

ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра «Цифровые технологии и платформы
в энергетике»

Практикум
по дисциплине

«Проектирование систем релейной защиты и автоматики»

Авторы
Шелест В.А.
Юров А.А.

Ростов-на-Дону, 2023



Аннотация

Практикум предназначен для студентов всех форм обучения для направления 13.04.02 Интеллектуальные электроэнергетические системы.

Авторы

к.т.н., доцент кафедры «Цифровые технологии и платформы в энергетике»
Шелест В.А.

к.т.н, зав. кафедрой «Цифровые технологии и платформы в энергетике»
Юров А.А.



Оглавление

Введение	4
1. Терминал сириус-2ДЗЛ-04 (ЛР1)	4
1.1. Описание и работа.....	5
1.2. Функции устройства.....	6
1.3. Задания	9
2. Терминал сириус-ЗЛВ-06 (ЛР2)	10
2.1. Описание и работа.....	10
2.2. Функции устройства.....	12
2.3. Задания	13
3. Терминал сириус-ЗВ4-04 (ЛР3).....	14
3.1. Описание и работа.....	14
3.2. Функции устройства.....	16
3.3. Контрольные вопросы.....	17
4. Терминал сириус-ГС-02 (ЛР4)	18
4.1. Описание и работа.....	18
4.2. Функции устройства.....	19
4.3. Контрольные вопросы.....	20
5. Терминал сириус-ТЗ (ЛР5).....	21
5.1. Описание и работа.....	21
5.2. Функции устройства.....	23
5.3. Контрольные вопросы.....	27
Перечень информационных ресурсов литературы	29

ВВЕДЕНИЕ

1. Необходимо знать и строго выполнять все правила техники безопасности при работе в лаборатории.

2. Выполнению лабораторной работы предшествует предварительная подготовка, включающая ознакомление с содержанием работы и изучение теоретического материала. 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. По окончании работы на стенде студент сообщает преподавателю полученные результаты, чтобы при необходимости можно было повторить опыт или внести необходимые коррективы.

4. Для закрепления материала студент самостоятельно дома выполняет компьютерное моделирование лабораторной работы с применением программы Multisim.

5. При получении зачета по лабораторной работе студент предъявляет преподавателю индивидуальный отчет, выполненный в Word и оформленный в соответствии с существующими требованиями. Затем отвечает на вопросы типа: «что делал?, как делал?, какой получил результат? и какие сделали выводы?»

6. 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.

7. Студент может проявить инициативу и предложить дополнительные исследования по тематике лабораторных работ. Интересные результаты можно доложить на конференции.

1.1. Описание и работа

Устройство предназначено для обеспечения основной защиты абсолютной селективности воздушных, кабельных и смешанных воздушно-кабельных линий класса напряжений 110-220 кВ в сетях с эффективно заземленной нейтралью. Содержит 2 вида основных защит абсолютной селективности:

- дифференциальная защита линии (ДЗЛ);
- защита с использованием логики телеускорения (ВЧТО) дистанционной защиты и токовой защиты нулевой последовательности с передачей разрешающих сигналов.

А также набор ступенчатых защит относительной селективности:

- дистанционные защиты (ДЗ);
- токовые защиты нулевой последовательности (ТЗНП); – токовые защиты (ТО, МТЗ).

В устройстве реализована функция УРОВ для двух выключателей.

Устройство может применяться на двухконцевых линиях с одно- или двухсторонним питанием. Полный комплекс защиты линии должен состоять из двух одинаковых устройств (полукомплектов), устанавливаемых по концам защищаемой линии.

Предусматривается защита линии при подключении ее к системе через два выключателя (например, «полutorная» схема, «четыреугольник», «мостик» и т.п.), при этом контролируются токи каждого выключателя. Данная схема приведена на рисунке 1. Вариант подключения линии через один выключатель приведен на рисунке 2.

Предусматривается наличие на защищаемой линии одного или нескольких ответвлений с понижающими трансформаторами без источников питания. Для этого предусмотрены специальные дополнительные измерительные органы (ИО), блокирующие действие ДЗЛ при КЗ за трансформатором ответвления.

Устройство не включает в себя функции АУВ, поэтому подразумевается его использование совместно с уже существующими схемами управления и АПВ выключателей или с отдельными терминалами АУВ.

Полукомплекты защиты связываются между собой с помощью защитного КС. Под защитным КС, здесь и далее, понимается

цифровой канал, предназначенный для передачи информации, необходимой для функционирования защиты абсолютной селективности.

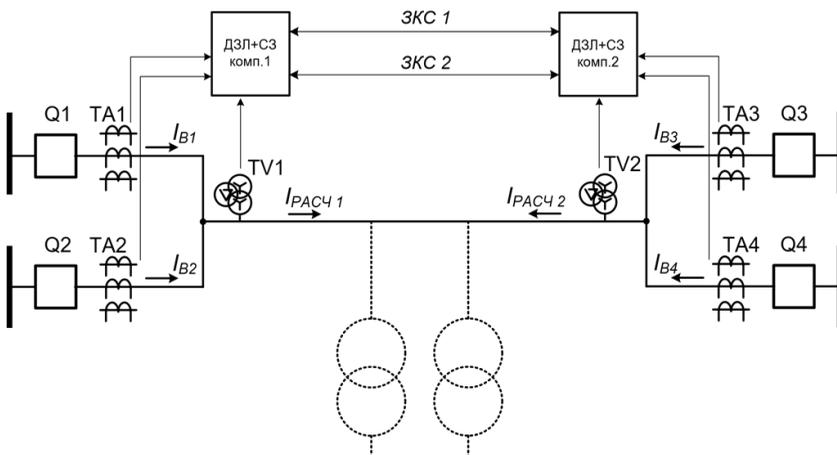


Рис. 1. Вариант использования устройства при включении защищаемой линии через два выключателя

