



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Энергетика, автоматика и системы коммуникаций»

Сборник задач

по дисциплине

«Релейная защита и автоматика зарубежных стран»

Автор
Шелест В.А.

Ростов-на-Дону, 2017

Аннотация

Методические указания предназначены для студентов очной формы обучения по направлению 13.03.02.

Рецензент: д.т.н., профессор Цыгулев Н.И.

Автор

к.т.н., доцент, профессор кафедры «ЭАиСК» Шелест В.А.



Оглавление

Введение.....	4
Общий порядок проведения лабораторных работ	5
Лабораторная работа № 1 Микропроцессорная система управления электрической частью станций / подстанций SINAUT LSA фирмы SIEMENS	6
Лабораторная работа № 2 МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ЗАЩИТА ЛИНИИ / ФИДЕРА, ДВИГАТЕЛЯ / ГЕНЕРАТОРА, ТРАНСФОРМАТОРА С ИНТЕГРИРОВАННЫМИ ФУНКЦИЯМИ КОНТРОЛЯ И ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ 7SJ531	9
Лабораторная работа № 3 Микропроцессорная дистанционная защита линии электропередачи сетей высокого и сверхвысокого напряжения 7SA513.....	12
Лабораторная работа № 4 Микропроцессорная дифзащита с торможением трансформатора, генератора/двигателя, коротких линий (ошиновок) 7UT512/513.....	16
Лабораторная работа № 5 МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ РЕЛЕ ЗАЩИТЫ ГЕНЕРАТОРА 7UM511/7UM512	20
Лабораторная работа № 6 МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ РЕЛЕ ЗАЩИТЫ ГЕНЕРАТОРА 7UM515/7UM516	24
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	28

ВВЕДЕНИЕ

В настоящих указаниях рассматриваются устройства релейной защиты и автоматики зарубежных стран в соответствии с одноименной рабочей программой.

Выполнению лабораторных работ предшествует изучение теоретической части курса.

Исследования выполняются с целью изучения функциональных возможностей и принципов работы микропроцессорных терминалов релейной защиты, применяемых в зарубежных странах.

В методических указаниях студенту рекомендуется сделать заключение о возможности применения зарубежных терминалов релейной защиты в электроэнергетике России.

Следует выделить недостатки электронных устройств, которые могут проявиться в нормальном и аварийном режимах работы энергосистемы.

Желательно сделать предложения по совершенствованию изучаемых терминалов релейной защиты. Это может стать темой научно-исследовательской работы и будет выполняться на уровне решения изобретательских задач.

Предлагается рассмотреть возможность применения этих микропроцессорных защит для реализации концепции интеллектуализации энергетики всей стран.

Указания предназначены для подготовки бакалавров по направлению 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» и профилю «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем».

ОБЩИЙ ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1. Выполнению лабораторной работы предшествует предварительная подготовка, включающая ознакомление с содержанием работы и изучение теоретического материала.
2. Следующим этапом является получение допуска к выполнению лабораторной работы. Допускаются к работе студенты, представившие оформленный отчет по предыдущей работе, а также показавшие достаточную подготовку к следующей лабораторной работе.
3. Приступая к выполнению работ, необходимо ознакомиться с достоинствами и недостатками устройств релейной защиты и автоматики на базе микропроцессоров.
4. После окончания выполнения лабораторной работы следует предъявить преподавателю все материалы и получить подтверждение от преподавателя о достаточном объеме и качестве проделанной работы.
5. Отчет по лабораторной работе может быть напечатан.
6. Для зачета лабораторной работы студент предъявляет преподавателю индивидуальный отчет, оформленный в соответствии с требованиями, и отвечает на вопросы, как указанные в методических указаниях, так и на дополнительные.
7. Студенты, не получившие допуск или не участвующие активно в проведении лабораторной работы, отстраняются от дальнейшего ее выполнения. Эти студенты и студенты, которые пропустили лабораторные занятия, пишут реферат по теме лабораторной работы, получают у преподавателя допуск и отрабатывают лабораторную работу под контролем учебно-вспомогательного персонала.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧАСТЬЮ СТАНЦИЙ / ПОДСТАНЦИЙ SINAUT LSA ФИРМЫ SIEMENS

Цель работы

Ознакомиться с основными функциями программно-технического комплекса SINAUT LSA. Оценить возможность применения этого комплекса в рамках концепции интеллектуализации энергетики всей страны. Определить возможные направления совершенствования этого комплекса.

Указания к выполнению лабораторной работы

1. Изучить краткую информацию о микропроцессорной системе управления электрической частью станций / подстанций SINAUT LSA.
2. Составить перечень функций реализуемых в программно-техническом комплексе.
3. Дать оценку о возможности применения SINAUT LSA в российской энергетике.
4. Сформировать предложения по дальнейшему развитию этого программно-технического комплекса.

Краткая информация

Программно-технический комплекс (ПТК) для построения АСУТП электрической части станций / подстанций **SINAUT LSA** - последняя модификация широко известной системы **LSA - 678** фирмы **SIEMENS**. Система предназначена для управления станцией / подстанцией в нормальном и аварийном режимах, для коммуникаций с верхними уровнями иерархии в энергосистеме, а также обработки, документирования и архивирования режимных параметров и данных технологического процесса. Эта система представляет собой двухуровневую распределенную иерархическую систему с развитым человеко - машинным интерфейсом и возможностью передачи необходимой информации на вышестоящий уровень.

