

## Практична робота № 4

Тема: Розрахунок уставок реле РЗА у вторинні величини з урахуванням коефіцієнтів трансформації трансформаторів струму, напруги та схеми приєднання реле.

Мета: навчитися розраховувати уставки реле РЗА у вторинні величини з урахуванням коефіцієнтів трансформації трансформаторів струму, напруги та схеми приєднання реле.

### Теоретичні відомості

Застосування мікропроцесорних терміналів релейної захисту та автоматики внесло свої особливості до розрахунку уставок. У класичній теорії вимірюванні струми наводяться до вторинні величини. Це означає, що з розрахунку уставок захисту використовуються струми, які безпосередньо потрапляють у реле захисту.

#### 3.9. Перевірка тимчасових характеристик пристроїв РЗА у повній схемі

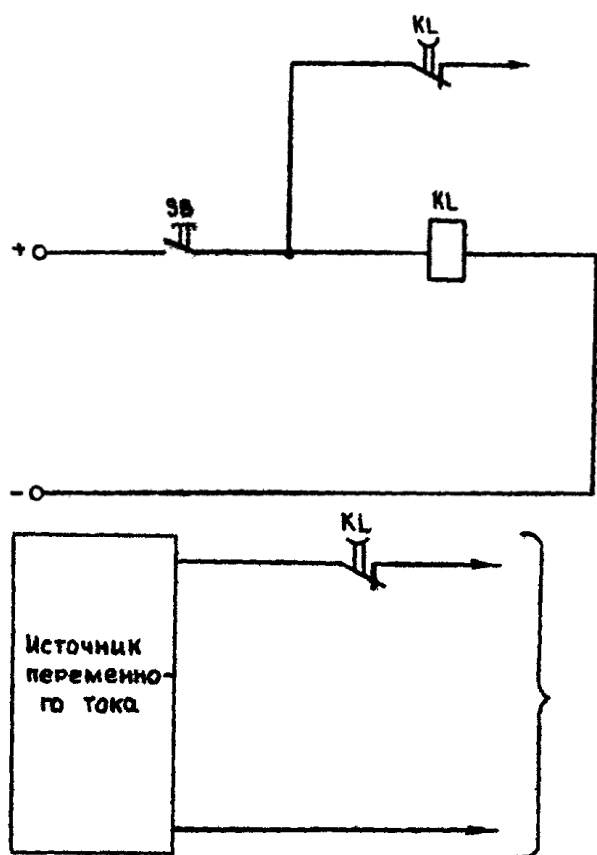
3.9.1. Тимчасові характеристики пристрою РЗА визначаються шляхом вимірювання часу дії пристрою по каналах спрацьовування окремих функціональних вузлів (окремих видів та ступенів захисту, пристроїв, блокувань та ін.), що входять до складу пристрою, при їх взаємодії між собою при подачі на вхід пристрою аварійних або пускових параметрів режиму (струму, напруги, замикання (розмикання) контактів інших пристроїв, що впливають на вхід пристрою РЗА та ін.).

3.9.2. Слід вимірювати повний час дії пристроїв згідно з п.3.6.14.

3.9.3. Перевірку тимчасових характеристик слід проводити від стороннього джерела струму та напруги при повністю зібраних ланцюгах пристроїв, закритих кожухах реле, встановлених та зафіксованих модулях, при відключених кабельних зв'язках, при номінальній оперативній напрузі.

Для цього зручно використовувати комплектний пристрій У5053 (ЕУ5001). Залежно від вимірюваного інтервалу часу слід користуватися вбудованим у пристрій електросекундоміром або виносним мілісекундоміром.

До ланцюгів  
пуску ОАПВ



У струмовий ланцюг виборця фази, що перевіряється.

