

**Техническое описание
Реле MiCOM P547
Дифференциально-фазная защита
Глава 1
Введение**

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1.ВЕДЕНИЕ В MiCOM	3
Раздел 2.ВВЕДЕНИЕ В РУКОВОДСТВО ПО MiCOM.....	4
Раздел 3.ИНТЕРФЕЙС ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ И СТРУКТУРА МЕНЮ	6
3.1 Введение в реле	6
3.1.1 Лицевая панель	6
3.1.2 Задняя панель реле	7
3.2 Введение в интерфейс пользователя и выбор уставок.....	8
3.3 Структура Меню	10
3.3.1 Уставки защиты	11
3.3.2 Уставки осциллографа	11
3.3.3 Уставки управления.....	11
3.4 Защита паролем	11
3.5 Конфигурация реле.....	12
3.6 Интерфейс пользователя лицевой панели (клавиатура и ЖКД).....	13
3.6.1 Дисплей по умолчанию и блокировка меню по времени.....	14
3.6.2 Передвижение по меню и просмотр уставок.....	14
3.6.3 Введение пароля	14
3.6.4 Чтение и сброс сигнальных сообщений и записей событий	15
3.6.5 Изменение уставок	15
3.7 Интерфейс пользователя переднего порта связи	16
3.8 Интерфейс пользователя заднего порта связи.....	18
3.8.1 Связь по протоколу Курьер	18
3.8.2 Связь по протоколу Modbus	20
3.8.3 Связь по протоколу МЭК60870-5CS 103	22
3.8.4 Связь по протоколу DNP 3.0	23

Раздел 1. ВЕДЕНИЕ В MiCOM

MiCOM – всестороннее решение, соответствующее всем требованиям электроснабжения. Оно включает диапазон компонентов, систем и услуг от ALSTOM.

Основным в концепции MiCOM является гибкость.

MiCOM обеспечивает способность определения задач применения и, благодаря широким возможностям связи, интегрировать это с вашей системой управления электроснабжения.

Компоненты MiCOM:

- Р серия реле защиты
- С серия устройств управления
- М серия измерительных устройств для точного измерения и контроля;
- S серия универсальных программ управления подстанции для ПК.

Изделия MiCOM включают обширные средства для регистрации информации относительно состояния и режима электросети, используя регистрацию повреждений и осциллографирование. Они могут также предоставлять измерения в системе через равные промежутки времени в узел управления, позволяя осуществлять дистанционное управление и контроль.

Для получения новейшей информации относительно любого изделия MiCOM обратитесь к технической документации, которая может быть получена от: ALSTOM T&D Защита и Управление Ltd, или в вашем локальном коммерческом отделе. Либо посетите наш сайт в Интернете.

Раздел 2. ВВЕДЕНИЕ В РУКОВОДСТВО ПО MiCOM

Руководящие документы содержат функциональное и техническое описание реле защиты MiCOM и всесторонний набор инструкций по способу использования и применения реле.

Руководство разделено на два тома следующим образом:

Том 1 - Техническое Описание, содержит информацию относительно применения реле и технического описания его функций. Оно главным образом предназначено для инженеров-релейщиков, занимающихся выбором и применением реле для защиты электросети.

Том 2 - Инструкция по эксплуатации, содержит информацию относительно установки и наладки реле, а также раздел по устранению неисправностей. Этот том предназначен для инженеров эксплуатации, которые ответственны за установку, наладку и обслуживание реле.

Содержание глав каждого тома приведено ниже:

Том 1 Техническое Описание

Обращение с электронной аппаратурой

Раздел техники безопасности

Глава 1 Введение

Руководство по различным интерфейсам пользователя реле защиты с описанием, как начинать работу с реле.

Глава 2 Указания по применению (включают копию публикации R6613)

Всестороннее и детальное описание функций реле, включая и элементы защиты и другие функции реле типа регистрации событий и повреждений, осциллографирования, определения места повреждения и программированной логики схемы. Эта глава включает описание обычных применений реле в электросетях, вычисление соответствующих уставок, некоторых типичных примеров, и как ввести уставки в реле.

Глава 3 Описание Реле

Краткий обзор работы аппаратных средств реле и программного обеспечения. Эта глава включает информацию о функциях самопроверки и диагностики реле.