Основу ПТК составляют микропроцессорные локальные устройства, работающие на присоединениях и являющиеся элементами нижнего уровня децентрализованной системы, решающими следующие задачи:

- релейная защита и автоматика (РЗА);
- измерения аналоговых параметров режима (непосредственно от трансформаторов тока 1 или 5 А и трансформаторов напряжения 100 В с расчетом активных и реактивных мощностей, $\cos \varphi$, частоты f , прямой и обратной последовательности, а также измерения сигналов от стандартных станционных преобразователей);
- сбор дискретной информации (положения коммутационных аппаратов, сигнализация от внешних защит, сигнализация от устройств автоматики и т.п.);
- выдача команд оперативного и автоматического управления непосредственно на исполнительные органы коммутационных аппаратов (длительным рабочим током до 5А, динамическим – 30А);
- цифровое осциллографирование аварийных процессов в устройствах защиты с одновременной записью последовательности всех дискретных входных и выходных сигналов по каждому устройству защиты с автоматической синхронизацией ;
- местная индикация;
- технический учет электроэнергии;

- коммерческий учет электроэнергии (при соединении с импульсными счетчиками);

Микропроцессорные устройства нижнего уровня по назначению делятся на две группы:

- устройства защиты, обеспечивающие на присоединении (ячейке РУ) собственно функции защиты и ряд функций автоматики (УРОВ, ОАПВ, ТАПВ, АВР и др.) с осциллографированием аварийных процессов и событий на присоединении;
- устройства сопряжения с объектом (УСО)

В свою очередь, устройства сопряжения с объектом (УСО) можно подразделить на две группы:

- УСО типа **6MB52**, обеспечивающие на присоединении функции: измерения аналоговых параметров (*с классом точности не хуже 0,5 %*) с расчетом активных и реактивных мощностей, $\cos \varphi$, частоты f , прямой и обратной последовательности; ввода дискретных сигналов (гальваническая развязка 2,5 кВ); вывода команд управления на все коммутационные аппараты ячейки (командные реле рассчитаны на рабочий ток 5А длительно); приема и обработки число - импульсной информации от цифровых счетчиков (для ввода сигнала от счетчика используется один дискретный вход УСО);

- УСО типа **«SIMEAS»**, обеспечивающие на присоединении функции: измерения аналоговых параметров (*с классом точности не хуже 0,2 %*) с расчетом активных и реактивных мощностей, $\cos \varphi$, частоты f ; вывода аналоговых сигналов стандартного уровня пропорциональных входным.

Все устройства защиты одновременно с основной функцией могут решать также и задачу измерения аналоговых параметров соответствующего присоединения, а устройство токовой ступенчатой защиты 7SJ531 может применяться как комбинированное устройство ЗАЩИТА / УСО, т.к. оно разработано с обеспечением функции оперативного управления выключателем. В большинстве случаев, однако, для решения всего комплекса задач на присоединении целесообразным является использование пары: устройство защиты / устройство сопряжения с объектом.

Устройства нижнего уровня в состоянии выполнять свои основные функции автономно и автоматически с индикацией и отображением информации на собственных лицевых панелях (светодиоды, ЖК-дисплей). При этом, каждое такое устройство (защита и УСО) аппаратно и программно разработано еще и как стандартный элемент большой системы, что обеспечивает удаленное чтение данных каждого устройства нижнего уровня и дистанционное управление им.

Каждое устройство нижнего уровня через собственный последовательный канал может соединяться с единым вычислительным устройством, выполняющим функцию центрального общесистемного координатора АСУТП – серия устройств **6MB51**, **6MB55**.

УСО имеет, кроме того, последовательный канал связи с устройством защиты для образования пары: устройство защиты / УСО. Такая пара подключается к центральному координатору одним соединением. Такое соединение обеспечивает экономию кабеля и увеличивает количество приборов подсоединяемых к центральному координатору. Всего центральный координатор типа **6MB513** может обслужить до 32-х соединений с устройствами нижнего уровня, а типа **6MB514** может обслужить до 64-х соединений. При необходимости обслуживания большего количества соединений организуется ветвящаяся структура с дополнительными координаторами в узлах.

Связь между низовыми устройствами и центральным координатором в зависимости от расстояния можно выполнить витой парой или оптоволоконным кабелем.

Обмен данными между низовыми устройствами и центральным координатором происходит под управлением протокола последовательного обмена *VDEW* или *SINAUT 8FW* или *IEC 870-5* (международный стандарт).

Центральный координатор с двумя автоматизированными рабочими местами (АРМ) для оперативного персонала и инженера службы РЗА составляют верхний уровень АСУТП.

За счет распределенной системы управления и автономности отдельных модулей, самодиагностики и выдачи соответствующих сообщений о неисправностях система ***SINAUT LSA*** обладает повышенной живучестью и отказоустойчивостью.

Питание низовых приборов может осуществляться от источника постоянного тока в диапазоне напряжений от 24 до 125 В или от сети переменного тока 220 - 250 В.

ПТК ***SINAUT LSA*** соответствует международным стандартам *МЭК - 255* по электромагнитной совместимости, отвечает климатическим и механическим требованиям, имеет степень защиты корпусов от *IP20* до *IP51* (для различных типов приборов).

Конструктивно низовые устройства и центральный координатор могут быть размещены на панелях релейных щитов или в электротехнических шкафах и эксплуатироваться в промышленных помещениях или на открытых распределительных устройствах.