Рис.7. Схема для випробування ОАПВ

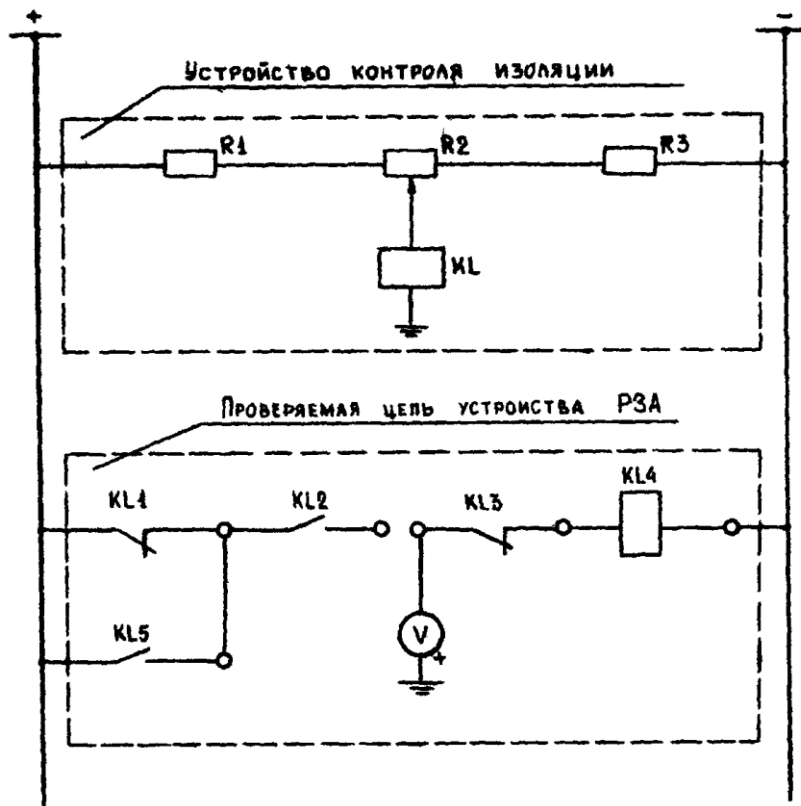


Рис.8. Схема відшукування несправності за допомогою вольтметра

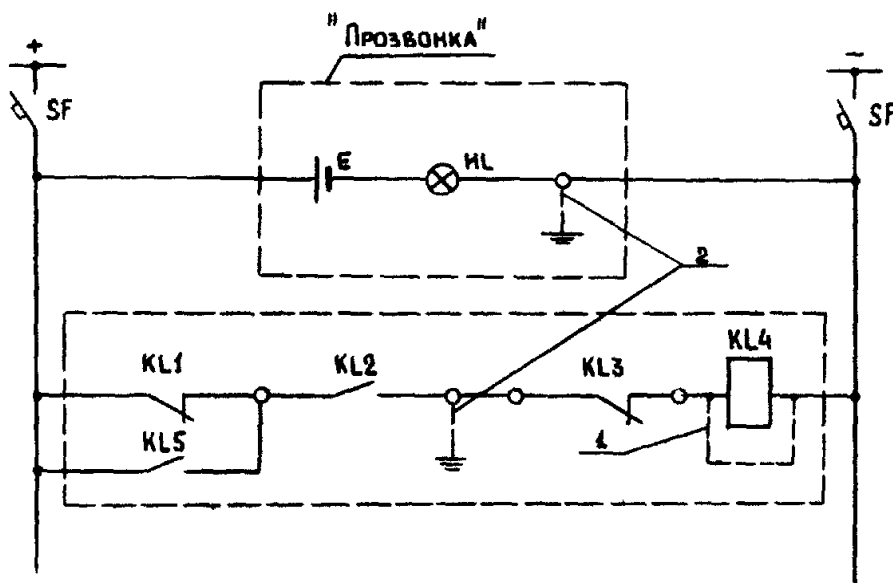


Рис.9. Знаходження несправності у схемі за допомогою "продзвонювання"

3.9.4. При перевірці тимчасових характеристик складних пристроїв РЗА на пристрій РЗА, що перевіряється, як правило, має бути попередньо подано

змінну симетричну напругу, відповідне нормальному режиму (струм, відповідний струму навантаження, на пристрій зазвичай попередньо не подається), а потім одночасно з запуском секундоміра на пристрій подаються поєднання струмів і напруг, що імітують різні режими КЗ (однофазні, двофазні, трифазні) різної віддаленості в зоні дії пристрою або його окремих ступенів, поза зоною, на початку ділянки, що захищається, "за спиною" (для захисту ліній - на шинах підстанції), а також інші режими, при яких може виявлятися правильна або неправильна поведінка пристрою РЗА, наприклад, при скиданні зворотної потужності, зниження змінної напруги до нуля за відсутності струму і т.п.

3.9.5. При перевірках тимчасових характеристик пристроїв РЗА із залежними характеристиками часу дії від кратності параметрів, що підводяться, повинні бути перевірені дві-три точки характеристик, а для пристроїв, від яких така залежність не потрібно, ці перевірки повинні проводитися при підведенні таких кратностей, які б забезпечували роботу пристроїв незалежної частини характеристик чи відповідали розрахунковим значенням струмів КЗ. Ці кратності повинні відповідати наведеним нижче:

а) для захисту максимальної дії - 0,9 та 1,1 уставки спрацьовування для контролю неспрацьовування захисту в першому та спрацьовування у другому випадках; контролю часу дії - струм чи напруга, рівні 1,3 уставки спрацьовування.

