Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра «Электрические станции и электроэнергетические системы»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ И. В. Коваленко
« 14 » июня 2016 г

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02.03 - Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИСТАНЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ 110 кВ ТЭЦ-1 – ТЭЦ-2 И ОПРОБОВАНИЕ НА СТЕНДЕ ШЭ2607 016

Руководитель _____ доцент, к.т.н Ю.А. Ершов
подпись, дата

Выпускник _____ В.В. Ерофеев
подпись, дата

Красноярск 2016

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

кафедра «Электрические станции и электроэнергетические системы»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ И.В. Коваленко
«22» декабря 2015 г

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы

Студенту Ерофееву Вадиму Васильевичу.

руппа ФЭ 12-11Б. Специальность 13.03.02.03-Релейная защита и автоматиза-ия электроэнергетических систем.

Тема выпускной квалификационной работы «Исследование дистанционой защиты линии электропередачи 110 кВ ТЭЦ-1 – ТЭЦ-2 и опробование на енде ШЭ 2607-016».

Утверждена приказом по университету № 4816/с от 7.04.2016г.

Руководитель ВКР-Ю.А. Ершов, канд. техн. наук, доцент кафедры ЭСиЭЭС» ПИ СФУ.

Исходные данные для ВКР:

1. Принципиальная схема энергосистемы Красноярского края.

Перечень разделов ВКР:

Введение:

1. Характеристика защищаемого объекта;

2. Параметры элементов схемы;

3. Составление машинной схемы замещения;

4. Расчёт параметровмашинной схемы замещения;

5. Расчёт режимов коротких замыканий с помощью программы TKZ-000;

6. Расчёт уставок ДЗ линии W-1;

7. Исследование и опробование дистанционной защиты на базе шкафа ГЭ2607 016;

8. Создание алгоритма ДЗ в программе Matlab;

9. Создание виртуальной модели ДЗ в программе Matlab;

10. Создание виртуальной модели сети в программе Matlab;

11. Испытание виртуальной модели ДЗ в программе Matlab;

Заключение

Перечень графического материала:

Чертёж №1 - Принципиальная схема электрической сети;

Чертёж №2 - Машинная схема замещения электрической сети;

Чертёж №3 - Функциональная схема логической части ДЗ терминала Э2704 016;

Чертёж №4 - Функциональная схема логической части ДЗ терминала Э2704 016 (дополнительная логика);

Чертёж №5 - Функциональная схема логической части БК терминала Э2704 016;

Чертёж №6- Функциональная схема ДЗ в программе Matlab;

Чертёж №7- Модель электрической сети в программе Matlab.

уководитель ВКР _____ Ю.А. Ершов
подпись

адание принял к исполнению _____ В.В. Ерофеев
подпись

«21» декабря 2015 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по «Исследование дистанционной защиты линии электропередачи 110 кВ ТЭЦ-1 – ТЭЦ-2 и опробование на стенде ШЭ2607016» содержит 119 страниц текстового документа, 12 приложений, 11 использованных источников, 7 листов графического материала.

РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА, ДИСТАНЦИОННАЯ ЗАЩИТА, АЛГОРИТМ, МАШИННАЯ СХЕМА, TKZ-3000, УСТАВКИ, МОДЕЛЬ, MATLAB, ОПРОБОВАНИЕ.

Объект работы – Линия электропередачи, находящаяся между ТЭЦ-1 – ТЭЦ-2.

Цели работы:

- Расчёт режимов КЗ;
- Расчет уставокДЗ линии;
- Исследование и опробование дистанционной защиты на базе шкафа ШЭ2607 016;
- Создание алгоритма ДЗ в программе Matlab;
- Создание виртуальной модели ДЗ в программе Matlab;
- Создание виртуальной модели сети в программе Matlab;
- Испытание виртуальной модели ДЗ в программе Matlab

В результате работы была исследована дистанционная защита линииэлектропередачи 110 кВ, рассчитаны уставки и создан алгоритм работы дистанционной защиты, создана виртуальная модель сети, на которой было осуществлено опробование работы дистанционной защиты.

Введение

В настоящее время устройства РЗиА, выполненные на электромеханической базе, постепенно уходят на второй план, уступая первенство микропроцессорным защитам и автоматике. Применение микропроцессоров открывает безграничные возможности в построении новых алгоритмов работы защит, позволяет значительно упростить их аппаратную реализацию за счет усложнении программной части, уменьшить габаритные размеры готовых устройств и многое другое.

