

Міністерство освіти і науки України  
Державний вищий навчальний заклад  
«Національний гірничий університет»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ВИКОНАННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ  
ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ РЗ – 3  
«Дослідження роботи вимірювальних  
перетворювачів синусоїдального струму»  
З дисципліни «Основи релейного захисту та автоматики»  
для студентів напрямку підготовки 6.050701 «Електротехніка та  
електротехнології»

Дніпропетровськ  
2013



Міністерство освіти і науки України  
Державний вищий навчальний заклад  
«Національний гірничий університет»

Кафедра систем електропостачання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ВИКОНАННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ  
ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ РЗ – 3  
«Дослідження роботи вимірювальних  
перетворювачів синусоїдального струму»  
З дисципліни «Основи релейного захисту та автоматики»  
для студентів напрямку підготовки 6.050701 «Електротехніка та  
електротехнології»

Дніпропетровськ  
2013

Методичні вказівки до лабораторної роботи РЗ – 3 «Дослідження роботи вимірювальних перетворювачів синусоїдального струму» З дисципліни «Основи релейного захисту та автоматики» для студентів напрямку підготовки 6.050701 «Електротехніка та електротехнології»

/ Упорядн.: В. Д. Трифонов, О.Р. Ковальов , Д. В. Трифонов,– Дніпропетровськ: ДВНЗ НГУ, кафедра СЕП 2013. – 8 с.

Упорядники:      В. Д. Трифонов, професор  
                          О.Р. Ковальов ст. викл.  
                          Д. В. Трифонов, доцент

**Мета роботи:** способи перевірки трансформаторів струму в пристроях релейного захисту та автоматики, вивчення схем з'єднань трансформаторів струму та реле; аналіз струмів розподілу в струмових колах для різних з'єднань трансформаторів струму та реле при різноманітних видах КЗ.

## ТЕОРЕТИЧНІ ДАНІ

Безперебійна робота пристроїв релейного захисту та автоматики в умовах експлуатації може бути забезпечена тільки при наявності справних трансформаторів струму, які мають відповідні характеристики. Тому при перевірці окремих реле потрібно перевіряти і трансформатори струму, до яких ці реле приєднані. Один із пунктів перевірки трансформаторів струму – зняття вольт-амперної характеристики.

Вольт-амперна характеристика трансформатора (характеристика намагнічування) – це залежність напруги на вторинній обмотці  $U_2$  від струму

намагнічування при розімкненому колі первинної обмотки, тобто (рис. 1).

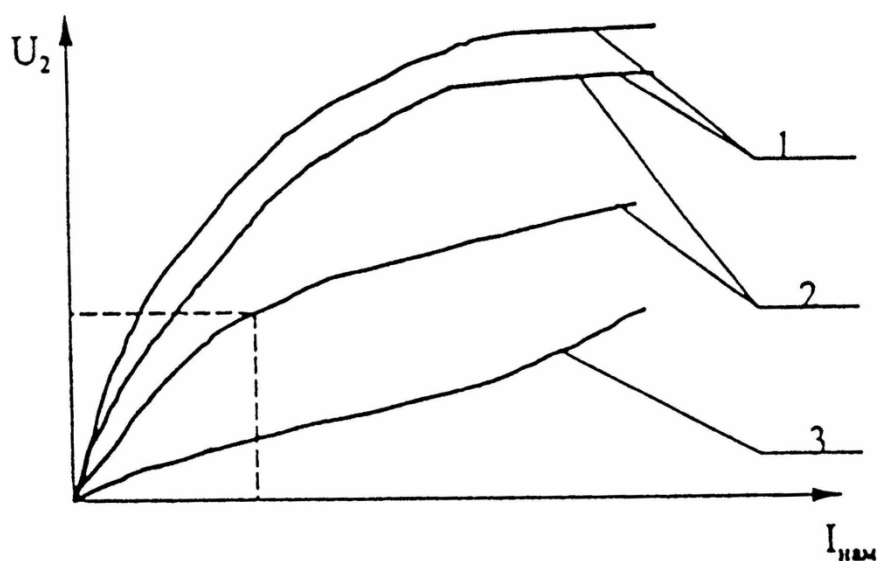


Рис. 1. Вольт-амперні характеристики трансформаторів струму:

1, 2, 3 – відповідно однотипні, різнотипні та із замороченими витками

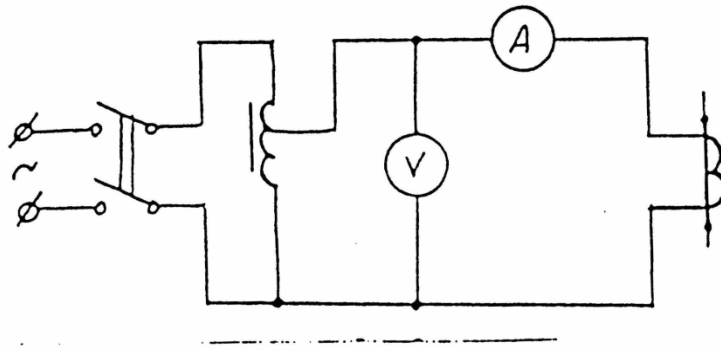


Рис. 2. Схема дослідження трансформаторів струму

Вольт-амперні характеристики потрібно знімати (рис. 2) за робочим коефіцієнтом трансформації до величини струму

(1)

$K_{10}$

де  $K_{10}$  - гранична кратність при фактичному вторинному навантаженні трансформатора струму ( може бути найдена по кривим граничних кратностей).

На рис. 3 приведені найбільш поширені схеми з'єднань вторинних обмоток ТА.