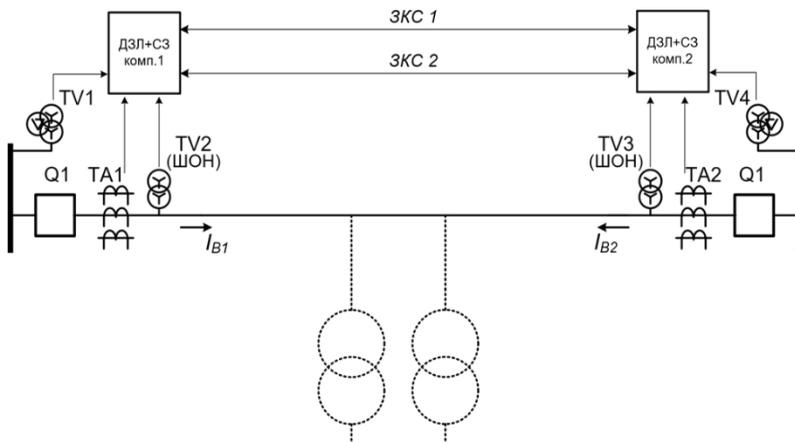


Рис. 2. Вариант использования устройства при включении защищаемой линии через один выключатель

Для организации защитных КС в устройстве предусмотрены два синхронных порта с интерфейсом по стандарту *IEEE c37.94*.

Наличие двух независимых портов позволяет выполнять дублирование передаваемой информации для повышения надежности системы передачи данных между полукомплектами защит.

Использование стандарта *IEEE C37.94* позволяет подключать устройство к телекоммуникационному оборудованию (преобразователи, мультиплексоры), поддерживающему данный стандарт, либо организовывать связь по выделенной ВОЛС («темная» оптика).

1.2. Функции устройства

Основные функциональные возможности устройства:

- Дифференциальная токовая отсечка, реагирующая на сумму мгновенных значений дифференциального тока (ДЗЛ-1).
- Чувствительная ступень с торможением от сквозного тока и отстройкой от бросков тока намагничивания (ДЗЛ-2).
- Контроль небаланса в дифференциальной цепи с действием на сигнализацию (ДЗЛ-3).
- Цифровое выравнивание коэффициентов трансформации ТТ.
- Пятиступенчатая дистанционная защита от междуфазных КЗ с независимой выдержкой времени (ДЗ-1 ФФ, ДЗ-2 ФФ, ДЗ-3, ДЗ-4 и ДЗ-5).
- Трехступенчатая дистанционная защита от КЗ на землю с независимой выдержкой времени (ДЗ-1 ФЗ, ДЗ-2 ФЗ, ДЗ-3 ФЗ).
- Шестиступенчатая направленная токовая защита нулевой последовательности от КЗ на землю с независимой выдержкой времени (ТЗНП-1, ТЗНП-2, ТЗНП-3, ТЗНП-4, ТЗНП-5 и ТЗНП-6).
- Ненаправленная четырехступенчатая максимальная токовая защита от междуфазных КЗ с независимой выдержкой времени (ТО, МТЗ-1, МТЗ-2, МТЗ-4).
- Автоматический ввод ускорения одной из ступеней МТЗ, ДЗ и ТЗНП.
- Оперативное ускорение одной из ступеней ДЗ и ТЗНП.

- Поперечное ускорение ТЗНП от защит параллельной линии.
- Логика обмена разрешающими сигналами телеускорения ДЗ и ТЗНП (ВЧТО №1, ВЧТО №2, ВЧТО №3 и ВЧТО №4).
- Логика блокировки отдельных ступеней ДЗ и ТЗНП при внешних КЗ.
- Защита от неполнофазного режима (ЗНФР).
- Блокировка при качаниях мощности (БК).
- Быстродействующий контроль исправности вторичных цепей ТТ.
- Блокировка при неисправностях в цепях напряжения (БНН).
- Контроль исправности ШОН .
- Логика устройства резервирования при отказе выключателей В1 и В2 (УРОВ В1 и УРОВ В2).
- Прием / передача сигнала телеотключения по защитному КС.
- Передача до 8 дополнительных дискретных сигналов по защитному КС на другой конец защищаемой линии и прием аналогичных сигналов (дополнительные телесигналы).
- Контроль положения оперативных ключей в выходных цепях и испытательных блоков.
- Измерение текущей частоты по каналам напряжения (при величине напряжения в одной из фаз более 20 В).
- Измерение активной и реактивной мощности передаваемой по линии .
- Виртуальные ключи, обеспечивающие местное и дистанционное управление функциями устройства.

1.3. Задания

По руководству [1] изучить:

- ✓ Дифференциальная токовая отсечка, реагирующая на сумму мгновенных значений дифференциального тока (ДЗЛ-1).
- ✓ Пятиступенчатая дистанционная защита от междуфазных КЗ с независимой выдержкой времени (ДЗ-1 ФФ, ДЗ-2 ФФ, ДЗ-3, ДЗ-4 и ДЗ-5).
- ✓ Трехступенчатая дистанционная защита от КЗ на землю с независимой выдержкой времени (ДЗ-1 ФЗ, ДЗ-2 ФЗ, ДЗ-3 ФЗ).
- ✓ Блокировка при неисправностях в цепях напряжения (БНН).
- ✓ Прием / передача сигнала телеотключения по защитному КС.
- ✓ Измерение активной и реактивной мощности передаваемой по линии .

2. ТЕРМИНАЛ СИРИУС-ЗЛВ-06 (ЛР2)

2.1. Описание и работа

Устройство может выполнять функции защиты воздушных, кабельных и смешанных воздушно-кабельных линий класса напряжений 110-220 кВ в сетях с эффективно заземлённой нейтралью, а также управления, автоматики и сигнализации высоковольтного выключателя с трехфазным управлением (АУВ, АПВ и УРОВ). Устройство может применяться на многоконцевых линиях напряжением 110-220 кВ при наличии питания с одной, двух и более сторон.

Устройство реализует функции комплекта ступенчатых защит относительной селективности от всех видов КЗ. Возможно подключение устройства к каналу связи для передачи разрешающих сигналов, посредством чего дополнительно достигается эффект защиты абсолютной селективности. При этом должна быть предусмотрена установка одинаковых устройств (полуккомплектов) со всех питающих сторон защищаемой линии.