Вопросы

1. Какое назначение программно- технического комплекса *SINAUT LSA*?
2. Какие вопросы необходимо решить при внедрении *SINAUT LSA* электрической станции или подстанции?
3. Какой ожидаемый эффект от применения программно- технического комплекса *SINAUT LSA*?
4. Какие можно предложить меры для повышения эффективности применения программно- технического комплекса *SINAUT LSA*?
5. Какие следует принять меры для обеспечения кибербезопасности при применении программно- технического комплекса *SINAUT LSA*?

Указания по составлению отчета

Отчет должен содержать:

1. Цель работы
2. Краткое описание микропроцессорной системы управления электрической частью станций и подстанций *SINAUT LSA*.
3. Заключение о возможности применения этого комплекса в рамках концепции интеллектуализации энергетики всей страны.
4. Предложения о возможных направлениях совершенствования этого комплекса.
5. Ответы на вопросы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ЗАЩИТА ЛИНИИ / ФИДЕРА, ДВИГАТЕЛЯ / ГЕНЕРАТОРА, ТРАНСФОРМАТОРА С ИНТЕГРИРОВАННЫМИ ФУНКЦИЯМИ КОНТРОЛЯ И ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ 7SJ531

Цель работы

Ознакомиться с основными функциями микропроцессорной защиты линии / фидера, двигателя / генератора и трансформатора **7SJ531**. Оценить возможность применения этой защиты в рамках концепции интеллектуализации энергетики всей страны. Определить возможные направления совершенствования этой защиты.

Указания к выполнению лабораторной работы

1. Изучить краткую информацию о микропроцессорной защите линии / фидера, двигателя / генератора и трансформатора **7SJ531**.
2. Составить перечень функций реализуемых в этой комплексной защите.
3. Дать оценку о возможности применения **7SJ531** в российской энергетике.
4. Сформировать предложения по дальнейшему развитию этой комплексной защиты.

Краткая информация



Рисунок 2.1 – Универсальная микропроцессорная защита линий, генераторов и трансформаторов.

7SJ531 - полностью цифровое комбинированное устройство защиты, контроля и управления (Рисунок 2.1), которое предназначено для защиты радиальных линий электропередачи с одно-, двухсторонним питанием, кольцевых сетей среднего напряжения с глухозаземленной, изолированной или компенсированной нейтралью.

Устройство **7SJ531** может использоваться для защиты асинхронных машин любой мощности, а также, в качестве резервной защиты для основной защиты линии, трансформатора или двигателя/генератора.

Интегрированные функции позволяют реализовать местное и/или дистанционное оперативное управление силовым выключателем, контроль первичной схемы и режимных параметров.

Защита линии (фидера)

- Направленная / ненаправленная токовая защита от междупазных коротких замыканий и коротких замыкания на землю,

с независимыми и/или обратно-зависимыми характеристиками выдержки времени (стандарты *IEC* или *ANSI*).

- Обнаружение замыкания на землю в изолированных и компенсированных сетях с высокой чувствительностью, определение поврежденной фазы и селективное отключение.
- Защита от понижения / повышения напряжения
- Однократное или многократное (до 9) автоматическое повторное включение с программируемыми пользователем режимами работы.
- Защита от перегрузки (соответствие *IEC 255-8*)
- Защита от отказа силового выключателя (*УРОВ*)
- Защита на принципе каскадного отключения, основанная на логике блокировки защиты от телесигнала
- Защита от несимметричной нагрузки
- Защита от включения на короткое замыкание.

Защита двигателя/генератора

- Защита двигателя/генератора от всех видов коротких замыканий
- Защита статора от перегрузки с двумя задаваемыми постоянными времени
- Контроль времени запуска двигателя (защита при заторможенном роторе)
- Запрет повторного включения двигателя
- Защита от несимметричной нагрузки
- Контроль и определение снижения токов нагрузки.

Защита трансформатора

- Токовая ступенчатая защита трансформатора от всех видов коротких замыканий
- Защита трансформатора от перегрузки (согласно *IEC 255-8*)
- Защита от несимметричной нагрузки.

Управление присоединением

- Местное и/или дистанционное управление силовым выключателем через интегрированную местную панель управления, дискретные входы, переносной/стационарный персональный компьютер с помощью программы *DIGSI* и/или систему управления *SINAUT LSA*
- Отображение на встроенном графическом дисплее и оперативный контроль состояния электрической схемы защищаемого присоединения (до пяти коммутационных аппаратов)
- До 22 возможных вариантов выбора первичной электрической схемы защищаемого оборудования (ячейки выключателей и разъединителей питающих и распределительных линий, одиночных или двойных сборных шин, секционных выключателей, ТН и т.д.)

Контроль режимных параметров

Расчет, отображение и передача текущих измеряемых величин:

- Действующие значения токов, напряжений, активной и реактивной мощности
- Показатели приема/отдачи активной и реактивной энергии: $-Wh_p, Wh_Q$
- Контроль выхода за пороговые величины $P >, Q >, \cos \varphi <$
- Счетчик времени оперативных часов.