Главы 4 Технические данные

Технические данные, включая диапазоны уставок, пределы точности, рекомендуемые условия эксплуатации, номинальные и эксплуатационные данные. Даются ссылки на соответствие техническим нормам.

Главы 5 Связь и интерфейс

Эта глава дает подробную информацию относительно интерфейсов связи реле, включая подробное описание того, как обращаться к базе данных уставок, сохраненной в реле. Глава также дает информацию относительно каждого из протоколов связи, который может использоваться с реле, и предназначен, чтобы позволить пользователю проектировать интерфейс заказчика к системе контроля, управления и сбора данных (SCADA).

Приложение А База данных меню реле: Интерфейс пользователя /Курьер/Modbus/
МЭК60870-5-103.

Перечень всех уставок, содержащихся в реле, вместе с кратким описанием каждой.

Приложение В Схемы внешних электрических соединений

Все внешние присоединения к реле.

Том 2 Инструкция по эксплуатации

Обращение с электронной аппаратурой

Раздел техники безопасности

Глава 1 Введение

Руководство по различным интерфейсам пользователя реле защиты с описанием, как начинать работу с реле.

Глава 2 Установка (включает копию публикации R6613)

Рекомендации по распаковке, транспортировке, осмотру и хранению реле.
Руководство по монтажу и подключению реле, включая рекомендации по заземлению.

Глава 3 Наладка и техническое обслуживание

Инструкции по наладке реле, включая проверку калибровки и функциональных возможностей реле. Приведена общая стратегия эксплуатации реле.

Глава 4. Анализ проблем

Советы, как распознавать неисправности и рекомендуемые действия.

Приложение А База данных меню реле: Интерфейс пользователя /Курьер/Modbus/
МЭК60870-5-103.

Перечень всех уставок, содержащихся в реле, вместе с кратким описанием каждой.

Приложение В Схемы внешних электрических соединений

Все внешние присоединения к реле.

Форма для проведения ремонта

Раздел 3. ИНТЕРФЕЙС ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ И СТРУКТУРА МЕНЮ

Доступ к уставкам и функциям защиты MiCOM можно получить как через вспомогательную клавиатуру и ЖКД лицевой панели, так и через передние и задние порты связи. В этом разделе дается информация относительно каждого из этих методов, чтобы описать, как начать использовать реле.

3.1 Введение в реле

3.1.1 Лицевая панель

Лицевая панель реле показана на рисунке 1, с открытыми створками сверху и снизу реле. Дополнительную физическую защиту лицевой панели можно обеспечить необязательной прозрачной передней крышкой. При надетой крышке возможен доступ к интерфейсу пользователя только для чтения. Удаление крышки не приводит к увеличению влияния окружающей среды, но позволяет доступ к уставкам реле. Когда требуется полный доступ к релейной вспомогательной клавиатуре для редактирования уставок, прозрачную крышку можно снять, когда открыты верхняя и нижняя створки. Если нижняя крышка закреплена подключенным разъемом, его необходимо будет удалить. С помощью боковых фланцев прозрачной крышки вытяните нижний край из лицевой панели реле, пока он не отсоединится от разъема. Крышка может тогда быть вытянута вертикально вниз до освобождения двух фиксаторов из их гнезд в лицевой панели.