На рисунке 2.1 приведен вариант защиты ВЛ, подключенной с обеих сторон через один выключатель. В одном устройстве совмещено выполнение функций ступенчатых защит (КСЗ) и управления выключателем. Наличие ВЧ-канала связи обеспечивает обмен разрешающими сигналами (РС) между устройствами, установленными на противоположных концах ВЛ, что позволяет выполнить функции быстродействующей защиты от КЗ в любой точке защищаемой ВЛ.

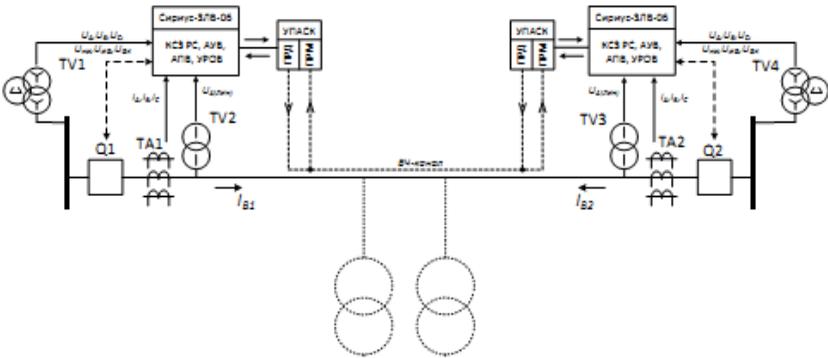


Рис. 2.1. Вариант использования устройства при включении защищаемой линии через один выключатель

На рисунке 2 приведен вариант защиты ВЛ, подключенной с обеих сторон через два выключателя (например, «полуторная» схема, «четырёхугольник», «мостик» и т.п.). Токи каждого выключателя контролируются отдельно, автоматы управления выключателем выполняются внешними устройствами.

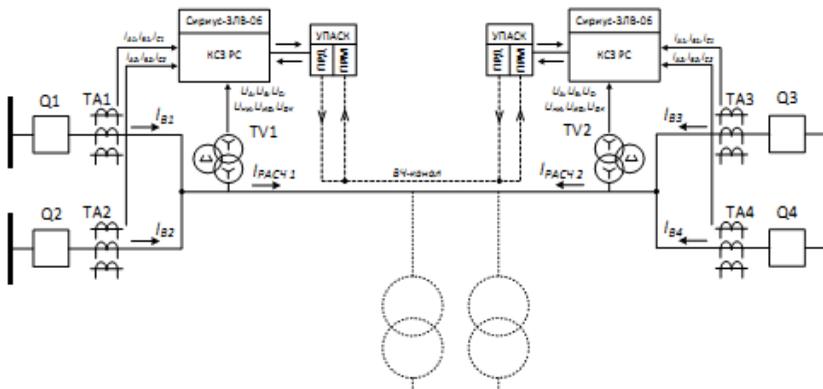


Рис. 2.2 – Вариант использования устройства при включении защищаемой линии через два выключателя

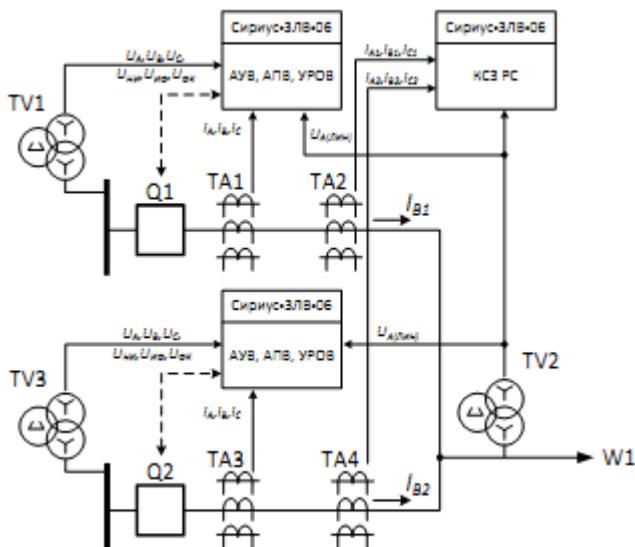


Рис. 2.3. Вариант подключения устройства при реализации функций комплекта ступенчатых защит и автоматики управления выключателем в отдельных устройствах

На рисунке 3 приведен вариант защиты ВЛ, предусматривающий выполнение функций защиты и управления выключателями в отдельных устройствах.

2.2. Функции устройства

Основные функциональные возможности устройства:

- o Оперативное ускорение одной из ступеней ДЗ и ТЗНП.
- o Пятиступенчатая дистанционная защита от междуфазных КЗ с независимой выдержкой времени (ДЗ-1 ФФ, ДЗ-2, ДЗ-3, ДЗ-4 и ДЗ-5)
- o Трёхступенчатая дистанционная защита от КЗ на землю с независимой выдержкой времени (ДЗ-1 ФЗ, ДЗ-2 ФЗ, ДЗ-3 ФЗ)
- o Шестиступенчатая направленная токовая защита нулевой последовательности от КЗ на землю с независимой выдержкой времени (ТЗНП-1, ТЗНП-2, ТЗНП-3, ТЗНП-4, ТЗНП-5 и ТЗНП-6)
- o Ненаправленная междуфазная токовая отсечка с независимой выдержкой времени (МТЗ-1)
- o Ненаправленная трехступенчатая максимальная токовая защита от междуфазных КЗ с независимой выдержкой времени (МТЗ-2, МТЗ-3, МТЗ-4).
- o Автоматический ввод ускорения одной из ступеней МТЗ, ДЗ и ТЗНП.
- o Оперативное ускорение одной из ступеней ДЗ и ТЗНП.
- o Поперечное ускорение ТЗНП от защит параллельной линии.
- o Телеотключение (№1).
- o Телеускорение отключения трех фаз (№2).
- o Телеускорение ДЗ и ТЗНП с использованием разрешающих сигналов (№3 и №4 соответственно).
- o Логика блокировки отдельных ступеней ДЗ и ТЗНП при внешних КЗ.
- o Защита от непереключения фаз (ЗНФ) и защита от неполнофазного режима (ЗНФР).
- o Блокировка при качаниях мощности (БК).
- o Блокировка при неисправностях в цепях напряжения (БНН).
- o Контроль исправности ШОН.