Для струмових спрямованих захистів подається номінальна змінна напруга з фазою, що забезпечує спрацьовування реле на пряму потужності. При цьому подана потужність має перевищувати потужність спрацьовування реле не менше ніж у 2-3 рази.

Для диференціальних захистів струм подається по черзі в кожне з плечей захисту;

б) для захисту мінімальної дії - 1,1 та 0,9 уставки спрацьовування для контролю неспрацьовування захисту у першому та спрацьовування у другому випадках; контролю часу дії - струм чи напруга, рівні 0,8 уставки спрацьовування;

в) для дистанційних захистів тимчасову характеристику слід знімати для опорів, що дорівнюють 0,5Z1; 0,9Z1; 1,1Z1; 0,9Z2; 1,1Z2; 0,9Z3; 1,1Z3. Регулювання витримки другого та третього ступенів проводити при опорах, рівних відповідно 1,1Z1 та 1,1Z2. Регулювання витримки часу в першому ступені (за потреби) проводити при опорах 0,5Z1. Крім часу спрацьовування,

вимірюється тривалість замкнутого стану пристрою "пам'яті" при імітації близьких КЗ в "мертвій зоні".

При перевірках тимчасових характеристик необхідно вимірювати час дії окремих ступенів захисту ланцюга прискорення. Ці виміри проводяться при підведенні до неї тих же кратностей струму та напруги, що і при контролі (регулюванні) часу дії.

3.9.6. Слід виміряти час повторної готовності всіх елементів схеми, неповернення яких може призвести до відмови або надмірної роботи пристроїв РЗА.

3.9.7. Перевірку та регулювання тимчасових характеристик слід проводити з урахуванням розкиду тимчасових параметрів, що має місце (п.3.6.12,б). Після виставлення тимчасової уставки слід зробити мітку, яка фіксує положення перемикача уставок (п.3.6.12, е).

3.9.8. Після перевірки тимчасових характеристик не слід виконувати роботи, внаслідок яких може порушитися цілісність перевірених ланцюгів та працездатність пристрою, наприклад, змінювати положення перемикачів уставок, виймати блоки з роз'ємів, від'єднувати провідники тощо.

3.11. Перевірка правильності складання струмових ланцюгів та ланцюгів напруги вторинним струмом та напругою

3.11.1. Перед перевіркою пристроїв РЗА первинним струмом і напругою у випадках, коли є сумнів у правильності складання схеми підключення пристрою РЗА до вторинних обмоток трансформаторів струму і напруги або є необхідність їх попередньої перевірки для прискорення наступних етапів роботи, слід перевіряти правильність проходження струмів через всі пристрої РЗА і вимірювати на них напруги при підключенні сторонніх джерел до допоміжних ланцюгів струму і напруги, що перевіряються.

3.11.2. Правильність складання струмових ланцюгів слід перевіряти, підключаючи по черзі однофазне джерело струму до висновків складання трансформаторів струму або до висновків найближчого до трансформаторів струму пристрою РЗА між кожним фазним і нульовим проводами (рис.10) або між фазними проводами, у разі складання вторинних обмоток трансформаторів струму трикутник.

При цьому приладом ВАФ-85 слід контролювати протікання струму через вторинну обмотку фази трансформатора струму, що перевіряється, і через кожне з пристроїв РЗА (на вхідних висновках пристроїв) по тих фазних і

нульових проводах, до яких підключено джерело струму, і відсутність струму (точніше дуже мале його значення) в інших проводах та обмотках.

Якщо використовуються навантажувальні пристрої без розділювального трансформатора  $Tr$ , слід відключити провідник, що заземлює струмові ланцюги.

При перевірці первинна обмотка трансформаторів струму має бути замкнута.

По черзі перевіряються ланцюги, підключені до кожної з обмоток трансформаторів струму.

Підключивши амперметр  $A$  та вольтметр  $V$  (див. рис.10) при цій перевірці, можна визначити також опір навантаження на струмові ланцюги.