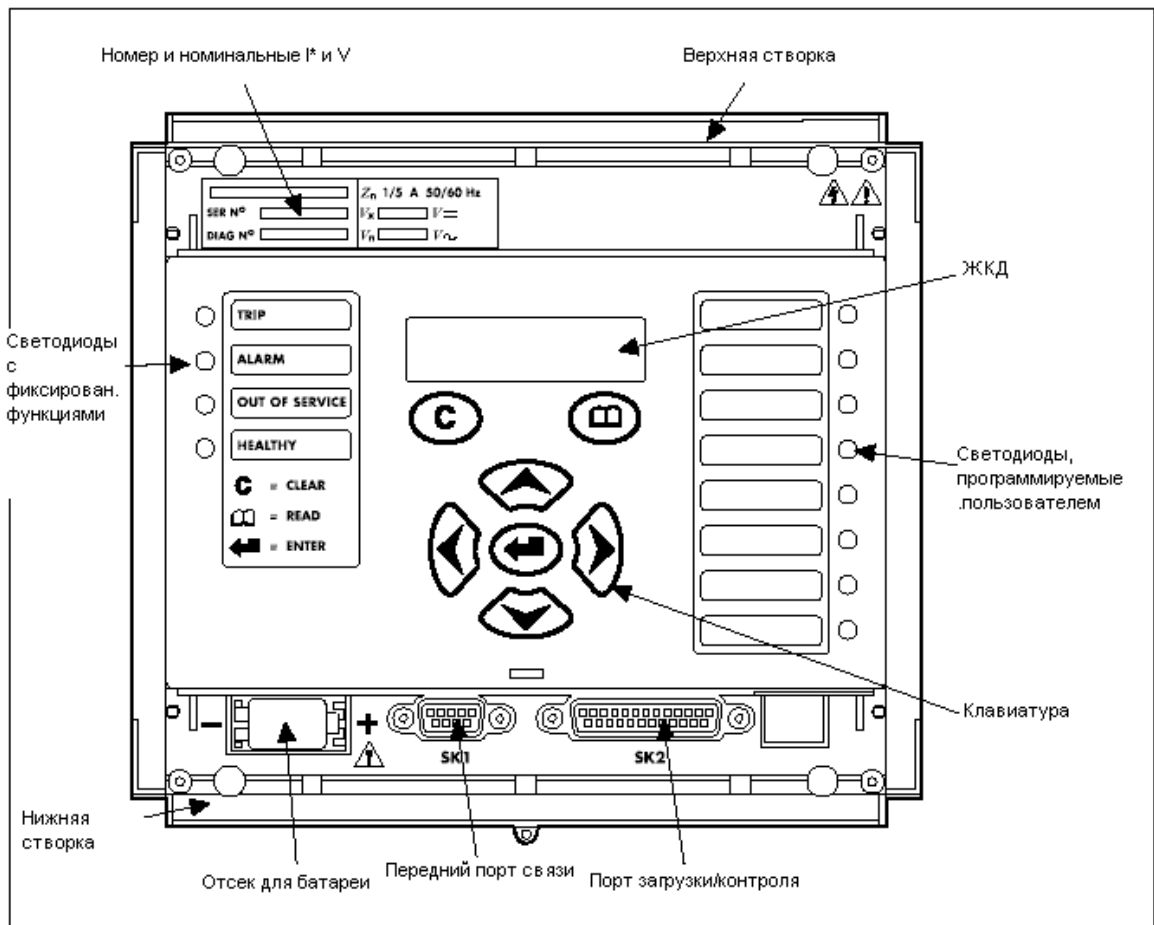


Рисунок 1: Вид передней панели реле

Лицевая панель реле включает, как обозначено на рисунке 1, следующее:

- дисплей на жидких кристаллах (ЖКД) с 2 строками, каждая из 16 алфавитно-цифровых символов;
- вспомогательная клавиатура, содержащая 7 клавиш, включая 4 клавиши курсора (⇒, ⇐, ↑, ↓), клавишу ввода (↵), клавишу сброса (C), и клавишу чтения (📖).
- 12 светодиодов; 4 светодиода с фиксированными функциями на левой стороне лицевой панели и 8 светодиодов с программируемыми функциями на правой стороне.

Под верхней створкой:

- порядковый номер реле, и номинальные данные тока и напряжения*.

Под нижней створкой:

- аккумуляторный отсек для батареи размером 1/2AA, которая используется для резервирования памяти для часов реального времени, записей событий, повреждений и осциллограмм
- 9-штырьковый розеточный передний порт типа D для связи с персональным компьютером (ПК) вблизи реле (расстояние до 15 м) через последовательное соединение RS232.
- 25-штырьковый розеточный передний порт типа D, обеспечивающий контроль внутренних сигналов и высокоскоростную локальную загрузку программного обеспечения и текста языка через параллельное соединение.

Светодиоды с фиксированными функциями на левой стороне лицевой панели используются, чтобы указывать следующие условия:

Светодиод Отключения (красный) указывает, что реле подало команду отключить. Он гаснет, когда соответствующая запись повреждения квитируется с дисплея лицевой панели. (Альтернативно светодиод отключения может быть настроена на самовозврат)*.

Светодиод Сигнализации (желтый) мигает, указывая, что реле подало сигнал тревоги. Это может быть вызвано повреждением, событием или эксплуатационным сообщением. Светодиод будет мигать, пока сигнал не будет принят, после чего светодиод будет гореть непрерывно, и погаснет, когда сигнал будет снят.