Дополнительные функции

- Переключение / Изменение уставок (четыре независимые группы) и параметров конфигурации в "темпе процесса"
- Определяемые пользователем характеристики срабатывания для токовой, токовой направленной защиты от коротких замыканий и замыканий на землю
- Контроль состояния оперативных цепей отключения
- Процедура тестирования режима "Отключить" и цикла "Отключить"- "Включить": - проверка выходных контактов(реле) защиты
- Регистрация аварий (протоколы событий и записи аварийных процессов для восьми последних повреждений)

Коммуникации с верхним уровнем системы управления

- устройство может работать независимо в составе традиционной системы управления подстанции, а также быть свободно интегрированно с помощью последовательного интерфейса (*ВОЛС*, витая пара), работающего по стандартному *IEC 870-5-103* или *Siemens*-специфичному протоколу обмена с системой контроля и управления подстанции *SINAUT LSA / SCADA*, центральным координатором защит, концентратором данных *DAKON*.
- Ввод в действие и эксплуатация: - удобные местные (функциональная клавиатура, переносной ПК) и централизованные (стационарный ПК) инструментальные и программные средства (*DIGSI*) настройки, обслуживания, параметрирования и конфигурирования.

Вопросы

1. Какое назначение микропроцессорной защиты линии / фидера, двигателя / генератора и трансформатора **7SJ531**?
2. Какие вопросы необходимо решить при внедрении защиты **7SJ531** на электрической станции или подстанции?
3. Какой ожидаемый эффект от применения комплексной защиты **7SJ531**?
4. Какие можно предложить меры для повышения эффективности применения комплексной защиты **7SJ531**?
5. Какие следует принять меры для обеспечения кибербезопасности при применении **7SJ531**?

Указания по составлению отчета

Отчет должен содержать:

1. Цель работы
2. Краткое описание микропроцессорной защиты линии / фидера, двигателя / генератора и трансформатора **7SJ531**.
3. Заключение о возможности применения этой комплексной защиты в рамках концепции интеллектуализации энергетики всей страны.
4. Предложения о возможных направлениях совершенствования этой комплексной защиты.
5. Ответы на вопросы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ДИСТАНЦИОННАЯ ЗАЩИТА ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ СЕТЕЙ ВЫСОКОГО И СВЕРХВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ 7SA513

Цель работы

Ознакомиться с основными функциями микропроцессорной дистанционной защиты линии электропередачи сетей высокого и сверхвысокого напряжения 7SA513. Оценить возможность применения этой защиты в рамках концепции интеллектуализации энергетики всей страны. Определить возможные направления совершенствования микропроцессорной дистанционной защиты линии электропередачи сетей высокого и сверхвысокого напряжения 7SA513.

Указания к выполнению лабораторной работы

1. Изучить краткую информацию о микропроцессорной дистанционной защите линии электропередачи сетей высокого и сверхвысокого напряжения 7SA513.
2. Составить перечень функций реализуемых в программно-техническом комплексе этой защиты.
3. Дать оценку о возможности применения микропроцессорной дистанционной защиты линии электропередачи сетей высокого и сверхвысокого напряжения 7SA513 в российской энергетике.
4. Сформировать предложения по дальнейшему развитию этой дистанционной защиты.

Краткая информация

Область применения

Микропроцессорное устройство защиты 7SA513 (Рисунок 3.1) обеспечивает селективную и быстродействующую защиту от всех видов коротких замыканий на воздушных и кабельных линиях электропередачи с односторонним или многосторонним питанием, любого класса напряжения и режима нейтрали (глухозаземленной, компенсированной или изолированной).

Базовая функция - быстродействующая дистанционная защита от междуфазных коротких замыканий и замыканий на землю с тремя основными и двумя дополнительными направленными/ненаправленными измерительными органами сопротивления с многоугольными характеристиками срабатывания, логикой приема/передачи телесигналов.

Надежность действия защиты обеспечивается программно-настраиваемыми чувствительными пусковыми органами: токовыми, напряжения, полного сопротивления, комбинированными.



Рисунок 3.1 – Микропроцессорная дистанционная защита ЛЭП

Устройство *7SA513* реализует различные дополнительные функции, обычно требуемые для выполнения защиты и автоматики присоединения (ступенчатая токовая защита от междуфазных КЗ и замыканий на землю, АПВ, ОМП, защита от перенапряжения и т.д.).

Устройство может работать независимо, а также быть свободно интегрировано с помощью последовательного интерфейса (*ВОЛС*, витая пара), работающего по стандартному протоколу обмена (*IEC 870-5-103* или *Siemens*-специфичный) с системой контроля и управления подстанции *SINAUT LSA*, центральным координатором защит *SZG*, концентратором данных *DAKON*, что позволяет реализовать дистанционную настройку и эксплуатацию устройства.

Основные характеристики

- Быстродействующая направленная ("вперед" и/или "назад") дистанционная защита с временем срабатывания меньше чем один период основной частоты (< 20 мс, при 50 Гц; < 16 мс при 60 Гц).
- Пусковые органы: токовый ($I >$); комбинированный по току, напряжению и углу ($U <, I >, \varphi$); полного сопротивления, а также их сочетание, обеспечивают надежную идентификацию повреждения в сети.
- Высокая чувствительность и селективность защиты обеспечивается, даже при КЗ с высоким переходным сопротивлением на землю и наличии подпитки, высокой точностью измерения, адаптивными измерительными методами, компенсацией токов нагрузки
- Аварийная и резервная токовые ступенчатые защиты с независимой / зависимой выдержкой времени от всех видов повреждений