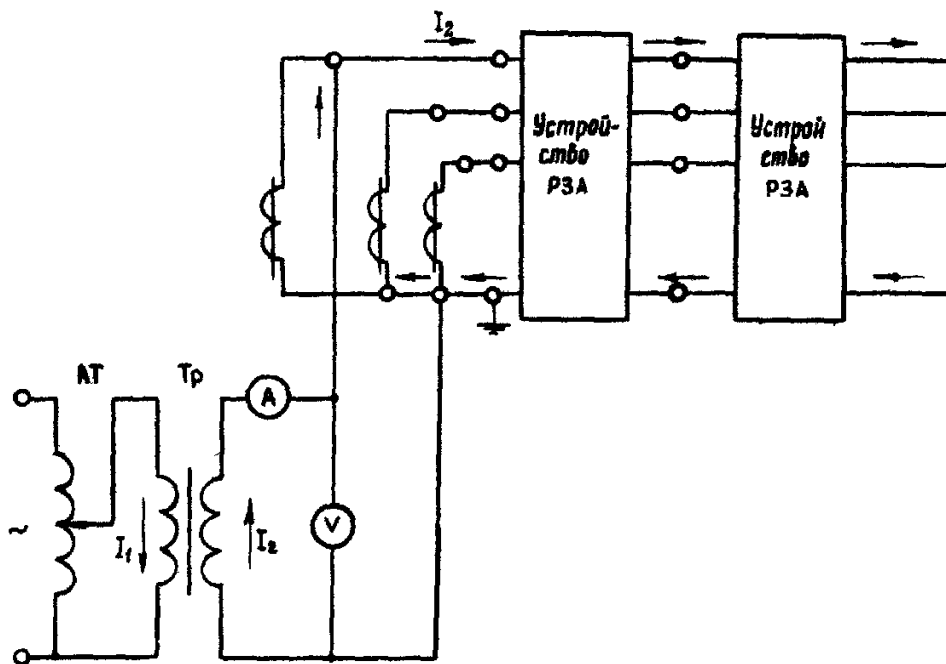


Рис.10. Схема перевірки правильності складання струмових ланцюгів однофазним вторинним струмом

3.11.3. Правильність складання ланцюгів напруги слід перевіряти шляхом подачі напруги від джерела симетричної трифазної напруги зі значенням лінійної напруги, що підводиться, 100 В до одного з пристроїв РЗА в релейному залі (або в іншому місці) з тим порядком чергування фаз, який передбачений схемою ланцюгів напруги та перевірки. При цьому перевіряється збереження цього порядку чергування фаз по всій схемі ланцюгів напруги. Джерело напруги не повинно мати гальванічного зв'язку із землею. Автоматичні вимикачі та рубильники у ланцюгах трансформатора напруги повинні бути відключені.

Тимчасово встановлюється додаткове заземлення ланцюгів напруги після комутаційних апаратів, за винятком випадків, коли заземлення встановлено на щиті управління. Заземляється фаза ланцюгів напруги. Почергово подається напруга в ланцюзі "зірки" і "розімкнутого трикутника" або одночасно, якщо дозволяє схема джерела, в обидві схеми. При цьому приладом ВАФ-85 вимірюються значення напруги на всіх пристроях РЗА і на висновках автоматичних вимикачів трансформаторів напруги і визначається чергування фаз. Чергування фаз напруги на пристроях РЗА має бути таке саме, як і на джерелі. При визначенні порядку чергування фаз напруга в ланцюгах "зірки" виведення приладу ВАФ-85 приєднується до землі, а висновки А і С - до ланцюгів напруги з однойменним маркуванням. При перевірці схеми ланцюгів "розімкнутого трикутника" від джерела напруги, зібраного в схему "зірки" з нульовим проводом, слід встановити відповідність між висновками джерела напруги, наприклад, А, В, С, Про ланцюгами "розімкнутого трикутника", наприклад, Н, К, І, Ф. При заземленні виведення В приладу ВАФ-85 і підключенні його висновків А і С до ланцюгів з маркуванням "Н" та "І" прилад повинен показати те саме чергування, що і на джерелі (А, В, С) . Слід мати на увазі, що за наявності в ланцюгах напруги "розімкнутого трикутника" реле потужності РБМ-178, РБМ-278 з термічно нестійкими обмотками напруги, вони повинні бути на час перевірки у вищевказаному випадку виключені зі схеми ланцюгів напруги на випробувальних блоках або рядах висновків пристрої РЗА.

3.11.4. При перевірках, зазначених у пп.3.11.2, 3.11.3, слід фіксувати роботу вимірювальних щитових приладів та уникати їх зашкалювання.

### **Перерахунок уставок у вторинні значення**

Перед введенням уставок по струму і опору блок БМРЗ необхідно провести перерахунок отриманих первинних значень цих величин у вторинні з урахуванням коефіцієнтів трансформації застосовуваних ТТ і ТН.

