеев А.М., Кравцов Ю.А., Шишляков А.В. Теория, устройство и работа рельсовых цепей. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1978. – 344 с.

7 Котляренко Н.Ф. Электрические рельсовые цепи. – М.: Транспорт, 1970. – 256 с.

8 Аркатов В.С., Котляренко Н.Ф., Баженов А.И., Лебедева Т.Л. Рельсовые цепи магистральных железных дорог: Справочник. – М.: Транспорт, 1982. – 360 с.

9 Котляренко Н.Ф. и др. Путевая блокировка и авторегулировка. – М.: Транспорт, 1983. – 408 с.

10 Михайлов А.Ф., Частоедов Л.А. Электропитающие устройства и линейные сооружения автоматики, телемеханики и связи железнодорожного транспорта. – М.: Транспорт, 1987. – 394 с.

11 Тюрморезов В.Е. Источники электропитания устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. – М.: Транспорт, 1972. – 260 с.

12 Пристрої сигналізації, централізації та блокування. Технологія обслуговування. Міністерство транспорту та зв'язку України. Державна адміністрація залізничного транспорту України. Головне управління автоматики, телемеханіки та зв'язку. – К.: ТОВ “Видавничий дім САМ”, 2006. – 461 с.

13 Інструкція з технічного обслуговування пристроїв сигналізації, централізації та блокування (СЦБ). ЦШЕОТ–0012. – К.: 1998. – 72 с.

14 Талыков А.А., Разгонов А.П. Фазочувствительные рельсовые цепи 25Гц. – М.: Транспорт, 1972. – 96 с.

Додаток А (довідковий)

Питання на поточні модульні тестування з дисципліни

Поточне тестування №1

1 Для чого призначений колійний датчик? Як класифікуються колійні датчики?

2 Дати визначення РК, його структури. Які існують режими роботи РК? З чого складається рейкова лінія?

3 Які існують види впливів на РК і що до них належить?

4 Які існують основні види класичних РК?

5 Як класифікується апаратура класичних РК?

6 Яке призначення дросель-трансформаторів?

7 Яка конструкція та основні параметри дросель-трансформаторів?

8 Чим характеризується нормальний режим? Які найгірші умови нормального режиму? Який критерій роботи нормального режиму?

9 Чим характеризується шунтовий режим? Які найгірші умови шунтового режиму? Які критерії роботи шунтового режиму?

10 Чим характеризується контрольний режим? Які найгірші умови контрольного режиму? Який критерій роботи контрольного режиму?

Поточне тестування №2

1 Як визначаються дискретні характеристики колійного приймача?

2 Що належить до первинних параметрів РЛ? Як вони визначаються?

3 Що належить до вторинних параметрів РЛ? Як вони визначаються?

4 Що належить до третинних параметрів РЛ? Як вони визначаються? Які рівняння чотирьохполюсника рейкової лінії?

5 Яке призначення загальної та основної схеми заміщення?

6 Як співвідносяться коефіцієнти шунтової чутливості при безперервному живленні (БЖ) та імпульсному (ІЖ)?

7 Яка природа електрохімічного ефекту в ІРК? Які існують методи боротьби з електрохімічним ефектом?

8 Які переваги рейкових кіл з фазочутливим приймачем?

9 Яка галузь застосування кодового РК, її переваги та недоліки?

10 Як реалізується в кодовому РК 50 Гц безпосередній зв'язок нормального режиму і режиму АЛС?

Поточне тестування №3

1 Які існують джерела завад і які їх характеристики? Які існують методи захисту від завад?

2 Які існують способи підвищення працездатності РК? Які загальні перспективи розвитку колійних датчиків на залізничному транспорті?

3 Для чого призначений точковий колійний датчик (ТКД)?

4 Як використовуються інформація від ТКД у системі інтервального регулювання рухом поїздів (СІРРП) магістрального транспорту? Які переваги ТКД у порівнянні з РК? Які загальні недоліки ТКД у порівнянні з РК?

5 Яка класифікація ТКД?

6 Який принцип дії датчика ПБМ-56?

7 Який принцип дії датчика ДП50-80?

8 Який принцип дії датчика ДЕ-96?

9 Який принцип дії фотоелектричного пристрою (датчика)?

10 Який принцип дії радіотехнічного датчика?

Поточне тестування № 4

1 Які критерії вибору класичного і тонального РК?

2 Який принцип складання схеми заміщення для нормального режиму? Схеми заміщення для шунтового, контрольного, АЛС та КЗ режимів.

3 Як розраховується робочий стан та стан перевантаження для нормального режиму РК?

