

Заклад вищої освіти „Подільський державний університет”
Факультет енергетики та інформаційних технологій
Кафедра електротехніки, електромеханіки і електротехнологій

ДИПЛОМНА РОБОТА

на тему:

«ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ З ІЗОЛЬОВАНИМ РЕЖИМОМ РОБОТИ НЕЙТРАЛІ»

Виконав:

здобувач вищої освіти денної форми навчання освітнього
ступеня «Магістр», освітньо-професійної програми
«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

ГРЕХ Ігор Васильович

Керівник канд. техн. наук, професор

МИХАЙЛОВА Людмила Миколаївна

Оцінка захисту:

Національна шкала _____

Кількість балів _____ Шкала ECTS _____

«___» _____ 2023 р.

Допускається до захисту:

«___» _____ 2023 р.

Гарант освітньо-професійної програми
«Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка» спеціальності
141 «Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка»
канд. техн. наук, доцент

Ігор ГАРАСИМЧУК

м. Кам'янець-Подільський, 2023

ЗМІСТ

ВСТУП	9
1 РОЗДІЛ РЕЛЕЙНИЙ ЗАХИСТ	10
1.1 Загальна характеристика	10
1.2 Вимоги до захисту	12
1.3 Основне призначення релейного захисту	14
1.4 Пристрої релейного захисту РЗА	15
1.4.1 Причини і наслідки несправностей РЗА	16
1.4.2 Налагодження пристроїв релейного захисту та автоматики систем електропостачання	18
1.5 Недоліки та переваги пристроїв РЗА	19
1.6 Нормативні документи	22
1.7 Ізольована нейтраль	23
Висновки до розділу 1	26
2 РОЗДІЛ. СХЕМИ ПРИЄДНАННЯ ДО ЕНЕРГОСИСТЕМИ...	27
2.1 Призначення та схеми електричних з'єднань підстанцій	27
2.2 Конструктивне виконання розподільних пристроїв заводських та цехових підстанцій	32
2.3 Схеми розподільних мереж 6-10 кВ	38
2.4 Захист в системах електропостачання	40
Висновок до розділу 2	47
3 РОЗДІЛ РЕЖИМИ НЕЙТРАЛЕЙ	48
3.1. Загальні відомості	48
3.2 Трифазні мережі з ізольованими нейтралями	50
3.3 Резонансно-заземлені (компенсовані) мережі	59
3.4 Мережі з ефективно-заземленими нейтралями.	64
3.5 Мережі з глухозаземленими нейтралями.	70
Висновки до розділу 3	73

4. РОЗДІЛ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ЗАХИСТІВ ВІД ОДНОФАЗНИХ ЗАМИКАНЬ НА ЗЕМЛЮ У МЕРЕЖІ З ІЗОЛЬОВАНОЮ НЕЙТРАЛЛЮ	74
4.1. Актуальність проблеми і її зв'язок з задачами	74
4.2. Основний матеріал та отримані результати	75
Висновки до розділу	84
5. РОЗДІЛ.ОХОРОНА ПРАЦІ	85
5.1. Створення служби охорони праці	85
5.2. Навчання в галузі охорони праці	95
5.3. Захист від стихійних лих	96
Висновки	98
Список використаних джерел	99

РЕФЕРАТ

ГРЕХ Ігор Васильович. Дослідження процесів електричних мереж з ізолюваним режимом роботи нейтралі. 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Заклад вищої освіти «Подільський державний університет». Факультет енергетики та інформаційних технологій. Кафедра електротехніки, електротехніки і електротехнологій – Кам'янець-Подільський: ЗВО «ПДУ», 2023.

У дипломній роботі проведено теоретичний огляд загальних характеристик релейного захисту, визначено вимоги до захисту, основне і додаткове призначення реле, приведені як переваги, так і недоліки пристроїв РЗА, вказаний перелік нормативних документів, згідно яких обслуговуючий персонал може самостійно виправити недоліки автоматичного релейного захисту, наведені схеми приєднання до енергосистеми, розглянуті режими роботи електромережі з ізолюваною нейтраллю, досліджені режими роботи захистів від однофазних замикань на землю у мережі з ізолюваною нейтраллю, написаний розділ з охорони праці, висновки та оформлено список використаних джерел.

Ключові слова: електромережа, електропостачання, режим роботи, ізолювана нейтраль, релейний захист, напруга.

АНОТАЦІЇ

У дипломній роботі проведено теоретичний огляд загальних характеристик релейного захисту, визначено вимоги до захисту, основне і додаткове призначення реле, приведені як переваги, так і недоліки пристроїв РЗА, вказаний перелік нормативних документів, згідно яких обслуговуючий персонал може самостійно виправити недоліки автоматичного релейного захисту, наведені схеми приєднання до енергосистеми, розглянуті режими роботи електромережі з ізольованою нейтраллю, досліджені режими роботи захистів від однофазних замикань на землю у мережі з ізольованою нейтраллю, написаний розділ з охорони праці, висновки та оформлено список використаних джерел.