Разработка новейших устройств, отвечающих высочайшим требованиям надежности и правильности работы опирается на достижения ученых в теоретическом совершенствовании существующих методов анализа аварийных режимов работы развивающихся энергосистем, поиск новых механизмов, на которых основывается принцип действия защит и автоматики, применении таких технологий, как оптоволоконная, нейронные сети, нечеткая логика, искусственный интеллект.

Ниже приведены некоторые труды специалистов релейной защиты и автоматизации энергосистем с кратким содержанием о нововведениях в

области защит, построенных на дистанционном принципе за последние 10 лет.

Практика использования дистанционной защиты с динамическими характеристиками. Баглейбтер О.И. (ЗАО «АльстомГрид»). Сборник докладов XXI конференции «Релейная защита и автоматизация энергосистем», Москва 2012 г.

Внастоящем докладе рассматриваются два различных подхода к улучшению селективности и надежности ДЗ за счет применения динамических характеристик: для полигональных характеристик - динамический наклон верхней границыдля более точного учета падения напряжения на переходном сопротивлении, для круговых характеристик - динамическое расширение/сокращение характеристики вследствие работы по напряжению памяти либо по напряжениюнеповрежденных фаз.

Применение систем искусственного интеллекта в дистанционной защите линии электропередачи. *Т.С. Камель, М.А. Мустафа Хассан, А. Эль-Моршеди (CairoUniversity, Египет)*. Сборник докладов Международной научно-технической конференции «Современные направления развития систем релейной защиты и автоматизации энергосистем», Москва 2009 г.

В последнее время были опубликованы некоторые интересные исследования, использующиеметоды нейронных сетей и нечеткой логики для определения вида и места повреждения в линияхэлектропередачи. Эти методы улучшают подавление негармонических компонент постоянного токаи определение симметричных составляющих токов линии. В данной статье применяется методискусственного интеллекта. Этот метод использует адаптивную нейро-нечеткую систему.

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе был рассмотрен участок Красноярской энергетической системы, рассчитаны параметры первичного оборудования, входящего в расчетную схему замещения.

С помощью программного комплекса TKZ-3000 рассчитаны максимальные и минимальные режимы коротких замыканий, значения которых были использованы в расчете уставокДЗ.

Было проведено исследование и опробование ДЗ на базе шкафа ШЭ2607 016.

Был создан алгоритм работы и на его основе с помощью программы Matlab была создана виртуальная модель ДЗ. Созданная модель ДЗ опробована на модели электрической сети, созданной в программе Matlab. В результате опробования получены осциллограммы нормальных и аварийных режимов работы сети.

На основании анализа полученных в ходе опробования виртуальной модели ДЗ в программе Matlab результатов сделан вывод о соответствии алгоритма созданной модели релейной защиты с логикой построения ДЗ, реализованной на базе шкафа ШЭ.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 7
1 Характеристика защищаемого объекта 8
2 Параметры элементов схемы 8
3 Составление машинной схемы замещения 13
4 Расчёт параметров машинной схемы замещения 15
5 Расчёт режимов коротких замыканий с помощью программы TKZ-3000 22
5.1 Назначение и возможности программного комплекса TKZ 3000 22
5.2 Определение расчётных режимов работы сети и её элементов для защищаемого объекта 22
5.3 Расчёт режимов КЗ 23
6 Расчёт уставок ДЗ линии W-1 24
6.1 Выбор измерительных трансформаторов тока и напряжения для подключения релейной защиты 24
6.1.1 Выбор трансформаторов напряжения 24
6.1.2 Выбор трансформаторов тока 25
6.2 Расчёт уставок ДЗ24-73 26
6.2.1 Расчёт уставок ДЗI ступени 26
6.2.2 Расчёт уставок ДЗII ступени 29
6.2.3 Расчёт уставок ДЗIII ступени 33
6.2.4Расчёт уставок ДЗIV и V ступени 33
6.3 Расчёт уставок ДЗ73-24 37
7 Исследование и опробование дистанционной защиты на базе шкафа ШЭ2607 016 37
7.1 Исследование дистанционной защиты на базе шкафа ШЭ2607 016 37
7.2Опробованиедистанционной защиты на базе шкафа ШЭ2607 016 41
8 Создание алгоритма ДЗ в программе Matlab 42
8.1 Алгоритм работы органа сопротивления 42
8.2 Алгоритм работы блокировки при качаниях 44
8.3 Алгоритм работы блокировки неисправностей цепей переменного напряжения 47
9Создание виртуальной модели ДЗ в программе Matlab 48
9.1 Моделирование формирователя ортогональных составляющих 48
9.2 Моделирование блокировки неисправностей цепей переменного напряжения 50
9.3 Моделирование цифрового органа сопротивления 51
9.4 Моделирование блокировки при качаниях 53
9.5 Моделирование сигнального органа 55
9.6 Моделирование органа выдержки времени 56
9.7Принцип действия виртуальной модели ДЗ в программе Matlab 57
10 Создание виртуальной модели сети в программе Matlab 58
11 Испытание виртуальной модели ДЗ в программе Matlab 62
11.1 Замеры необходимых значений токов нормального и аварийного режимов 62