Релейная защита и автоматика зарубежных стран

- Отдельная чувствительная токовая направленная / ненаправленная защита от высокоомных коротких замыканий на землю с логикой приема / передачи телесигналов
- Интегрированная функция определения места повреждения на линии электропередачи. Выдача результата ОМП в численной и/или аналоговой (опционально) форме
- Компенсация токов параллельной линии при выполнении дистанционных измерительных органов и определении расстояния до места повреждения
- Логика приема/передачи телесигналов по каналу связи (нормально-присутствующих / отсутствующих, блокирующих / разрешающих)
- Эхо-функция и передача телесигнала для отключения стороны со слабым питанием (каскадное отключение)
- Блокировка от качаний и/или отключение неустойчивой электропередачи (два органа полного сопротивления: "чувствительный" и "грубый" для идентификации качаний, измерение и контроль скорости изменения сопротивления)
- Защита от повышения / понижения напряжения
- Однофазное и/или трехфазное автоматическое повторное включение (АПВ), одно- или многократное, свободно программируемое. Контроль синхронизма при АПВ и включении линии под нагрузку
- Защита от повреждения выключателя (УРОВ)
- Энергонезависимая память для регистрации аварийных процессов; максимальная длина записи 10 с для 50 Гц или 8.3 с для 60 Гц; протоколы событий нормального и аварийного режима; записи аварий для восьми последних повреждений
- Измерение, контроль и индикация текущих режимных параметров линии
- Встроенные функции самодиагностики, контроль состояния вторичных цепей, блокировка от неисправности цепей напряжения
- Переключение / Изменение уставок (четыре независимые группы) и параметров конфигурации в "темпе процесса"
- Свободно программируемые дискретные входы, сигнальные светодиоды и реле, реле отключения

Вопросы

1. Какое назначение микропроцессорной дистанционной защиты линии электропередачи сетей высокого и сверхвысокого напряжения 7SA513?
2. Какие вопросы необходимо решить при внедрении дистанционной защиты 7SA513 на электрической станции или подстанции?
3. Какой ожидаемый эффект от применения дистанционной защиты 7SA513?
4. Какие можно предложить меры для повышения эффективности применения дистанционной защиты 7SA513?
5. Какие следует принять меры для обеспечения кибербезопасности при применении дистанционной защиты линии электропередачи 7SA513?

Указания по составлению отчета

Отчет должен содержать:

1. Цель работы
2. Краткое описание микропроцессорной дистанционной защиты линии электропередачи сетей высокого и сверхвысокого напряжения 7SA513.
3. Заключение о возможности применения этой защиты в рамках концепции интеллектуализации энергетики всей страны.
4. Предложения о возможных направлениях совершенствования этой защиты.
5. Ответы на вопросы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ДИФЗАЩИТА С ТОРМОЖЕНИЕМ ТРАНСФОРМАТОРА, ГЕНЕРАТОРА/ДВИГАТЕЛЯ, КОРОТКИХ ЛИНИЙ (ОШИНОВОК) 7UT512/513

Цель работы

Ознакомиться с микропроцессорной дифференциальной защитой с торможением трансформатора, генератора/двигателя, коротких линий (ошиновок) 7UT512/513. Оценить возможность применения этой комплексной защиты в рамках концепции интеллектуализации энергетики всей страны. Определить возможные направления совершенствования этой комплексной защиты.

Указания к выполнению лабораторной работы

1. Изучить краткую информацию о микропроцессорной дифференциальной защите с торможением трансформатора, генератора/двигателя, коротких линий (ошиновок) 7UT512/513.
2. Составить перечень функций реализуемых в программно-техническом комплексе этой защиты.
3. Дать оценку о возможности применения защиты 7UT512/513 в российской энергетике.
4. Сформировать предложения по дальнейшему развитию этой комплексной защиты.

Краткая информация

Область применения.

Основное назначение устройств 7UT512/513 (Рисунок 4.1) выполнение полностью цифровой быстродействующей абсолютноселективной дифференциальной защиты с торможением от всех видов коротких замыканий двух-трехобмоточных трансформаторов, генератора / двигателя, коротких двух-трехконцевых линий (ошиновок).

Устройства параметрически программируются (настраиваются) для каждого конкретного применения, чем достигается оптимальное согласование с защищаемым объектом. Возможно использование устройств как для трехфазных, так и группы однофазных элементов.

Наряду с перечисленными, устройства осуществляют ряд дополнительных функций (резервная токовая защита, защита от перегрузки и т.д. - см.ниже)

Возможны два типа исполнения устройств:



Рисунок 4.1 - Микропроцессорная дифференциальная защита с торможением трансформатора, генератора/двигателя, коротких линий.

- 7UT512 - компактное устройство для защиты двухобмоточных / концевых элементов
- 7UT513 - компактное устройство для защиты двух-/трех- обмоточных/концевых элементов с дополнительной чувствительной защитой от замыканий на землю

Устройства защиты *7UT512/513* могут работать независимо в составе традиционной системы управления подстанции, а также быть интегрированными в современную систему управления *SINAUT LSA* с помощью оптоволоконного или электрического интерфейса по стандартному *IEC 870-5-103* или *SIEMENS*-специфичному протоколу обмена.