- Логика устройства резервирования при отказе выключателей В1 и В2 (УРОВ В1 и УРОВ В2).
- Трёхфазное автоматическое повторное включение (АПВ) (до 2-х циклов).
- Автоматика управления выключателем.
- Контроль положения оперативных ключей в выходных цепях и испытательных блоков.
- Измерение текущей частоты по каналам напряжения (при величине напряжения в одной из фаз более 20 В).
- Измерение текущей активной и реактивной мощности (первичные значения).
- Виртуальные ключи, обеспечивающие местное и дистанционное управление функциями устройства.

2.3. Контрольные вопросы

По руководству [2] изучить:

- ✓ Пятиступенчатая дистанционная защита от междуфазных КЗ с независимой выдержкой времени (ДЗ-1 ФФ, ДЗ-2, ДЗ-3, ДЗ-4 и ДЗ-5).
- ✓ Трёхступенчатая дистанционная защита от КЗ на землю с независимой выдержкой времени (ДЗ-1 ФЗ, ДЗ-2 ФЗ).
- ✓ Ненаправленная междуфазная токовая отсечка с независимой выдержкой времени (МТЗ-1).
- ✓ Шестиступенчатая направленная токовая защита нулевой последовательности от КЗ на землю с независимой выдержкой времени (ТЗНП-1, ТЗНП-2, ТЗНП-3, ТЗНП-4,).
- ✓ Ненаправленная трехступенчатая максимальная токовая защита от междуфазных КЗ с независимой выдержкой времени (МТЗ-2, МТЗ-3, МТЗ-4).
- ✓ Блокировка при неисправностях в цепях напряжения (БНН).
- ✓ Блокировка при качаниях мощности (БК).

3. ТЕРМИНАЛ СИРИУС-ЗВ4-04 (ЛРЗ)

3.1. Описание и работа

Устройство может выполнять функции защиты воздушных, кабельных и смешанных воздушно-кабельных линий класса напряжений 110-220 кВ в сетях с эффективно заземлённой нейтралью. Устройство может применяться на многоконцевых линиях напряжением 110-220 кВ при наличии питания с одной, двух и более сторон. Содержит 4 вида основных защит абсолютной селективности:

- дифференциально-фазная защита (ДФЗ);
- направленная высокочастотная защита (НВЧЗ);
- высокочастотная защита с блокировкой (ВЧБ);
- защита с использованием логики телеускорения дистанционной защиты и токовой защиты нулевой последовательности с передачей разрешающих сигналов.

А также набор ступенчатых защит относительной селективности:

- дистанционные защиты (ДЗ);
- токовые защиты нулевой последовательности (ТЗНП);
- токовые защиты (ТО, МТЗ).

В устройстве реализована функция УРОВ для двух выключателей.

Для правильной организации ВЧ защиты на защищаемой линии предусматривается установка подобных устройств (полукомплектов) на каждом из питающих концов линии, дополненных специальными высокочастотными (ВЧ) приёмопередатчиками (ПП) других производителей, предназначенными для передачи ВЧ сигналов противоположным ВЧ приёмопередатчиком.

В качестве второго полукомплекта, устанавливаемого на противоположном конце защищаемой линии могут использоваться устройства других производителей, выполненных согласно стандарту СТО №56947007-29.120.70.196 - 2014 «Методические указания по совместному применению микропроцессорных устройств РЗА различных производителей в составе дифференциально-фазных и направленных защит с передачей блокирующих и разрешающих сигналов для ЛЭП напряжением 110-220 кВ».

Устройство предусматривает возможность работы в случае, если на других концах линии установлены панели защиты типа ДФЗ-201/ПДЭ-2802/ЭПЗ-1643.

Устройство предназначено для совместной работы со всеми широко используемыми ВЧ приёмопередатчиками: ПВЗУ, ПВЗУ-Е, ПВЗУ-М, ПВЗ-90М, ПВЗ-90М1, АВЗК-80, ПВЗ и др.

Для работы защиты с использованием логики телеускорения дистанционной защиты и токовой защиты нулевой последовательности с передачей разрешающих сигналов необходимо устройство передачи аварийных сигналов и команд (УПАСК), либо ВЧ ПП с возможностью передачи/приема команд РЗА.

На рис. 3.1 приведен вариант защиты ВЛ, подключенной с обеих сторон через один выключатель. В одном устройстве совмещены функции основной ВЧ защиты и ступенчатых защит (КСЗ). ВЧ-канал связи обеспечивает обмен сигналами между полукомплектами основной высокочастотной защиты с помощью ПП.

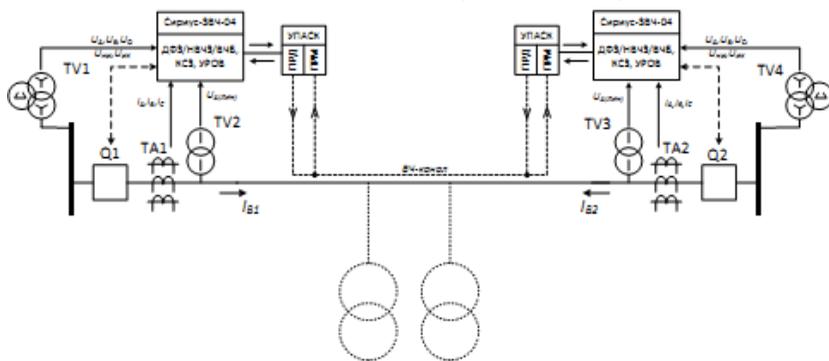


Рис. 3.1. Вариант использования устройства при включении защищаемой линии через один выключатель.