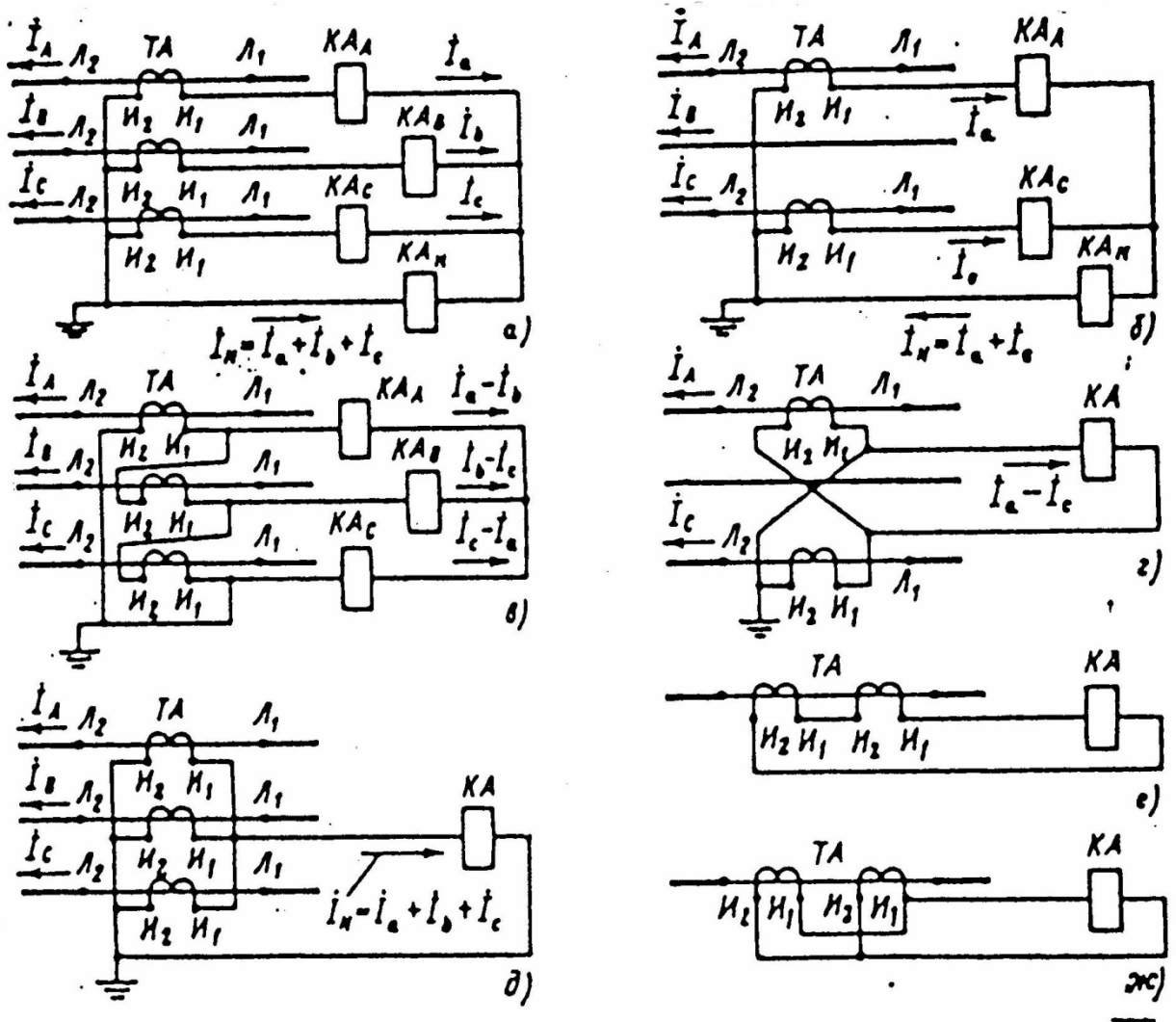


Рис. 3. Схеми з'єднання трансформаторів струму

На рис. 3,а показана схема з'єднання ТА і реле струму КА в зірку. В кожній фазі встановлені трансформатори та реле. У нульовому провіднику в нормальному режимі через реле КАН протікає струм небалансу, обумовлений похибкою та різницею вольт-амперних характеристик трансформаторів струму. При обриві нульового провідника в обмотках реле протікають незначні й недостатні для спрацювання реле струми, оскільки вони замикаються через обмотки трансформаторів, опір яких небагато більший, ніж опір обмоток реле. Тому експлуатація такої схеми без нульового провідника недопустима. Реле КАН приєднано на струм нульової послідовності й використовується як вимірний орган захисту від коротких замикань на землю.

На рис. 3,б показана схема з'єднання трансформаторів струму в неповну зірку. Така схема нечутлива до однофазних КЗ на землю в фазі В, оскільки в цій фазі відсутній трансформатор струму. Тому вона застосовується лише для захистів від між фазних КЗ, особливо в мережах з ізольованою нейтраллю. В нульовому



провіднику, навіть у нормальному режимі, протікає геометрична сума фазних струмів  $I_a$  та  $I_c$ . Експлуатація даної схеми без нульового провідника, як і в попередньому випадку, недопустима. Без реле КА<sub>н</sub> є неоднаковою до різних видів КЗ ( до КЗ між фазами А та С чутливість схеми в два рази вища, ніж до КЗ між фазами А та В чи В та С). Ось чому для покращення чутливості схеми в нульовий провідник підключається реле КА<sub>н</sub>. Коефіцієнт цієї та попередньої схеми .

$K_{ск}$

Коефіцієнт схеми - це відношення струму в реле до вторинного струму трансформатора в систематичному режимі.

На рис. 3,г показана схема приєднання КА на різницю струмів двох фаз  $I_a - I_c$ . Вона використовується для захисту від між фазних КЗ в одно релейному виконанні. Чутливість схеми при різноманітних КЗ є різною. Коефіцієнт цієї

схеми ; на рис. 3,в приведена схема з'єднань трансформаторів струму в трикутник. Така схема застосовується до виконання поздовжньо-диференціального захисту силових трансформаторів, коли необхідно компенсувати зсув однойменних фаз струмів силового трансформатора при

з'єднанні його обмоток зірка-трикутник. Коефіцієнт цієї схеми ; на рис.3,д схема з'єднань трансформаторів струму в фільтр струму нульової послідовності. По реле КА буде протікати струм, пропорційний струмові нульової послідовності, та невеликий струм небалансу  $\delta I$  тобто

$$I_p = 3I_0 + \delta I = I_a + I_b + I_c + \delta I .$$

Для зменшення струмів навантаження трансформаторів струму застосовують схеми з послідовним з'єднанням двох трансформаторів струму (рис. 3,е). При цьому навантаження кожного трансформатора струму можна збільшувати в два рази, тому що ЕРС вторинних обмоток додаються.