Основные характеристики

- Свободно программируемая кусочно-линейная характеристика дифференциального ИО с торможением (несколько зон с различными коэффициентами торможения), обеспечивающая высокую чувствительность и селективность защиты при различных видах КЗ

Релейная защита и автоматика зарубежных стран

- Интегрированная функция учета группы соединения обмоток и согласования коэффициентов трансформации ТТ.
- Для отстройки от токов небаланса вызванных наличием интенсивных переходных составляющих, статическими и динамическими погрешностями ТТ, бросками тока намагничивания используется торможение полными токами плеч, торможение составляющими 2 и 5 гармоник, 3 и 4 гармоник (опционально).
- Дифференциальная токовая отсечка для мгновенного отключения трансформатора при больших токах повреждения в зоне
- Контроль обрыва фаз защищаемого присоединения и вторичных цепей.
- Возможность блокирования дифференциальной защиты с помощью внешних дискретных сигналов.
- Защита от перегрузки отдельно для каждой из 2^x обмоток или 2^x линий с интегральными тепловыми характеристиками
- Резервная ступенчатая независимая / зависимая токовая защита от междуфазных замыканий и/или КЗ на землю и для одной из сторон (по выбору).
- Чувствительная защита от замыканий на землю на принципе амплитудно-фазного сравнения тока нейтрали и суммарного тока ($3I_0$) на одной из выбранных сторон
- Чувствительная токовая защита бака трансформатора
- Свободно программируемые дискретные входы, сигнальные светодиоды и реле, командные реле отключения.
- Измерение и индикация текущих нагрузочных, дифференциальных и тормозных токов
- Встроенный таймер и энергонезависимая память для хранения рабочих и аварийных параметров
- Регистрация аварийных событий и процессов
- Ввод в действие и эксплуатация: - удобные местные (функциональная клавиатура, переносной ПК) и централизованные (стационарный ПК) инструментальные и программные средства настройки, обслуживания, параметрирования и конфигурирования.

Вопросы

1. Какое назначение микропроцессорной дифференциальной защиты с торможением трансформатора, генератора/двигателя, коротких линий (ошиновок) 7UT512/513?
2. Какие вопросы необходимо решить при внедрении микропроцессорной защиты 7UT512/513 на электрической станции или подстанции?
3. Какой ожидаемый эффект от применения комплексной защиты 7UT512/513?
4. Какие можно предложить меры для повышения эффективности применения комплексной защиты 7UT512/513?
5. Какие следует принять меры для обеспечения кибербезопасности при применении этой микропроцессорной защиты, содержащей программное обеспечение зарубежного производителя?

Указания по составлению отчета

Отчет должен содержать:

1. Цель работы
2. Краткое описание микропроцессорной дифференциальной защиты с торможением трансформатора, генератора/двигателя, коротких линий (ошиновок) 7UT512/513.
3. Заключение о возможности применения этой комплексной защиты в рамках концепции интеллектуализации энергетики всей страны.
4. Предложения о возможных направлениях совершенствования этой комплексной защиты.
5. Ответы на вопросы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ РЕЛЕ ЗАЩИТЫ ГЕНЕРАТОРА 7UM511/7UM512

Цель работы

Ознакомиться с основными функциями микропроцессорных реле защиты генератора 7UM511/7UM512 . Оценить возможность применения этих реле в рамках концепции интеллектуализации энергетики всей страны. Определить возможные направления совершенствования этих реле.

Указания к выполнению лабораторной работы

1. Изучить краткую информацию о микропроцессорных реле защиты генератора 7UM511/7UM512.
2. Составить перечень функций реализуемых в этих реле.
3. Дать оценку о возможности применения микропроцессорных реле 7UM511/7UM512 в российской энергетике.
4. Сформировать предложения по совершенствованию этих реле.

Краткая информация

Область применения

Устройство 7UM511 (Рисунок 5.1) - полностью цифровое реле использующееся для выполнения защиты генераторов различной мощности и схемы подключения.



Рисунок 5.1- МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ РЕЛЕ ЗАЩИТЫ ГЕНЕРАТОРА 7UM511.

В комбинации с устройством дифференциальной токовой защиты серии 7UT51 реле 7UM511 полностью обеспечивает функции защиты всех типов генераторов малой мощности.

Для выполнения полного комплекса защиты генератора большей мощности устройство 7UM511 применяется в комбинации с защитными реле серии 7UM51.

Сочетание нескольких взаиморезервируемых типов реле использующих различные принципы функционирования позволяет обеспечить надежную селективную защиту генератора от всех видов повреждений.

Устройство защиты может работать с традиционными системами управления станции или быть интегрированным в современную микропроцессорную систему управления *SINAUT LSA*.

Основные характеристики

- Токовая ступенчатая защита (с комбинированным реле минимального напряжения)
- Односистемная чувствительная токовая защита от замыканий на землю (может использоваться как защита обмотки ротора от ЗЗ)
- Защита от перегрузки статора
- Защита от недовозбуждения
- Ступенчатая защита от повышения напряжения
- Защита от понижения напряжения
- Защита от повышения / понижения частоты
- Защита от реверса мощности
- Контроль мощности генератора в прямом направлении (выход параметра за программируемую верхнюю/нижнюю границу, контроль времени выхода)
- Защита от несимметричной нагрузки
- Защита от замыканий на землю статора по напряжению $U_0 >$
- Свободно программируемые дискретные входы, сигнальные светодиоды и реле, командные реле отключения.
- Возможность прямого подключения к входным дискретным цепям реле других типов защитного оборудования генератора (газовая, технологические и т.д.)
- Измерение и индикация текущих параметров работы генератора
- Регистрация аварийных событий и процессов
- Встроенный таймер и энергонезависимая память для хранения рабочих и аварийных параметров
- Контроль и индикация неисправности цепей отключения выключателя (электромагнита отключения, оперативного тока)
- Ввод в действие и эксплуатация: - удобные местные (функциональная клавиатура, переносной ПК) и централизованные (стационарный ПК) инструментальные и программные средства (*DIGSI*) настройки, обслуживания, параметрирования и конфигурирования.
- Оптический или электрический интерфейс с координатором защит, концентратором данных *DAKON* или системой управления: *Siemens*-специфичный или стандартный протокол согласно *IEC 870-5-103*.