ABSTRACTS

In the diploma work, a theoretical overview of the general characteristics of relay protection was carried out, the requirements for protection, the main and additional purpose of the relay were defined, both the advantages and disadvantages of the RZA devices were given, a list of regulatory documents was indicated, according to which the service personnel can independently correct the shortcomings of automatic relay protection, given connection schemes to the power system, the modes of operation of the power grid with an isolated neutral were considered, the modes of protection against single-phase earth faults in the network with an isolated neutral were studied, a section on labor protection was written, conclusions and a list of used sources was drawn up.

ВСТУП

Актуальність теми. Собівартість продукції, що випускається промисловим підприємством, багато в чому визначається енергоефективністю функціонування системи електропостачання силових споживачів. Підвищенню якості проектування систем електропостачання промислових об'єктів має приділятися найбільша увага, оскільки якісний проект дозволяє забезпечити необхідні показники надійності та енергоефективності функціонування мережі.

Безвідмовність системи електропостачання та необхідні показники якості електричної енергії забезпечуються коректним вибором оптимальної схеми, типів силових апаратів, трансформаторів та інших елементів. Зокрема, при виборі електричних апаратів необхідно враховувати не тільки усталені значення струмів у нормальному режимі роботи, а і можливі струмові перевантаження. Перевантаження за струмом можуть бути як короточасними через особливості технологічного процесу, так і спричинені виникненням коротких замикань. Під час коротких замикань має бути врахована не тільки складова струму к.з., що підтримується ЕРС трансформаторної підстанції, а і складова, що спричинена ЕРС вибігу асинхронних двигунів. Дослідженню цього питання присвячена спеціальна частина дипломної роботи.

Об'єкт дослідження: процес управління системою релейного захисту 6-10кВт з ізольованою нейтраллю, процес відображення роботи на графіку.

Предмет дослідження: принцип роботи системи релейного захисту, доцільність використання ізольованої нейтралі на мережах 6-10кВт, забезпечення постійності вихідного каналу при активному захисті.

Мета дослідження: розробка мікропроцесорного захисту від ОЗЗ, сумування реактивної потужності задля правильної і стабільної роботи всіх елементів системи в подальшому.

Методи дослідження: базуються на результатах математичного моделювання, лабораторних випробувань

ВИСНОВКИ

1. Проведено теоретичний огляд загальних характеристик релейного захисту. Також визначено вимоги до захисту, основне і додаткове призначення реле. Приведені як переваги, так і недоліки пристроїв РЗА. Вказаний перелік нормативних документів, згідно яких обслуговуючий персонал може самостійно виправити недоліки автоматичного релейного захисту.

2. Реле призначені для подачі сигналу про спрацювання відповідного захисту. Вказівні реле можуть включатися: послідовно в ланцюг інших реле або апаратів і реагувати на появу струму в них; паралельно в ланцюг відповідних реле і апаратів і вказувати поява на них напруги. Джерелами живлення для реле слугують трансформатори власних потреб ТВП 6-10/0.4 кВ вторинною напругою яких (220 В) здійснюється живлення спеціальних блоків.

3. При однофазних замиканнях на землю в мережах із ізольованою нейтраллю трикутник лінійних напруг залишається незмінним, тому споживачі, які увімкнені на міжфазні напруги, не відчують порушення нормального режиму мережі і продовжують працювати нормально з замкнутою на землю фазою. При цьому обов'язково повинен подаватися сигнал про замикання на землю і усунення несправності не повинне перевищувати двох годин.

4. Для гальванічної розв'язки були використані датчики типу Lem, засновані на використанні ефекту Холла. Задовільну роботу зразка отримано на фізичній моделі мережі напругою 0,4 кВ. Вона складається з розподільчого трансформатора потужністю 15 кВА, котушки Петерсена, трьох фідерів з конденсаторами в кожній фазі на землю 5,10 або 25 мкФ, трансформаторів струму нульової послідовності типу ТЗЛМ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ПУЕ-2017. Правила улаштування електроустановок. – К.: Міненерговугілля України, 2017. – 617 с.
2. Релейний захист і автоматика в системах електропостачання [Текст] : навч. посібник для студ. електротехнічних спец. вищ. навч. закладів України / П. П. Говоров [та ін.] ; Харківська держ. академія міського господарства. — К. : [б.в.], 1996. — 228 с.
3. Теоретичні основи електротехніки. Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими та розподіленими параметрами : підручник / Ю. О. Карпов, С. Ш. Кацев, В. В. Кухарчук, Ю. Г. Ведміцький ; під ред. проф. Ю. О. Карпова – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 377 с.
4. Захист електричних мереж 6–35 кВ від ферорезонансних процесів / [А. В. Журахівський, Ю. А. Кенс, А. Я. Яцейко, Р. Я. Масляк] // Технічна електродинаміка. — 2013. — № 5. — С. 70—76.
5. Повышение надежности работы карьерных сетей при однофазных замыканиях на землю / [В. Ф. Сивокобыленко, В. К. Лебедев, А. В. Ковязин и др.] // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Електротехніка і енергетика» — Донецьк, 2009. — Вип. № 9 (158). — С. 211—220.
6. Кацев С. Ш. Комп'ютерне моделювання електричних кіл. [лабораторний практикум] / Кацев С. Ш., Мад'яров В. Г., Говор І. К. – Вінниця : ВНТУ, 2007. – 89 с.
7. Братковський Н.В. Дослідження перехідних процесів при замиканнях наземлю. Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів, (Тернопіль, 16–17 листоп. 2016.) // М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль: ТНТУ, 2017. – С. 116-117.
8. Кідиба В. П. Релейний захист електроенергетичних систем : навч. посіб. / Віктор Павлович Кідиба. – Львів : Львів. політехніка, 2015. – 504 с.
9. Компоненти автоматики і телемеханіки [Електронний ресурс] //