Светодиод Вывода из работы (желтый) указывает, что защита реле не действует.

Светодиод Исправности (зеленый) указывает, что реле находится в исправном состоянии, и должен гореть всегда. Он погаснет, если средства самоконтроля реле указывают, что имеется неисправность аппаратных средств реле или программного обеспечения. Состояние светодиода исправности отражено контактом контроля питания в задней части реле.

3.1.2 Задняя панель реле

Задняя панель реле показана на рисунке 2. Все сигналы тока и напряжения *, дискретные сигналы логических входов и выходные контакты соединены в тыльной части реле. В тыльной части также присоединяется витая пара к заднему порту связи RS485, находятся вход синхронизации времени IRIG-B и оптоволоконный задний порт связи, оба которых являются необязательными. .

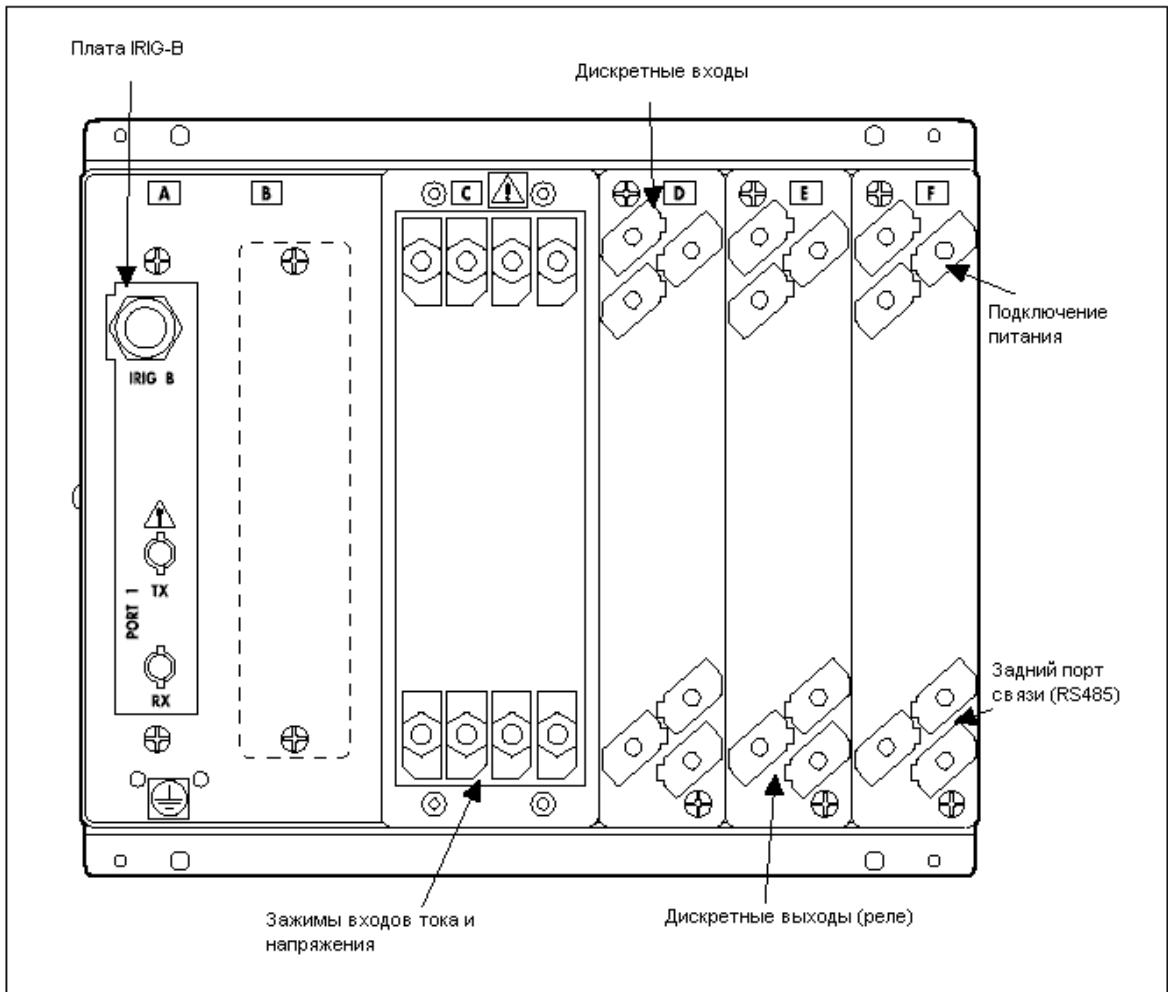


Рисунок 2 Вид задней панели реле

Подробности подключения показаны на схеме электрических соединений в Приложении 2.