4 Який загальний алгоритм розрахунку шунтового та контрольного режимів?

5 Як впливає опір ізоляції на нормальний, шунтовий та контрольний режими роботи РК?

6 Які спостерігаються протиріччя в режимах роботи РК. (Як впливають опори по кінцях рейкової лінії на режими роботи РК?)

7 Яке призначення ГК та ФК у ТРК, його функціональна структура, органи налаштування та принцип дії?

8 Яке призначення КП у ТРК, його функціональна структура та принцип дії?

9 Які особливості розрахунку безстикових ТРК?

10 Що таке зона додаткового шунтування в ТРК і які фактори впливають на її довжину?

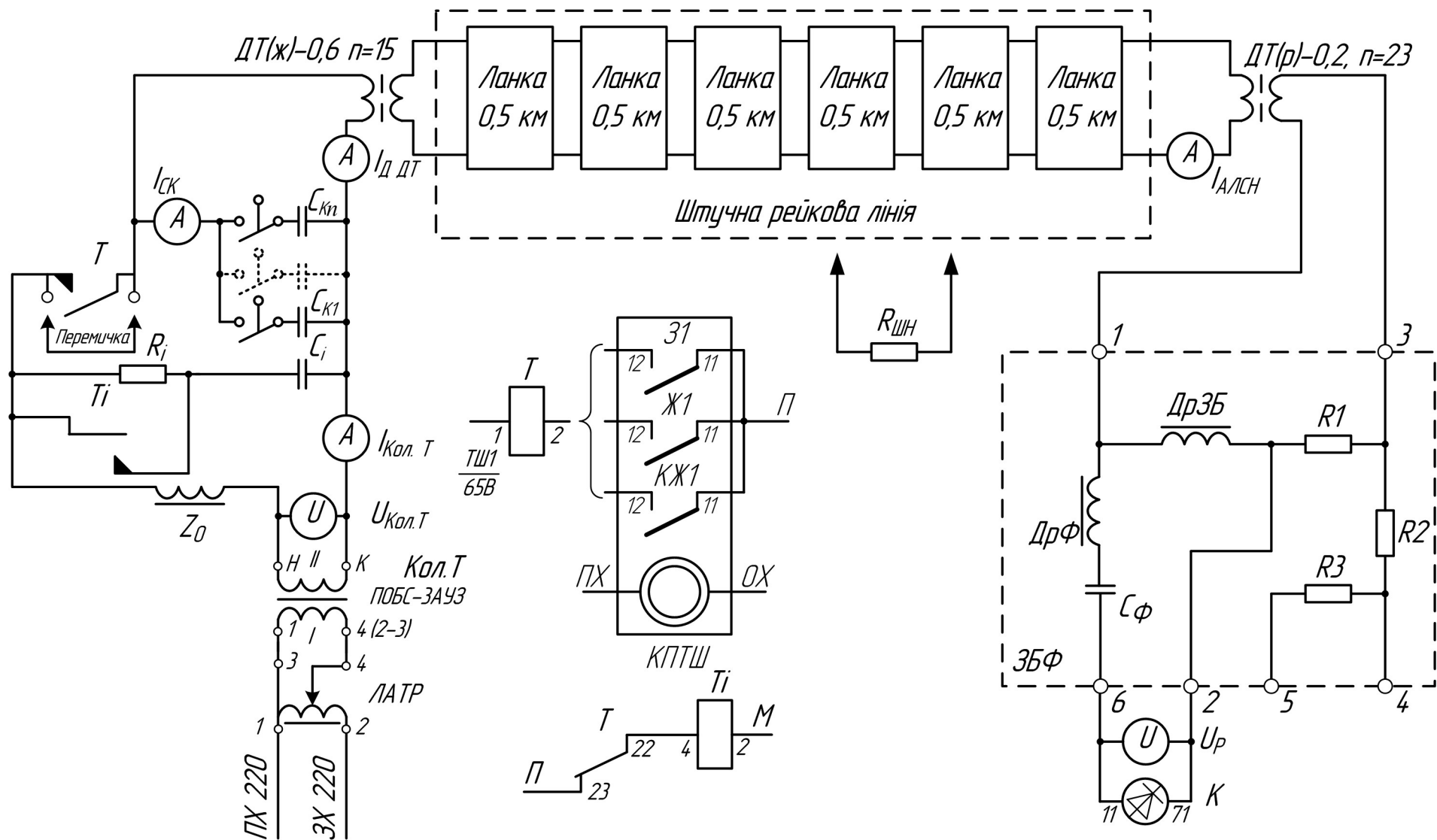


Рисунок 3.2