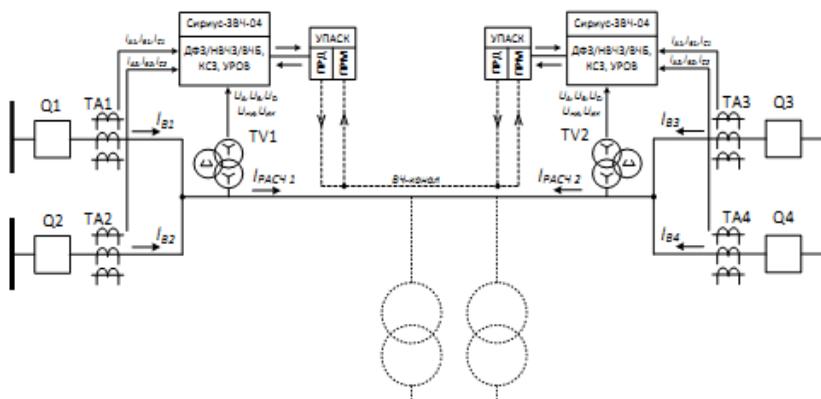


Рис. 2. Вариант использования устройства при включении защищаемой линии через два выключателя.

На рис. 3.2 приведен вариант защиты ВЛ, подключенной с обеих сторон через два выключателя (например, «полупотрнная» схема, «четырёхугольник», «мостик» и т.п.). Токи каждого выключателя контролируются раздельно.

3.2. Функции устройства

- Основные функциональные возможности устройства:
- Дифференциально-фазная высокочастотная защита (ДФЗ).
- Направленная высокочастотная защита (НВЧЗ).
- Высокочастотная защита с блокировкой (ВЧБ).
- Пятиступенчатая дистанционная защита от междуфазных КЗ с независимой выдержкой времени (ДЗ-1 ФФ, ДЗ-2 ФФ, ДЗ-3, ДЗ-4 и ДЗ-5).
- Трехступенчатая дистанционная защита от КЗ на землю с независимой выдержкой времени (ДЗ-1 ФЗ, ДЗ-2 ФЗ, ДЗ-3 ФЗ).
- Шестиступенчатая направленная токовая защита нулевой последовательности от КЗ на землю с независимой выдержкой времени (ТЗНП-1, ТЗНП-2, ТЗНП-3, ТЗНП-4, ТЗНП-5 и ТЗНП-6).
- Защита от обрыва фаз (ЗОФ).
- Ненаправленная четырехступенчатая максимальная токовая защита от междуфазных КЗ с независимой выдержкой времени (ТО, МТЗ-1, МТЗ-2, МТЗ-4).
- Автоматический ввод ускорения одной из ступеней МТЗ, ДЗ и ТЗНП.
- Оперативное ускорение одной из ступеней ДЗ и ТЗНП.
- Поперечное ускорение ТЗНП от защит параллельной линии.
- Логика обмена разрешающими сигналами телеускорения ДЗ и ТЗНП (ВЧТО №1, ВЧТО №2, ВЧТО №3 и ВЧТО №4)
- Логика блокировки отдельных ступеней ДЗ и ТЗНП при внешних КЗ.
- Защита от неполнофазного режима (ЗНФР).
- Блокировка при качаниях мощности (БК).
- Блокировка при неисправностях в цепях напряжения (БНН)
- Контроль исправности ШОН.
- Логика устройства резервирования при отказе выключателей В1 и В2 (УРОВ В1 и УРОВ В2).

- Контроль положения оперативных ключей в выходных цепях и испытательных блоков .
- Измерение текущей частоты по каналам напряжения (при величине напряжения в одной из фаз более 20 В).
- Измерение активной и реактивной мощности передаваемой по линии.
- Виртуальные ключи, обеспечивающие местное и дистанционное управление функциями устройства.

3.3. Контрольные вопросы

По руководству [3] изучить:

- ✓ Дифференциально-фазная высокочастотная защита (ДФЗ).
- ✓ Направленная высокочастотная защита (НВЧЗ).
- ✓ Пятиступенчатая дистанционная защита от междуфазных КЗ с независимой выдержкой времени (ДЗ-1 ФФ, ДЗ-2 ФФ, ДЗ-3, ДЗ-4 и ДЗ-5).
- ✓ Трехступенчатая дистанционная защита от КЗ на землю с независимой выдержкой времени (ДЗ-1 ФЗ, ДЗ-2 ФЗ, ДЗ-3 ФЗ).
- ✓ Шестиступенчатая направленная токовая защита нулевой последовательности от КЗ на землю с независимой выдержкой времени (ТЗНП-1, ТЗНП-2, ТЗНП-3, ТЗНП-4, ТЗНП-5 и ТЗНП-6).
- ✓ Защита от обрыва фаз (ЗОФ).
- ✓ Логика устройства резервирования при отказе выключателей В1 и В2 (УРОВ В1 и УРОВ В2).

4. ТЕРМИНАЛ СИРИУС-ГС-02 (ЛР4)

4.1. Описание и работа

Устройство предназначено для выполнения функций защиты синхронных генераторов малой и средней (до 60 МВт) мощности, работающих непосредственно на сборные шины, а также автоматики и управления генераторным выключателем.

Устройство может являться составной частью комплекса защит блока генератор– трансформатор.

Устройство устанавливается в релейных отсеках КРУ и КСО, на панелях и в шкафах в релейных залах и пультах управления электростанций 3–35 кВ.

Устройство может применяться для защиты электрической машины как самостоятельное устройство, так и совместно с другими устройствами РЗА элементов электрической сети (например, дуговой защитой, защитой шин и ошиновки и т.д.).