Перерахунок уставок по струму відбувається за таким виразом:

$$I_{c.p.} = \frac{I_{c.z.}}{K_{ТТ}}$$

Де  $I_{c.p.}$  – значення струму спрацьовування реле (вторинне значення), А;

$I_{c.z.}$  – розрахункове значення струму спрацьовування захисту (первинне значення), А;

$K_{ТТ}$  – коефіцієнт трансформації ТТ.

Перерахунок уставок по опору відбувається за таким виразом:

$$Z_{c.p.} = Z_{c.z.} \frac{K_{ТТ}}{K_{ТН}}$$

де

$Z_{c.p.}$  – значення опору спрацьовування реле (вторинне значення), Ом;

$Z_{c.z.}$  – розрахункове значення опору спрацьовування захисту (первинне значення), Ом;

$K_{ТТ}$  – коефіцієнт трансформації ТТ;

$K_{ТН}$  – коефіцієнт трансформації ТН.

Приклади для розрахунку:

Приклад 1

Розрахувати значення струму спрацьовування реле (вторинне значення)  $I_{c.p.}$ , А, якщо  $I_{c.z.}=80$ А розрахункове значення струму спрацьовування захисту (первинне значення), а  $K_{ТТ}=1,5$  коефіцієнт трансформації ТТ.

Розв'язок

$$I_{c.p.} = \frac{I_{c.z.}}{K_{ТТ}}$$
$$I_{c.p.} = \frac{80}{1,5} = 53,3 \text{ А}$$

Відповідь: 53,3А.

Приклад 2

Розрахувати значення опору спрацьовування реле (вторинне значення)  $Z_{c.p.}$ , Ом, якщо  $Z_{c.z.}= 50$  Ом розрахункове значення опору спрацьовування захисту (первинне значення),  $K_{ТТ}= 2$  коефіцієнт трансформації ТТ і  $K_{ТН}=1,6$  коефіцієнт трансформації ТН.



Розв'язок:

$$Z_{c.p.} = Z_{c.з.} \frac{K_{тт}}{K_{тн}}$$

$$Z_{c.p.} = 50 \frac{2}{1,6} = 62,5 \text{ Ом}$$

Відповідь: 62,5 Ом.

### Висновки

1. При використанні електромеханіки вторинні схеми релейної захисту та формули розрахунку уставок виходять найточнішими, ніж при використанні мікропроцесорних терміналів.

2. Можна вважати уставки релейної захисту в первинних величинах, але ви повинні чітко розуміти всі нюанси, пов'язані з мікропроцесорними терміналами.

3. Завжди потрібно розглядати логічні схеми захисту конкретного терміналу для підтвердження того, що ваше бачення того, як саме здійснюється вимірювання та обчислення струмів, збігається з реальністю

4. Найкращий спосіб розрахунку уставок – використовувати методики розрахунку розробника мікропроцесорного терміналу. Однак, пам'ятайте, що вся відповідальність за проектні рішення лежить на проектувальнику, і ваш обов'язок розібратися в цій методиці перед застосуванням.

### Завдання

Розрахувати значення струму спрацьовування реле (вторинне значення)  $I_{с.р.}$ , А.

### Додаток А

<b>Вихідні дані</b>	Розрахункове значення струму спрацьовування захисту (первинне значення), А	Коефіцієнт трансформації ТТ
Варіант	$I_{с.з.}$	$K_{ТТ}$
1	90	1,8
2	75	2,2
3	120	1,4
4	65	1,6
5	100	1,9
6	105	1,5
7	95	2
8	50	2,3
9	60	1,5
10	130	1,7
11	115	1,8
12	85	2,1
13	135	1,4
14	125	1,6
15	55	2

Завдання

Розрахувати значення опору спрацьовування реле (вторинне значення)  $Z_{с.р.}$ , Ом.

Додаток Б

<b>Вихідні дані</b>	Розрахункове значення опору спрацьовування захисту (первинне значення), Ом	Коефіцієнт трансформації ТТ	Коефіцієнт трансформації ТН
Варіант	$Z_{с.з.}$	$K_{ТТ}$	$K_{ТН}$
16	75	2	1,8
17	65	1,9	1,6
18	80	2,1	1,9
19	45	1,7	1,5
20	40	2,3	2,1
21	90	2,2	2
22	105	2,3	2,1
23	55	2	1,7
24	60	1,8	1,4
25	85	2,1	1,7
26	120	2,2	2,1
27	95	1,9	1,6
28	70	1,8	1,5
29	110	1,7	1,3
30	115	2	1,8