Електросвіт. – Режим доступу: <http://www.es.ua>. – Назва з екрана. 3. Пристрій РЗА по току РС81 [Електронний ресурс] // amtorg. – Режим доступу: <http://www.amtorg.com.ru/releynoe-oborudovanie/rs-81/>.

10. Перехідні процеси в системах електропостачання: підруч. для вузів / Г.Г. Півняк, В.М. Винославський, А.Я. Рибалко, Л.І. Несен. – 2-е вид., доправ. та доп. – Дніпропетровськ : Нац. гірн. ун-т, 2002. – 597 с.

11. Шестеренко В.Є. Системи електроспоживання та електропостачання промислових підприємств: підруч. / В.Є. Шестеренко. – Вінниця : Нова Книга, 2004. – 656 с

12. Сегеда М.С. Математичне моделювання в електроенергетиці: навч. посіб./ М.С. Сегеда. – Львів: вид-во НУ «Львівська політехніка», 2002. – 300 с.

13. Шалін О. І. Релейний захист від замикань на землю в мережах із резистивним заземленням нейтралі : підручник / Олексій Іванович Шалін. – [Б. м.] : «ПНП БОЛІД». – 156 с.

14. Кучанський В.В. Засіб подавлення аперіодичної складової струму при комутаціях ліній надвисокої напруги. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2017. №186. С. 30 – 31.

15. Кузнецов В.Г., Нікішин Д.А., Тугай Р.Ю. Моделювання несиметричних режимів роботи лінії електропередачі. Енергетика та комп'ютерно-інтегровані технології в АПК. 2017. №1 (6). С. 13 – 16.

16. Кузнецов В.Г., Тугай Ю.І., Кучанський В.В., Шполянський О.Г. Дослідження внутрішніх перенапруг у магістральних електричних мережах надвисокої напруги та розробка заходів по їх запобіганню й обмеженню. Пр. Інту електродинаміки НАН України. 2013. Вип. 35. С. 117–123.

17. Сафарбаков А. А. Блокировка срабатываний направленных защит от замыканий на землю при феррорезонансных процессах / А. А. Сафарбаков, С. И. Олейник // Энергетик. — 2001. — № 8. — С. 20—21.

18. Саенко Ю. Л. Устройство защиты измерительных трансформаторов напряжения от феррорезонансных процессов в сетях с изолированной

нейтралью / Ю. Л. Саенко, В. В. Нестерович, А. С. Попов // Науковий вісник НГУ — Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2014. — № 5. — С. 69 — 75.

19. Анализ эффективности существующих режимов нейтрали сетей 6–35 кВ в энергетике / Б. С. Стогний, В. В. Масляник, В. В. Назаров [та ін.] // Технічна електродинаміка. – 2002. – № 3. – С. 37–41.

20. Немировський І.А., Федорчук С.О. Використання концепції інтелектуальних мереж у енергосистемі України. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2016. Вип. 176. С. 28 – 30.

21. Лиховид Ю.Г., Мельничук В.А., Тугай І.Ю. Використання неповнореакторних режимів ліній електропередач. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2017. №186. С. 12 – 13

22. Друзь В.О., Мороз О.М., Череміс М.М. Моделі математичного моделювання процесів енергетичних мереж Smart Grid. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2017. №186. С. 7 – 11.

23. Романовський В. І. Аналіз замикань на землю в мережах 10 кВ для вибору оптимального способу заземлення нейтралі / В. І. Романовський, С. М. Лебедка // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2012. – № 1. – С. 101-104.

24. Качество электрической энергии в системах электроснабжения: Уч. пособие / Под редакцией Гриба О.Г. – Харьков: ХНАГХ, 2006. – 272 с.

25. Єрмолаєв С.О. Проектування систем електропостачання в АПК – М.. Люкс, 1990 – 482с.

26. Гажаман В. І. Електробезпека на виробництві. К.: Журнал «Охорона праці», 2002. 272 с.

27. Панченко С. В., Акімов О. І., Бабаєв М. М. Електробезпека. Харків: УкрДУЗТ, 2018. 295 с.