3.2 Введение в интерфейс пользователя и выбор уставок

Реле имеет три интерфейса пользователя:

- интерфейс пользователя лицевой панели через ЖКД и вспомогательную клавиатуру.
- передний порт, который поддерживает связь по протоколу Курьер.
- задний порт, который поддерживает один протокол: Курьер, Modbus или МЭК60870-5-103. Протокол для заднего порта должен быть определен при заказе реле.

Информация по измерениям и уставкам реле, к которым можно обращаться по трем интерфейсам, приведена в Таблице 1.

	Клавиатура /ЖКД	Курьер	Modbus	МЭК60 870	DNP3.0
Отображение и изменение всех уставок	●	●	●		
Статус дискретного сигнала I/O	●	●	●	●	●
Отображение/извлечение измерений	●	●	●	●	●
Отображение/извлечение записей повреждений	●	●	●		
Отображение/извлечение записей событий и сигналов	●	●	●	●	●
Извлечение осциллограмм		●	●	●	●
Уставки логики программирования схемы		●			
Сброс записей событий и сигналов	●	●	●	●	●
Стирание записей событий и повреждений	●	●	●		●
Синхронизация времени		●	●	●	
Команды управления	●	●	●	●	●

Таблица 1

3.3 Структура Меню

Меню реле построено в виде таблицы. Каждая уставка в меню обозначена как ячейка, и к каждой ячейке в меню можно обращаться, ссылаясь на адрес колонки и строки. Уставки размещаются так, чтобы каждая колонка содержала соответствующие уставки, например, все уставки осциллографа содержатся в пределах одной и той же колонки. Как показано на рисунке 3, верхняя строка каждой колонки содержит заголовок, который описывает уставки, содержащиеся в пределах этой колонки. Движение между колонками меню может производиться только на уровне заголовков колонок. Полный список всех уставок меню дается в Приложении А этого руководства.