Для отримання нестандартних коефіцієнтів трансформації використовують паралельне з'єднання трансформаторів струму (рис. 3,ж). Слід пам'ятати, що при такому з'єднанні в два рази зменшується коефіцієнт трансформації

$$K_I$$

трансформатора струму, а навантаження на кожній з них збільшується в два рази. Така схема з'єднань зустрічається рідко.

## ПЛАН РОБОТИ

1. Ознайомитися з пристроєм (рис. 2) для зняття вольт-амперних характеристик трансформаторів струму; записати паспортні данні кожного трансформатора.
2. Зняти вольт-амперну характеристику для двох стержнів трансформатора. Результати вимірів (10-12 точок) занести до табл.1.

Таблиця 1

Вторинна напруга $U_2, В$	
Струм намагнічування, А	

За даними табл.1 побудувати криві  $U_2 = f(I_{нам})$ .

*Примітка.* Перед зняттям вольт-амперної характеристики трансформатора його потрібно розмагнітити плавним підняттям та зниженням напруги до нуля (3-4 рази); після зняття характеристики трансформатор також потребує розмагнічування.

3. Порівняти отримані характеристики із заводськими (або знятими раніше), зробити висновки про однотипність трансформаторів струму.
4. За відомим навантаженням на вторинну обмотку  $Z_H$  визначити похибки трансформатора струму до обмоток різного класу.

5. Зібрати дві задані викладачем схеми з'єднань вторинних обмоток трансформаторів струму, приєднаних до високої та низької сторін силового трансформатора Т ( рис. 4).

*УВАГА! Не допускається вмикати схему в мережу при наявності розімкнутих вторинних обмоток трансформатора струму. Якщо в даній схемі вони не використовуються, то їх вторинні обмотки необхідно замкнути накоротко та заземлити.*

6. Для всіх видів КЗ на низькій стороні силового трансформатора: визначити струморозподіл у заданих схемах. При цьому необхідно виміряти струми на високій та низькій сторонах силового трансформатора, струми в реле. Результати вимірів занести до табл. 2. Імітація різних видів КЗ виконується вимикачами SF<sub>1</sub>-SF<sub>3</sub> (рис. 4).

