



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого»
(ФГАОУ ВО «СПбПУ»)

ИНН 7804040077, ОГРН 1027802505279,
ОКПО 02068574
Политехническая ул., 29, Санкт-Петербург, 195251
тел.: +7(812)297 2095, факс: +7(812)552 6080
office@spbstu.ru

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
В. В. Сергеев

«27» *Сергеев* 2018 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» на диссертацию Соловьёва Игоря Валерьевича «Совершенствование управления компенсацией емкостных токов замыкания на землю в распределительных электрических сетях», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы

1. Актуальность темы диссертации

Одним из важнейших свойств распределительных сетей среднего напряжения с изолированной нейтралью является сохранение формы треугольника линейных напряжений при возникновении самых частых видов повреждений – однофазных замыканий на землю. Это позволяет продолжать эксплуатацию поврежденного участка распределительной сети и тем самым обеспечивать высокий уровень надежности электроснабжения. Но с ростом суммарной протяженности линий электропередачи происходит соответствующее увеличение тока однофазного замыкания на землю, величина которого, в основном, определяется емкостной проводимостью фаз сети относительно земли. Увеличение тока в месте повреждения приводит к возникновению дуги, при этом ухудшаются условия по пожароэлектробезопасности, а интенсивное разрушающее воздействие дуги на изоляцию соседних фаз приводит к возникновению междуфазного замыкания с последующим отключением поврежденного участка сети. Для снижения тока в месте повреждения до безопасных величин (компенсации емкостной составляющей тока однофазного замыкания на землю), нейтраль распределительной сети

соединяется с землей через дугогасящий реактор. При соответствующей резонансной настройке индуктивная составляющая тока дугогасящего реактора, складываясь с емкостной составляющей, позволяет уменьшить суммарный ток в месте повреждения и продолжить безопасную эксплуатацию поврежденного участка сети. Несмотря на существующие методы и средства автоматической настройки дугогасящих реакторов в резонанс с емкостью сети, во многих случаях некорректны, требуют искусственного смещения нейтрали, и как следствие неприменимы. Поэтому тема диссертационной работы Соловьёва И.В. является актуальной.

2. Структура и содержание диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 87-и наименований, 4-х приложений, 57-и рисунков. Общий объем работы – 120 страниц: текст диссертации – 91 страниц, список литературы – 10 страниц, приложения – 19 страниц.

В первой главе рассмотрена задача компенсации емкостного тока при однофазном замыкании на землю. Проведен сравнительный анализ способов управления компенсацией емкостных токов в распределительных электрических сетях и сформулирована задача совершенствования способов управления компенсацией. Предложена концепция совершенствования автоматического управления компенсацией емкостных токов. Определены основные требования к устройству автоматического управления компенсацией.

Во второй главе приводится аналитическое решение задачи измерения параметров контура нулевой последовательности сети на основе измерения параметров сигнала свободной составляющей, выделенного из переходного процесса. Разработан способ измерения частоты свободных колебаний и коэффициента затухания свободных колебаний. Проанализированы граничные условия способа измерения параметров контура нулевой последовательности сети. Дана оценка методической погрешности измерения частоты сигнала свободной составляющей и коэффициента затухания свободных колебаний. В результате выполненной оценки показано, что относительная методическая погрешность измерения частоты и коэффициента затухания свободных колебаний не превышает 1%. Выполнено исследование способа измерения параметров контура нулевой последовательности на модели. Сделан обоснованный вывод о реализуемости предлагаемого способа оценки параметров сети и его высоких метрологических характеристиках.

В третьей главе приведены результаты разработки алгоритмов и программ автоматического управления компенсацией емкостного тока. В качестве критерия настройки сети на резонансный режим используется значение расстройки контура. Приведен алгоритм измерения емкостного тока при известном значении индуктивного тока реактора и расстройки компенсации. Проведены исследования способа автоматического управления компенсацией емкостного тока на макете сети с плунжерным дугогасящим реактором. В результате исследования установлена возможность применения предлагаемого алгоритма автоматической настройки на практике. Выполнена экспериментальная оценка устойчивости алгоритма автоматической настройки для дугогасящего реактора плунжерного типа в пакете Simulink среды MatLab. По результатам оценки были сделаны выводы о том, что устойчивость зависит от соотношения частоты измерения расстройки, ширины зоны нечувствительности, и скорости изменения тока реактора.

В четвертой главе рассмотрено практическое приложение предложенных в работе алгоритмов измерения параметров сети и автоматической настройки дугогасящих реакторов. Основные научные положения работы реализованы в устройстве автоматического управления дугогасящим реактором Бреслер-0107.060. Приведены результаты опытной эксплуатации, доказывающие реализуемость предлагаемых способов, корректность разработанных алгоритмов и правомерность принятых допущений. Выполнен анализ работы устройства и точности настройки компенсации в действующей сети путем сопоставления результатов замеров тока искусственного замыкания на землю. Результаты натурных испытаний доказали высокую точность автоматической настройки реакторов на заданный режим компенсации.