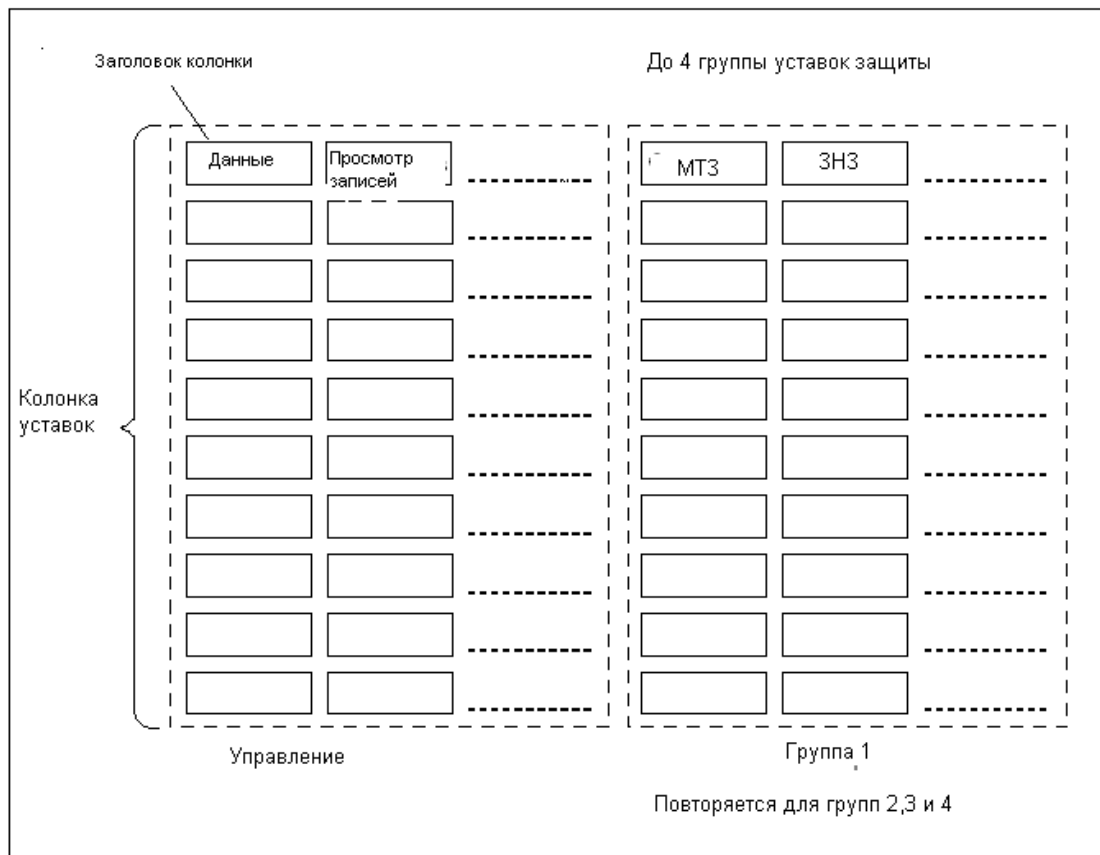


Рисунок 3: Структура меню

Все уставки в меню относятся к одной из трех категорий: уставки защиты, уставки осциллографа и уставки управления. В зависимости от категории, к которой относится уставка, для изменения уставки используется один из двух различных методов. Уставки управления сохраняются и используются защитой немедленно после того, как они введены. Для уставок защиты или уставок осциллографа реле сохраняет новые значения уставки в 'сверхоперативной' памяти. Она вводит новые уставки все вместе, но только после того, как было подтверждено, что новые установки должны быть приняты. Эта методика используется, чтобы обеспечить дополнительную защиту, и, чтобы несколько изменений уставок, сделанных в пределах одной группы уставок защиты, вступали в силу одновременно.

3.3.1 Уставки защиты

Уставки защиты включают следующее:

- уставки элементов защиты
- уставки логики схемы
- уставки АПВ и контроля синхронизма (где имеется) *
- уставки обнаружителя места повреждения линии (где имеется) *

Существует четыре группы уставок защиты, каждая группа содержит те же самые ячейки уставок. Одна группа уставок защиты выбрана как действующая группа и используется элементами защиты.

3.3.2 Уставки осциллографа

Уставки осциллографа включают продолжительность записи и момент запуска, выбор записываемых аналоговых и цифровых сигналов и источников сигнала, которые запускают запись.

3.3.3 Уставки управления

Уставки управления включают:

- уставки построения реле
- включенное / отключенное положение выключателя*
- уставки коэффициентов трансформации ТТ и ТН*
- сброс светодиодов
- действующую группу уставок защит
- уставки пароля и языка
- уставки контроля и управления выключателем*
- уставки передачи информации
- уставки измерения
- уставки записи повреждений и событий
- уставки интерфейса пользователя
- уставки наладки.

3.4 Защита паролем

Структура меню содержит три уровня доступа. Заданный уровень доступа определяет, какая из уставок реле может быть изменена, и управляется вводом двух различных паролей. Уровни доступа приведены в Таблице 2.

Уровень доступа	Возможные действия
Уровень 0 Пароль не требуется	Чтение всех уставок, сигналов, записей событий и повреждений
Уровень 1 Требуется пароль 1 или 2	Как при уровне 0 плюс: Команды управления, например, вкл./откл. выключатель. Сброс условий повреждений и сигналов. Сброс светодиодов. Стирание записей событий и повреждений
Уровень 2 Требуется пароль 2	Как при уровне 1 плюс: Все остальные уставки.

Таблица 2

Каждый из двух паролей состоит из 4 заглавных букв. Заводское значение по умолчанию для обоих паролей - AAAA. Каждый пароль изменяется пользователем, после того, как он был правильно введен. Ввод пароля выполняется или при подсказке, когда предпринято изменение уставки, или перемещением в ячейку 'Пароль' в колонке меню 'Данные'. Уровень доступа независимо вводится для каждого интерфейса, то есть, если уровень доступа 2 разрешается для заднего порта связи, доступ с лицевой панели останется на уровне 0, если не введен необходимый пароль с лицевой панели. Уровень доступа, позволяемый вводом пароля, будет заканчиваться независимо для каждого интерфейса после окончания периода бездействия и возвратится к заданному по умолчанию уровню. Если пароли утеряны, может быть получен резервный пароль – обратитесь в ALSTOM с указанием порядкового номера реле. Текущий уровень доступа для интерфейса может быть определен проверкой ячейки 'Уровень доступа' в колонке 'Данные', уровень доступа для интерфейса пользователя лицевой панели (UI), может также быть найден как одна из заданных по умолчанию опций дисплея.