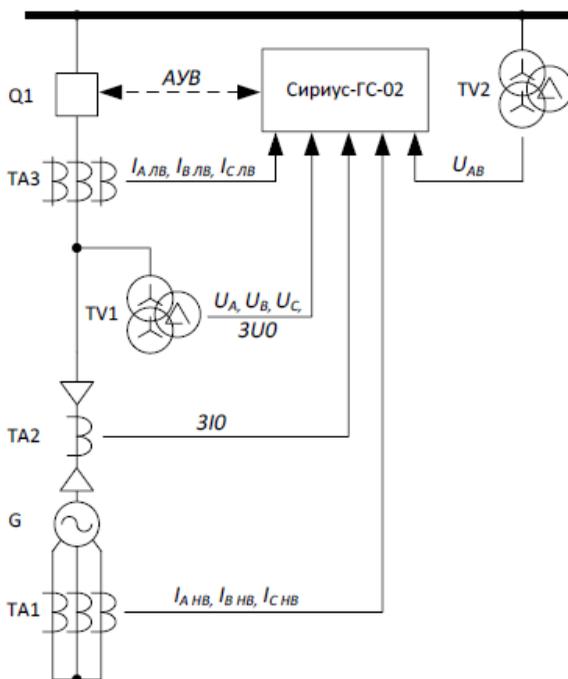


Рис. 4.1 – Вариант использования устройства для реализации защиты генератора, работающего на сборные шины

1

4.2. Функции устройства

Основные функциональные возможности устройства:

- Продольная дифференциальная защита генератора (ДЗГ).
- Защита от замыканий на землю в обмотке статора генератора (ЗОЗЗ).
- Защита от двойных замыканий на землю (ЗДЗЗ).
- Трехступенчатая максимальная токовая защита (МТЗ).
- Дистанционная защита (ДЗ).
- Защита от симметричной перегрузки статора (ЗПС).
- Защита от перегрузки ротора (ЗПР).
- Четырехступенчатая токовая защита обратной последовательности (ТЗОП).
- Защита от потери возбуждения (ЗПВ).
- Защита от асинхронного режима без потери возбуждения (ЗАРВ). Защита минимального напряжения (ЗМН).
- Защита от повышения напряжения (ЗПН).
- Защита от снижения частоты (ЗСЧ).
- Защита от повышения частоты (ЗПЧ).
- Логическая защита шин (ЛЗШ).
- Дуговая защита (ДгЗ).
- Защита от обратной активной мощности (ЗОМ)
- Тепловая защита.
- Защита генератора от ошибочного включения в сеть (ОшВкл в сеть)
- Автоматика управления выключателем (АУВ).
- Резервирование при отказе выключателя (УРОВ) - прием сигналов от нижестоящих выключателей (УРОВ-вход) и формирование сигнала при отказе своего (УРОВ-выход).
- 50ВФ
- Блокировка при неисправностях в цепях напряжения (БНН).
- Блокировка дистанционной защиты при качаниях (БК).
- Контроль синхронизма при включении на параллельную работу.
- Виртуальные ключи, обеспечивающие местное и дистанционное управление функциями терминала.
- Аварийный осциллограф.
- Регистратор событий.

- Фиксация причины, даты и времени срабатывания.
- Фиксация всех входных дискретных сигналов в момент срабатывания.
- Информация о текущей группе уставок в режиме реального времени.

4.3. Контрольные вопросы

По руководству [4] изучить:

- ✓ Продольная дифференциальная защита генератора (ДЗГ).
- ✓ Защита от замыканий на землю в обмотке статора генератора (ЗОЗЗ).
- ✓ Защита от двойных замыканий на землю (ЗДЗЗ).
- ✓ Трехступенчатая максимальная токовая защита (МТЗ).
- ✓ Логическая защита шин (ЛЗШ).
- ✓ Автоматика управления выключателем (АУВ).
- ✓ Контроль синхронизма при включении на параллельную работу

5. ТЕРМИНАЛ СИРИУС-ТЗ (ЛР5)

5.1. Описание и работа

Устройство микропроцессорной защиты «Сириус-ТЗ» или «Сириус-ТЗ-01» (в дальнейшем – устройство), предназначено для выполнения функций основной защиты трехобмоточного (либо двухобмоточного с расщепленной обмоткой) трансформатора или автотрансформатора с высшим напряжением 6-220 кВ. Также возможно использование в качестве дифференциальной защиты сдвоенного реактора, мощного синхронного двигателя или в качестве продольной дифференциальной защиты ошиновки с тремя присоединениями. Содержит подменную МТЗ ВН, МТЗ СН, МТЗ НН с внешним комбинированным пуском напряжения.

Устройство предназначено для установки на панелях и в шкафах в релейных залах и пультах управления электростанций и подстанций 6-220 кВ.

Устройство является комбинированным микропроцессорным терминалом релейной защиты и автоматики.

Применение в устройстве модульной микропроцессорной архитектуры наряду с современными технологиями поверхностного монтажа обеспечивают высокую надежность, большую вычислительную мощность и быстродействие, а также высокую точность измерения электрических величин и временных интервалов, что дает возможность снизить ступени селективности и повысить чувствительность терминала.

Реализованные в устройстве алгоритмы функций защиты и автоматики, а также схемы подключения устройства разработаны по требованиям к отечественным системам РЗА в сотрудничестве с представителями энергосистем и проектных институтов, что обеспечивает совместимость с аппаратурой, выполненной на различной элементной базе, а также облегчает внедрение новой техники проектировщикам и эксплуатационному персоналу.

Климатическое исполнение УХЛЗ.1 по ГОСТ 15150 и ГОСТ 15543.1 с расширенным диапазоном температуры окружающего воздуха при эксплуатации.

Верхнее значение температуры окружающего воздуха при эксплуатации:

- рабочее +55⁰С;
- предельное рабочее +55⁰С.

Нижнее значение температуры окружающего воздуха при эксплуатации:

- рабочее минус 20⁰С;

– предельное рабочее минус 40°С (при снижении температуры ниже минус 20°С основные функции защиты сохраняются, но информация, отображаемая на жидкокристаллическом индикаторе, становится нечитаемой).

Рабочее значение повышенной относительной влажности воздуха 98% при 25°С.

Номинальные рабочие значения механических внешних воздействующих факторов – по ГОСТ 17516.1 для группы механического исполнения М7:

– синусоидальная вибрация в диапазоне частот от 0,5 до 100 Гц с амплитудой ускорения не более 1 g, степень жесткости 10a по ГОСТ 17516.1;

– многократные удары с пиковым ударным ускорением 30 м/с² (3 g) и длительностью действия 2–20 мс, степень жесткости 1 по ГОСТ 17516.1.