Область применения

Устройство *7UM512* (Рисунок 5.2) - полностью цифровое реле использующееся для выполнения защиты генераторов различной мощности и схемы подключения.

В комбинации с устройством дифференциальной токовой защиты серии *7UT51* и реле *7UM511* устройство *7UM512* полностью обеспечивает функции защиты всех типов генераторов малой и средней мощности.

Для выполнения полного комплекса защиты генератора большой мощности

блочного исполнения устройство 7UM512 применяется в комбинации с защитными реле серии 7UM51 и 7UT51.



Рисунок 5.2 - МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ РЕЛЕ ЗАЩИТЫ ГЕНЕРАТОРА 7UM512

Сочетание нескольких взаиморезервируемых типов реле использующих различные принципы функционирования позволяет обеспечить надежную селективную защиту генератора от всех видов повреждений.

Устройство защиты может работать с традиционными системами управления станции или быть интегрированным в современную микропроцессорную систему управления *SINAUT LSA*.

Основные характеристики

- Максимальная токовая защита с комбинированным реле минимального напряжения
- Максимальная/минимальная токовая защита
- Двухступенчатая защита от повышения напряжения
- Частотнозависимая защита от понижения напряжения
- Защита постоянного напряжения
- Двухступенчатая защита от повышения / понижения частоты
- Контроль активной мощности генератора, защита от реверса активной мощности.
- Контроль реактивной мощности, защита от недовозбуждения
- Защита от несимметричной нагрузки на принципе измерения токов обратной последовательности и интегральной тепловой характеристикой с независимыми ступенями действующими на сигнал и на отключение
- 90% защита от замыканий на землю статора
- Направленная защита от замыканий на землю статора

Релейная защита и автоматика зарубежных стран

- Импедансная защита от замыканий на землю обмотки ротора с независимыми ступенями действующими на сигнал и на отключение
- Свободно программируемые дискретные входы, сигнальные светодиоды и реле, командные реле отключения.
- Возможность прямого подключения к входным цепям устройства технологических защит генератора (газовая, вибрационная и т.д.)
- Измерение и индикация текущих параметров работы генератора (токи и напряжения прямой, обратной и нулевой последовательности, активная и реактивная мощности, $\cos\varphi$, фазовые соотношения, напряжение возбуждения)
- Регистрация аварийных событий и процессов (мгновенные или действующие значения)
- Встроенный таймер и энергонезависимая память для хранения рабочих и аварийных параметров
- Встроенные функции самодиагностики, контроль состояния цепей отключения выключателя (электромагнита отключения, оперативного тока)
- Ввод в действие и эксплуатация: - удобные местные (функциональная клавиатура, переносной ПК) и централизованные (стационарный ПК) инструментальные и программные средства (*DIGSI*) настройки, обслуживания, параметрирования и конфигурирования.
- Оптический или электрический интерфейс с координатором защит, концентратором *DAKON* или системой управления станции: *Siemens*-специфичный или стандартный протокол согласно *IEC 870-5-103*.

Вопросы

1. Какое назначение микропроцессорных реле защиты генератора 7UM511/7UM512?
2. Какие вопросы необходимо решить при внедрении реле 7UM511/7UM512 на электрической станции или подстанции?
3. Какой ожидаемый эффект от применения микропроцессорных реле защиты генератора 7UM511/7UM512?
4. Какие можно предложить меры для повышения эффективности применения этих микропроцессорных реле?
5. Какие следует принять меры для обеспечения кибербезопасности при применении этих микропроцессорных реле.

Указания по составлению отчета

Отчет должен содержать:

1. Цель работы
2. Краткое описание микропроцессорных реле защиты генератора 7UM511/7UM512.
3. Заключение о возможности применения этих реле в рамках концепции интеллектуализации энергетики всей страны.
4. Предложения о возможных направлениях совершенствования этих реле.
5. Ответы на вопросы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ РЕЛЕ ЗАЩИТЫ ГЕНЕРАТОРА 7UM515/7UM516

Цель работы

Ознакомиться с основными функциями микропроцессорных реле защиты генератора 7UM515/7UM516. Оценить возможность применения этих реле в рамках концепции интеллектуализации энергетики всей страны. Определить возможные направления совершенствования этих реле.

Указания к выполнению лабораторной работы

1. Изучить краткую информацию о микропроцессорных реле защиты генератора 7UM515/7UM516.
2. Составить перечень функций реализуемых в этих реле.
3. Дать оценку о возможности применения микропроцессорных реле 7UM515/7UM516 в российской энергетике.
4. Сформировать предложения по совершенствованию этих реле..

Краткая информация

Область применения

Устройство 7UM515 - полностью цифровое реле, которое как правило, используется для защиты генераторов большой мощности блочного исполнения.



Рисунок 6.1 - Микропроцессорные реле защиты генератора 7um515/7um516

В большинстве случаев, для выполнения полного комплекса защиты генератора устройство *7UM515* применяется в комбинации с другими защитными реле из серии *7UM51* и *7UT51*.

Сочетание различных типов реле и взаиморезервируемых принципов защиты позволяет обеспечить надежную селективную защиту генератора от всех видов повреждений.

Устройство может работать с традиционными системами управления станции или быть интегрированным в современную микропроцессорную систему управления *SINAUT LSA*.