Реле снабжено заданным по умолчанию уровнем доступа 2, таким, что пароль не требуется, чтобы изменить любую из уставок реле. Возможно также установить заданный по умолчанию уровень доступа или на 0 или на 1, запрещая доступ к записи уставок реле без правильного пароля. Заданный по умолчанию уровень доступа установлен в ячейке 'Управление Паролем' в колонке 'Данные' меню (обратите внимание, что эта уставка может быть изменена только, если задан уровень доступа 2).

3.5 Конфигурация реле

Реле является многофункциональным устройством, которое поддерживает много различных функций защиты, функций управления и связи. Чтобы упростить настройку реле, имеется колонка уставок конфигурации, которая может использоваться, чтобы вводить или блокировать многие из функций реле. Уставки, связанные с любой функцией, которая выведена, сделаны невидимыми, то есть они не показываются в меню. Для вывода функции измените соответствующую ячейку в колонке 'Конфигурация' с 'Введена' на 'Выведена'.

Колонка конфигурации определяет, какая из 4 групп уставок защит выбрана как действующая, через ячейку «Уставки #». Группа уставок защит может также быть выведена в колонке конфигурации, если она не является действующей. Точно так же выведенная группа уставок не может быть установлена как действующая. Колонка также позволяет все значения уставок в одной группе скопировать в другую группу.

Для этого, во-первых настройте ячейку ' Копировать откуда ' на копируемую группу уставок защит, затем установите ячейку ' Копировать куда ' на группу уставок, куда должна быть помещена копия. Скопированные уставки первоначально помещены в сверхоперативную память и будут использоваться реле только после подтверждения.

Чтобы восстановить значения по умолчанию для уставок в любой группе уставок защит, установите ячейку "По умолчанию" на соответствующий номер группы. Альтернативно возможно настроить ячейку "По умолчанию" на "Все уставки" для восстановления значений по умолчанию всех уставок реле, не только уставок групп защиты. Уставки по умолчанию будут первоначально помещены в сверхоперативную память и будут использоваться реле только после подтверждения. Обратите внимание, что восстановление значений по умолчанию всех уставок включает уставки заднего порта связи, которые могут приводить к прерыванию связи через задний порт, если новые (заданные по умолчанию) уставки не соответствуют уставкам ведущей станции.

3.6 Интерфейс пользователя лицевой панели (клавиатура и ЖКД)

Когда вспомогательная клавиатура открыта, она обеспечивает полный доступ к опциям меню реле, с отображением информацией на дисплее.

Клавиши (⇒, ⇐, ↑, ↓), которые используются для передвижения по меню и изменения значения уставок, включают функцию автоповтора, которая вводится в действие, если любая из этих клавишей нажата продолжительное время. Это может использоваться, чтобы ускорить изменение значения уставок и передвижение по меню; чем дольше клавиша нажата, тем быстрее становится скорость изменения или движения.