11.2 Расчёт уставокI ступени ДЗ 24-73 программного комплекса Matlab 67
11.3Испытание виртуальной модели ДЗ в программе Matlab 70
Заключение 73
Список используемых источников 74
ПРНИЛОЖЕНИЕ А Параметры схемы замещения прямой (обратной) последовательности 75
ПРНИЛОЖЕНИЕ Б Параметры схемы замещения нулевой последовательности 81
ПРНИЛОЖЕНИЕ В Расчёт токов короткого замыкания в максимальном режиме 24-73 88
ПРНИЛОЖЕНИЕ Г Расчёт токов короткого замыкания в максимальном режиме 73-24 96
ПРНИЛОЖЕНИЕ Д Расчёт токов короткого замыкания в минимальном режиме 24-73 102
ПРНИЛОЖЕНИЕ Е Расчёт токов короткого замыкания в минимальном режиме 73-24 109
ПРНИЛОЖЕНИЕ Ж Расчёт токов короткого замыкания в максимальном каскадном режиме 24-73 114
ПРНИЛОЖЕНИЕ И Расчёт токов короткого замыкания в максимальном каскадном режиме 73-24 115
ПРНИЛОЖЕНИЕ К Расчёт токов короткого замыкания в минимальном каскадном режиме 24-73 116
ПРНИЛОЖЕНИЕ Л Расчёт токов короткого замыкания в минимальном каскадном режиме 73-24 117
ПРНИЛОЖЕНИЕ М Аварийная осциллограмма при КЗ в зоне действия I ступениДЗ 118
ПРНИЛОЖЕНИЕ Н Перечень графического материала 119

Список используемых источников

1. Ершов, Ю. А. Электроэнергетика. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем; учебное пособие / Ю. А. Ершов, О. П. Халезина, А. В. Малеев, Д. П. Перехватов. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. – 79 с.

2. Неклепаев, Б. Н. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: Учебное пособие для вузов Неклепаев Б. Н., Крючков И. П. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.:Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.

3. ЗАО «Завод электротехнического оборудования». – Режим доступа: http://www.zeto.ru/

4. Рокотян, С. С. Справочник по проектированию электроэнергетических систем/ В. В. Ершевич, А. Н. Зейлигер, Г. А. Илларионов и др.; Под ред. С. С. Рокотяна и И. М. Шапиро. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 352 с.

5. Руководящие указания по релейной защите выпуск7 «Дистанционная защита линий 35-330 кВ».

6. Руководящие указания по расчёту токов короткого замыкания и выбору электрооборудования РД 153–34.0–20.527–98.

7. ЭКРА.656453.050 РЭ Шкаф защиты и автоматики управления выключателем ШЭ2607 016 (версия 016_200).

8. Лабораторная работа «Организация сервера связи между шкафами типа ШЭ и компьютером».

9. Лабораторная работа «Испытание РЕТОМ-41М».

10. Ершов, Ю. А. Моделирование устройств релейной защиты в среде MATLAB: учебное пособие / Ю. А. Ершов, Д. Н. Киселёв. Монография, PalmariumAcademicPublishing 2012г.144 стр.

11. СТО 4.2–07–2014 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной и научной деятельности. – Взамен СТО 4.2–07–20012; дата введ. 30.12.2013. – Красноярск: БИК СФУ, 2010. – 57 с.