Основные характеристики

- 100% защита статора от замыканий на землю на принципе получения и оценки сопротивления "фаза-земля" с модуляцией напряжения частотой 20 Гц и дополнительной токовой ступенью реагирующей на 50 Гц-составляющие повреждения
- Чувствительная защита обмотки ротора от замыканий на землю на принципе оценки сопротивления с независимыми ступенями, действующими на сигнал и на отключение
- Защита статора от замыкания на землю на принципе оценки напряжения нулевой последовательности $U_0 >$
- Защита от витковых замыканий
- Защита от перевозбуждения, основанная на оценке изменения параметра напряжения / частота, с независимой / зависимой временной характеристикой, определяемой тепловой моделью генератора
- Ступенчатая защита от повышения напряжения, защита от понижения напряжения
- Четырехступенчатая защита от понижения/ повышения частоты, с блокировкой минимального напряжения
- Свободно программируемые дискретные входы, сигнальные светодиоды и реле, командные реле отключения
- Возможность прямого подключения к входным дискретным цепям реле других типов защитного оборудования генератора (газовая, технологические и т.д.)
- Измерение и индикация текущих параметров работы генератора
- Регистрация аварийных событий и процессов
- Встроенный таймер и энергонезависимая память для хранения рабочих и аварийных параметров
- Контроль и индикация неисправности цепей отключения выключателя (электромагнита отключения, оперативного тока)
- Ввод в действие и эксплуатация: - удобные местные (функциональная клавиатура, переносной ПК) и централизованные (стационарный ПК) инструментальные и программные средства (*DIGSI*) настройки, обслуживания, параметрирования и конфигурирования

Оптический или электрический интерфейс с координатором защит, концентратором данных *DAKON* или системой управления: Siemens-специфичный или стандартный протокол согласно *IEC 870-5-103*.

Область применения

Устройство *7UM516* - полностью цифровое реле, которое как правило, используется для защиты генераторов большой мощности блочного исполнения.

В большинстве случаев, для выполнения полного комплекса защиты генератора устройство *7UM516* применяется в комбинации с другими защитными реле из серии *7UM51* и *7UT51*.

Сочетание нескольких взаиморезервируемых типов реле использующих различные принципы функционирования позволяет обеспечить надежную селективную защиту генератора от всех видов повреждений.

Устройство может работать с традиционными системами управления станции или быть интегрированным в современную микропроцессорную систему управления *SINAUT LSA*.

Основные характеристики

- Ступенчатая дистанционная защита (полного сопротивления) с пуском по току и напряжению, четырехугольными характеристиками срабатывания
- Защита от асинхронного хода (потери синхронизма), с пуском по току прямой и/или обратной последовательности, четырехугольными характеристиками ИО полного сопротивления, программируемым счетчиком допустимых циклов качания с зависимостью от тяжести нарушения
- Ступенчатая защита от несимметричной нагрузки, на принципе оценки тока обратной последовательности с независимой и интегральной временной характеристикой
- Контроль мощности генератора в прямом направлении (выход параметра за программируемую верхнюю/нижнюю границу, контроль времени выхода)
- Защита от реверса мощности
- Защита от замыканий на землю статора по напряжению $U_0 >$
- Свободно программируемые дискретные входы, сигнальные светодиоды и реле, командные реле отключения.
- Возможность прямого подключения к входным цепям устройства других типов защитного оборудования генератора (газовая, технологические и т.д.)
- Измерение и индикация текущих параметров работы генератора
- Регистрация аварийных событий и процессов
- Встроенный таймер и энергонезависимая память для хранения рабочих и аварийных параметров
- Контроль и индикация неисправности цепей отключения выключателя (электромагнита отключения, оперативного тока)
- Ввод в действие и эксплуатация: - удобные местные (функциональная клавиатура, переносной ПК) и централизованные (стационарный ПК) инструментальные и программные средства (*DIGSI*) настройки, обслуживания, параметрирования и конфигурирования
- Оптический или электрический интерфейс с координатором защит, концентратором *DAKON*, или системой управления: *Siemens*-специфичный или стандартный протокол согласно *IEC 870-5-103*.

Вопросы

1. Какое назначение микропроцессорных реле защиты генератора 7UM515/7UM516?
2. Какие вопросы необходимо решить при внедрении реле 7UM515/7UM516 на электрической станции или подстанции?
3. Какой ожидаемый эффект от применения микропроцессорных реле защиты генератора 7UM515/7UM516?
4. Какие можно предложить меры для повышения эффективности применения этих микропроцессорных реле?
5. Какие следует принять меры для обеспечения кибербезопасности при применении этих микропроцессорных реле.

Указания по составлению отчета

Отчет должен содержать:

1. Цель работы
2. Краткое описание микропроцессорных реле защиты генератора 7UM515/7UM516.
3. Заключение о возможности применения этих реле в рамках концепции интеллектуализации энергетики всей страны.
4. Предложения о возможных направлениях совершенствования этих реле.
5. Ответы на вопросы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гуревич В. Микропроцессорные реле защиты. Устройства, проблемы, перспективы. – М: Инфра-Инженерия, 2011. – 336 с.
2. Программно-технические комплексы для создания АСУ ТП в электроэнергетике. - SIEMENS AG. – М: НПК "Дельфин – Информатика, 1998. – 64 с.
3. Примеры построения микропроцессорных автоматизированных систем контроля и управления электрической части станций/подстанций на базе программно-технических комплексов фирмы SIEMENS AG. – М: НПК "Дельфин – Информатика, 1998. – 62 с.