Устройство предназначено для эксплуатации в следующих условиях

: – высота над уровнем моря не более 2000 м (атмосферное давление – от 550 до 800 мм рт. ст.), при использовании на большей высоте надо использовать поправочный коэффициент, учитывающий снижение изоляции, согласно ГОСТ 15150;

– окружающая среда – невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных паров и газов, разрушающих изоляцию и металлы;

– место установки должно быть защищено от попадания брызг, воды, масел, эмульсий, а также от прямого воздействия солнечной радиации.

Устройство обеспечивает следующие эксплуатационные возможности:

– выполнение функций защит, автоматики и управления, определенных ПУЭ и ПТЭ;

– задание внутренней конфигурации (ввод/вывод защит и автоматики, выбор защитных характеристик и т.д.);

– ввод и хранение уставок защит и автоматики;

– передачу параметров аварии, ввод и изменение уставок по линии связи;

– непрерывный оперативный контроль работоспособности (самодиагностику) в течение всего времени работы;

– блокировку всех выходов при неисправности устройства для исключения ложных срабатываний;

– получение дискретных сигналов управления и блокировок,

выдачу команд управления, аварийной и предупредительной сигнализации;

- гальваническую развязку всех входов и выходов, включая питание, для обеспечения высокой помехозащищенности;

- высокое сопротивление и прочность изоляции входов и выходов относительно корпуса и между собой для повышения устойчивости устройства к перенапряжениям, возникающим во вторичных цепях присоединения;

- проектирование схем релейной защиты с использованием свободно программируемой логики..

5.2. Функции устройства

Основные функциональные возможности защиты:

- Двухступенчатая дифференциальная токовая защита трансформатора (токовая отсечка и защита с торможением от сквозного тока и отстройкой от бросков тока намагничивания, рис. 5.1).

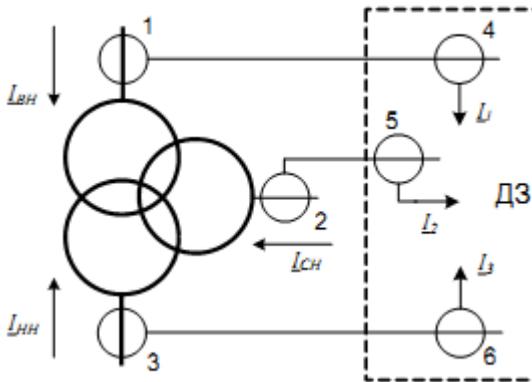


Рис.5.1. Принятые положительные направления токов в трансформаторе: 1, 2 и 3 – измерительные ТТ сторон ВН, СН и НН; 4, 5 и 6 – цифровые ТТ внутри устройства.

- Цифровое выравнивание величины и фазы токов плечей дифференциальной защиты.
- Автоматическая компенсация токов небаланса в дифференциальной цепи, вносимых работой РПН.
- Контроль небаланса в плечах дифференциальной токовой

- защиты с действием на сигнализацию.
- Входы отключения от газовой защиты трансформатора и РПН с возможностью перевода действия на сигнал с помощью оперативной кнопки управления на лицевой панели, либо с помощью дискретного входа.
 - Ненаправленная двух-ступенчатая МТЗ высшей стороны трансформатора с возможностью комбинированного пуска по напряжению от сторон низшего и среднего напряжения (по дискретным входам, объединенным по условию «ИЛИ»). Имеется возможность блокировки МТЗ ВН по содержанию второй гармоники для отстройки от бросков тока намагничивания
 - Внутренняя цифровая сборка токовых цепей ВН в треугольник и возможность использования полученных токов для реализации ступеней МТЗ ВН.
 - Одна ступень ненаправленной МТЗ средней стороны трансформатора с возможностью комбинированного пуска по напряжению от стороны среднего напряжения (по дискретному входу). Действие на отдельное реле и на общие реле отключения с разными временами. Имеется возможность блокировки МТЗ СН по содержанию второй гармоники, для отстройки от бросков тока намагничивания при подаче напряжения со стороны СН.
 - Одна ступень ненаправленной МТЗ низшей стороны трансформатора с возможностью комбинированного пуска по напряжению от стороны низшего напряжения (по дискретному входу). Действие на отдельное реле и на общие реле отключения с разными временами. Имеется возможность блокировки МТЗ НН по содержанию второй гармоники, для отстройки от бросков тока намагничивания при подаче напряжения со стороны НН.
 - Защита от перегрузки с действием на сигнализацию.

Основные функциональные возможности автоматики и сигнализации:

Логика устройства резервирования при отказе выключателя стороны ВН (УРОВ ВН).

Функция УРОВ выполнена на основе индивидуального принципа, что подразумевает наличие независимой логики УРОВ на каждом присоединении. В случае необходимости, имеется возможность использования в централизованной схеме УРОВ.

Возможны следующие варианты работы схемы УРОВ:

— с автоматической проверкой исправности выключателя (с контролем по току и предварительной выработкой команды отключения резервируемого выключателя);

— с дублированным пуском от защит с использованием реле положения «Включено» выключателя (с контролем по току и контролем посылки отключающего импульса на отключение выключателя от защит).

Для трансформаторов с высшим напряжением 35 кВ предусмотрен вариант упрощенного выполнения схемы УРОВ (без внешнего пуска схемы УРОВ, без дублированного пуска).

Входы отключения, предназначенные для подключения внешних защит. Реализованы контроль входов по токам сторон ВН, СН или НН, пуск схемы УРОВ от данных сигналов.

Управление схемой обдува по двум критериям – ток нагрузки и сигналы от датчиков температуры. Алгоритм обеспечивает управление многоступенчатым обдувом.

Контроль состояния трансформатора по ряду входных дискретных сигналов.

Выдача сигнала блокировки РПН при повышении тока нагрузки выше допустимого.

Дополнительные сервисные функции:

- Два набора уставок с возможностью выбора текущего с помощью дискретного входа.

- Аварийный осциллограф аналоговых и дискретных сигналов с возможностью гибкой настройки условий пуска, длины и количества осциллограмм.