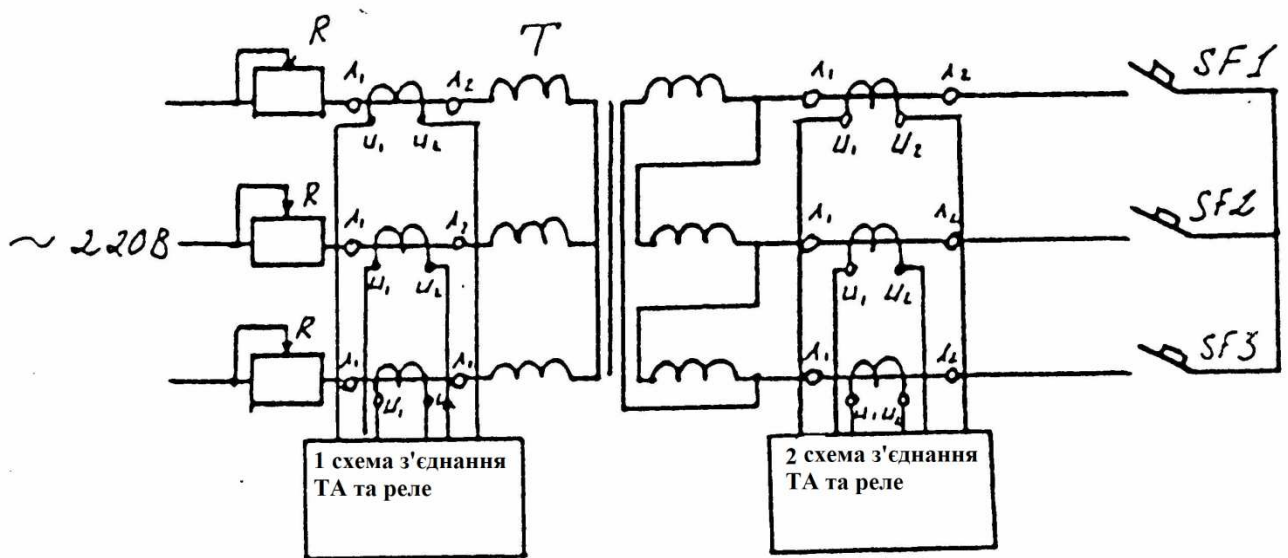


Рис.4. Схема для проведення дослідів

Таблица 2

Вид КЗ	Висока сторона трансформатора Т			Низька сторона трансформатора Т			Струми в реле до схеми 1			Струми в реле до схеми 2		
	I φ	I φ	I φ	I φ	I φ	I φ	I φ	I φ	I φ	I φ	I φ	I φ
	A	B	C	CA	AB	BC	pa	pb	pc	pa	pb	pc
3 <sup>x</sup> φ												
2 <sup>x</sup> φ.АВ												

2 <sup>x</sup> ф.ВС												
2 <sup>x</sup> ф.АС												

*Примітка.* Вимірювання здійснювати приладом ВАФ-85-М1. При вимірюванні струму за величиною тумблера на лицевій панелі приладу необхідно перемкнути в положення “величина”, перемикач границі вимірювання встановити в положення 10 А ( при необхідності перемкнути в положення 5А). Струмовимірювальними кліщами охопити провідник, струм в якому ми хочемо виміряти, напрям струму узгодити з зіркою на корпусі кліщів. Для вимірювання фази струму до приладу необхідно підвести симетричну трифазну напругу 220 В від незалежного джерела живлення, а тумблер на передній панелі приладу перемкнути в положення “фаза”. Для фіксації фази струму необхідно, обертаючи вручну лімб, встановити стрілку приладу на 0. При цьому напрямком руху стрілки до нуля повинен співпадати з напрямком руху лімба. Після встановлення стрілки на 0 напроти білої риски прочитати з лімба значення фази вимірюваного струму. Якщо значення фази лежить в секторі з позначкою “С”, то його необхідно брати зі знаком “-”, якщо з позначкою “L”, то – зі знаком “+”.

7. За результатами вимірювань побудувати векторні діаграми вторинних струмів у досліджуваній схемі при всіх видах КЗ та визначити коефіцієнт схеми.

### ЗМІСТ РОБОТИ

- Назва, мета, та план роботи.
- Схеми з’єднань вторинних обмоток трансформаторів струму та реле.
- Таблиці для запису результатів досліджень.
- Необхідні розрахунки та висновки відносно доцільності використання розглянутих схем.

### КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. З якою метою заземлюються вторинні кола трансформаторів струму?
2. Для чого трансформатори струму з’єднуються паралельно та послідовно?
3. Для чого необхідно криві граничної кратності  $K_{10}=f(Z_H)$ ?

4. Яким чином при допомозі трьох трансформаторів струму можна створити фільтр струму нульової послідовності?
5. Призначення нульового провідника в схемах повної та неповної зірки.
6. В якому режимі працюють трансформатори струму ?
7. Що таке коефіцієнт схеми?
8. Чому не можна розмикати вторинну обмотку трансформатора струму під навантаженням?
9. Для чого знімають вольт-амперні характеристики трансформаторів струму?

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Чернобровов Н.В. Релейная защита. – М.:Энергия, 1971. – 615с.
2. Барзам А.Б., Пояркова Т.М. Лабораторные работы по релейной защите и автоматике. – М.:Энергоатомиздат, 1984. – 253с.

#### Упорядники:

В. Д. Трифонов, профессор  
О.Р. Ковальов ст. викл.  
Д. В. Трифонов, доцент

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ВИКОНАННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ  
ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ РЗ – 3  
«Дослідження роботи вимірювальних  
перетворювачів синусоїдального струму»  
З дисципліни «Основи релейного захисту та автоматики»

для студентів напрямку підготовки 6.050701 «Електротехніка та електротехнології»

Друкується в редакції укладача

Підписано до друку 01.03.09. Формат 30 x 42/4.  
Папір Rollux. Ризографія. Умовн. друк. арк 1,2.  
Обліково-видавн. арк 1,2. Тираж 30 прим. Зам. №

Безкоштовно

Кафедра систем електропостачання

ДВУГ НГУ  
49027, м. Дніпропетровськ -27, просп. К. Маркса, 19.