В конце каждой главы приводятся краткие выводы, а в конце диссертации – общие выводы по проведенной работе.

3. Значимость полученных автором диссертации результатов для автоматизации электроэнергетических систем

Теоретическая значимость результатов работы

1. Предложенный способ оценки параметров сети с компенсацией емкостного тока, основанный на оценке частоты и коэффициента затухания сигнала свободной составляющей, выделенной из переходного процесса, протекающего в результате импульсного воздействия на контур, позволяет проводить расчет текущего значения расстройки и добротности контура нулевой последовательности сети.

2. Предложенный способ автоматической настройки дугогасящего реактора по отклонению текущего значения расстройки компенсации от ее целевого значения позволяет повысить точность настройки компенсации в сетях с большими потерями и учитывать режим параллельной работы секций.

3. Разработанные алгоритмы оценки параметров сети и управления режимами компенсации учитывают все существенные ограничения реализуемости новых способов, возникающих в действующих электрических сетях.

Практическая значимость результатов работы

1. Предложенные способы оценки параметров сети, автоматической настройки дугогасящих реакторов и реализующие их алгоритмы позволяют повысить надежность и бесперебойность электроснабжения, электробезопасность и долговечность изоляции электрооборудования.

2. Разработанный способ оценки параметров сети с компенсацией емкостного тока использован ООО «НПП Бреслер» при создании типовых устройств и шкафов автоматики для распределительных сетей среднего напряжения. Применение способа оценки параметров сети позволяет повысить точность настройки на резонанс, расширить круг сетей, в которых обеспечивается стабильная работа устройства автоматики без применения дополнительных мер по созданию искусственной несимметрии.

3. Теоретические и практические результаты работы использованы в учебном процессе в Чувашском государственном университете и в Институте повышения квалификации специалистов релейной защиты и автоматики.

4. Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации

Результаты диссертационной работы могут быть использованы при разработке новых алгоритмов автоматической настройки резонансных объектов, использующих в своей работе анализ параметров сигнала свободной составляющей.

Оценка коэффициента затухания (добротности) распределительной сети может быть использована при разработке устройств контроля изоляции.

5. Вопросы и замечания по диссертации

1. В работе отсутствуют сведения о возможности проведения оценки параметров контура нулевой последовательности сети в режиме однофазного замыкания на землю.

2. Выполняется ли оценка промышленной частоты сети для целей вычисления расстройки?

3. В работе не исследованы вопросы устойчивости алгоритма автоматической настройки применительно к реакторам с конденсаторным регулированием. Не приводится алгоритма автоматической настройки для реакторов с конденсаторным регулированием.

4. Какая частота дискретизации переходных процессов выбрана для практической реализации предлагаемого алгоритма?

5. Утверждение о том, что свободная составляющая переходного процесса не зависит от действующих в сети источников, приведенное в автореферате, является ошибочным. Корни характеристического уравнения не зависят от источников, а постоянные интегрирования свободной составляющей имеют такую зависимость.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г., № 842.

В соответствии с п. 9 диссертационная работа является завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические разработки, имеющие существенное значение для развития страны.

В соответствии с п. 10 диссертационная работа обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты.

В соответствии с п. 11, 12, 13 основные научные результаты исследований опубликованы в 39 работах, из них 7 в рецензируемых научных изданиях, их количество соответствует требованиям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

В соответствии с п. 14 диссертационная работа содержит ссылки на источники заимствования материалов и на работы других авторов.

Заключение

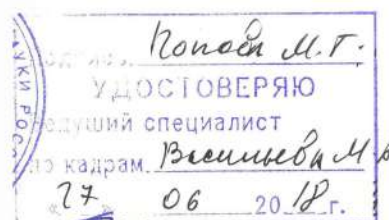
Исследования автора достаточно широко опубликованы в научно-технической литературе. Автореферат и публикации автора отражают основное содержание работы. Приведенные замечания и вопросы не снижают научной и практической ценности диссертации.

Диссертационная работа Соловьёва Игоря Валерьевича «Совершенствование управления компенсацией емкостных токов замыкания на землю в

распределительных электрических сетях» является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задач в области релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем. Работа соответствует всем требованиям ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы, а её автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Отзыв на диссертацию Соловьёва И.В. на тему «Совершенствование управления компенсацией емкостных токов замыкания на землю в распределительных электрических сетях» обсужден и одобрен на заседании кафедры «Электрические станции и автоматизация энергосистем» ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», протокол № 7 от 07 июня 2018 г.

Заведующий кафедрой
«Электрические станции и
автоматизация энергосистем»
ФГАОУ ВО «СПбПУ»,
к.т.н., доцент



Попов Максим Георгиевич

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Россия, 195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, дом 29.

Тел.: 8 (812) 297-20-95; факс: 8 (812) 297-20-95; e-mail: office@spbstu.ru.