- Регистратор событий.

- Оперативный ввод или вывод некоторых функций с помощью кнопок оперативного управления на передней панели устройства вместо традиционных накладок.

- Регистрация и отображение большинства электрических параметров системы.

- Входы с программируемой функцией, задаваемой потребителем (ранжируемые входы).

- Программируемые реле с возможностью подключения к одной из выбранных точек функциональной схемы.

- Программируемые светодиоды на лицевой панели с возможностью подключения к одной из выбранных точек функциональной схемы и задания режима работы.

- Возможность работы реле сигнализации «Сигнализация» в непрерывном или импульсном режиме работы.

- Наличие трех или четырех независимых интерфейсов связи в зависимости от исполнения для локальной работы и встраивания в АСУ ТП. Интерфейс USB для локальной связи располагается на лицевой панели. Основной интерфейс RS485 с поддержкой протокола ModBus RTU расположен на задней панели устройства, где размещаются также дополнительные интерфейсы в зависимости от заказанного исполнения:

- - И1 – с интерфейсом RS485 и протоколом ModBus RTU;
- - И3 – с интерфейсом Ethernet по «витой паре» (100BASE-TX) и протоколом обмена Modbus TCP;
- - И4-FX – с двумя оптическими интерфейсами Ethernet (100BASE-FX) и протоколом обмена МЭК 61850 (редакция 2) и резервированием сети PRP;
- - И4-TX – с двумя интерфейсами Ethernet по «витой паре» (100BASE-TX) и протоколом обмена МЭК 61850 (редакция 2) и резервированием сети PRP;
- - И5-FX – с двумя оптическими интерфейсами Ethernet (100BASE-FX) с резервированием сети PRP или HSR и протоколами обмена МЭК 61850 (редакция 2) и Modbus TC;
- - И5-TX – с двумя интерфейсами Ethernet по «витой паре» (100BASE-TX) с резервированием сети PRP или HSR и протоколами обмена МЭК 61850 (редакция 2) и Modbus TCP.

Возможность встраивания устройства в систему единого точного времени подстанции или станции. Для этого может использоваться один из каналов связи с интерфейсом RS485, либо специализированный дискретный вход, предназначенный для подачи на него синхроимпульса от системы единого времени.

Все внутренние регистрируемые события устройства сопровождаются меткой времени с точностью до 1 мс.

Устройства с исполнением «И4-TX», «И4-FX», «И5-TX» и «И5-FX» поддерживают синхронизацию времени с помощью протокола SNTPv4.

Устройство производит измерение электрических параметров входных аналоговых сигналов фазных токов IA, IB, IC сторон высшего, среднего и низшего напряжений силового трансформатора. При измерениях осуществляется компенсация апериодической составляющей, а также фильтрация высших гармоник входных сигналов. Для сравнения с уставками ступеней МТЗ используется только действующее значение первой гармоники входных сигналов.

Элементная база входных и выходных цепей обеспечивает

совместимость устройства с любыми устройствами защиты и автоматики разных производителей – электромеханическими, электронными, микропроцессорными, а также сопряжение со стандартными системами телемеханики.

Устройство имеет каналы связи для передачи на компьютер данных аварийных отключений, просмотра и изменения уставок, контроля текущего состояния устройства.

Устройство может поставляться самостоятельно для использования на действующих объектах при их модернизации или реконструкции. Кроме того, устройство может входить в комплектные поставки при капитальном строительстве электроэнергетических объектов.

5.3. Контрольные вопросы

По руководству [5] изучить:

- ✓ Двухступенчатая дифференциальная токовая защита трансформатора (токовая отсечка и защита с торможением от сквозного тока и отстройкой от бросков тока намагничивания).

- ✓ Автоматическая компенсация токов небаланса в дифференциальной цепи, вносимых работой РПН.

- ✓ Ненаправленная двух-ступенчатая МТЗ высшей стороны трансформатора с возможностью комбинированного пуска по напряжению от сторон низшего и среднего напряжения (по дискретным входам, объединенным по условию «ИЛИ»). Имеется возможность блокировки МТЗ ВН по содержанию второй гармоники для отстройки от бросков тока намагничивания

- ✓ Одна ступень ненаправленной МТЗ средней стороны трансформатора с возможностью комбинированного пуска по напряжению от стороны среднего напряжения (по дискретному входу). Действие на отдельное реле и на общие реле отключения с разными временами. Имеется возможность блокировки МТЗ СН по содержанию второй гармоники, для отстройки от бросков тока намагничивания при подаче напряжения со стороны СН.

- ✓ Одна ступень ненаправленной МТЗ низшей стороны трансформатора с возможностью комбинированного пуска по напряжению от стороны низшего напряжения (по дискретному входу). Действие на отдельное реле и на общие реле отключения с разными временами. Имеется возможность блокировки МТЗ НН по содержанию второй гармоники, для отстройки от бросков тока намагничивания при подаче напряжения со стороны НН.

Проектирование систем релейной защиты и автоматики

- ✓ Логика устройства резервирования при отказе выключателя стороны ВН.
- ✓ Аварийный осциллограф аналоговых и дискретных сигналов с возможностью гибкой настройки условий пуска, длины и количества осциллограмм.

ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Микропроцессорное устройство защиты «Сириус-2ДЗЛ-04». Руководство по эксплуатации.– М.: АО «РАДИУС Автоматика», 2021. – 221с.
2. Микропроцессорное устройство защиты «Сириус-ЗЛВ-06». Руководство по эксплуатации.– М.: АО «РАДИУС Автоматика», 2022. – 240с.
3. Микропроцессорное устройство защиты «Сириус-ЗВЧ-04». Руководство по эксплуатации.– М.: АО «РАДИУС Автоматика», 2022. – 290с.
4. Микропроцессорное устройство защиты «Сириус-ГС-02». Руководство по эксплуатации.– М.: АО «РАДИУС Автоматика», 2023. – 136с.
5. Микропроцессорное устройство защиты «Сириус-ТЗ». Руководство по эксплуатации.– М.: АО «РАДИУС Автоматика», 2022. – 118с.