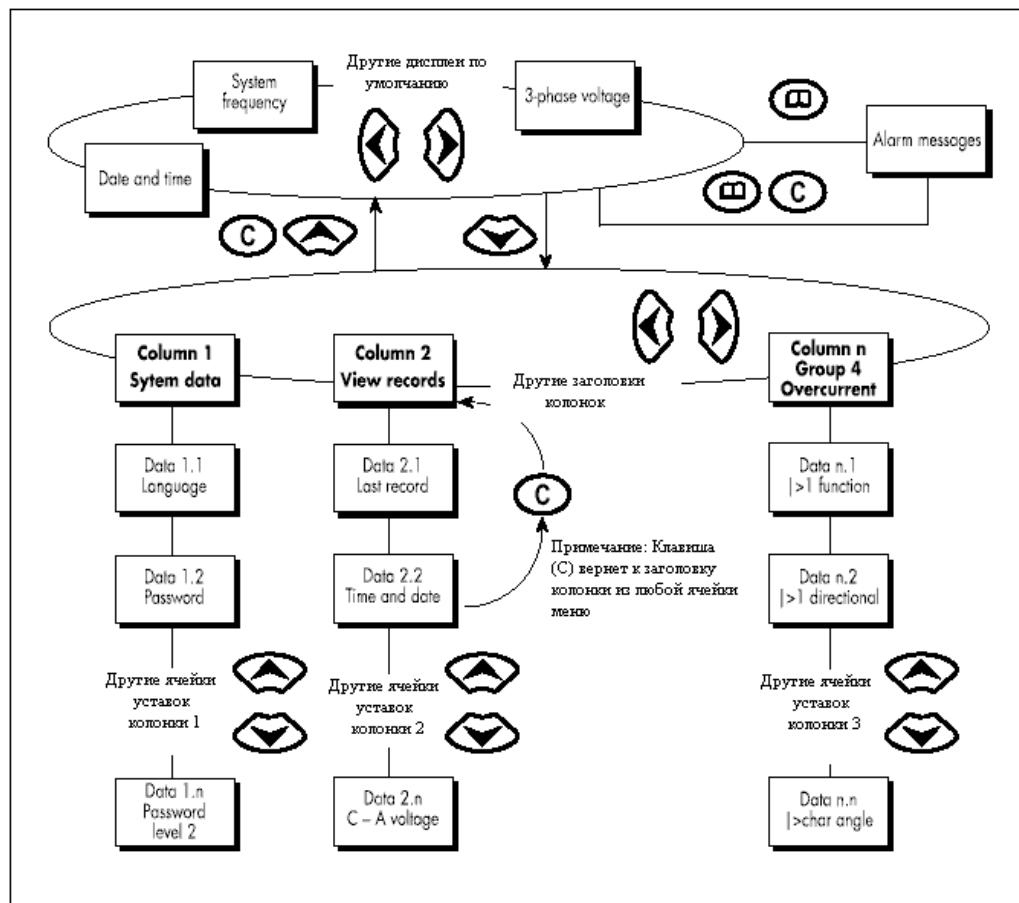


Рисунок 4: Система интерфейса пользователя лицевой панели

3.6.1 Дисплей по умолчанию и блокировка меню по времени

Меню лицевой панели имеет выбираемый дисплей по умолчанию. Реле будет заблокировано по времени и возвратится к заданному по умолчанию дисплею и отключит заднюю подсветку ЖКД после 15 минут бездействия вспомогательной клавиатуры. В таком случае любые изменения уставок, которые не были подтверждены, будут утеряны, и останутся первоначальные значения уставок.

Содержание дисплея по умолчанию может быть выбрано из следующих опций: трехфазный ток и ток нейтрали, 3-фазное напряжение, мощность, частота в энергосистеме, дата и время, описание реле или определяемая пользователем ссылка на объект*. Дисплей по умолчанию выбирается в ячейке "Default display (По умолчанию)" колонки 'Measure't setup (Уставки измерен.)'. Также, дисплей по умолчанию позволяет прокрутить различные опции с помощью клавиш ← и →. Однако, выбранный по умолчанию дисплей будет восстановлен после истечения времени блокировки меню. Всякий раз, когда в реле присутствует неснятый сигнал (например, запись повреждения, сигнализация защиты, сигнал управления и т.д.), дисплей по умолчанию будет заменен на:

Alarm/Faults present

(Присутствует сигнал)

Вход в структуру меню реле выполняется из дисплея по умолчанию не зависимо от того, что на дисплее показывается сообщение 'Alarm/Faults present'.

3.6.2 Передвижение по меню и просмотр уставок

Меню может быть просмотрено с помощью четырех клавиш курсора в соответствии со структурой, показанной на рисунке 4. Таким образом, начиная с дисплея по умолчанию, нажатие клавиши ↑ покажет заголовок первой колонки меню. Для выбора требуемого заголовка колонки используют клавиши ← и →. Данные уставок, содержащиеся в колонке могут тогда просматриваться, с помощью клавиш ↑ и ↓. Можно возвратиться к заголовку колонки либо, держа нажатой клавишу [символ стрелки "вверх"], или однократным нажатием клавиши сброса ©. Возможно двигаться поперек колонок только на уровне их заголовков. Чтобы возвратиться к дисплею по умолчанию, нажимают клавишу [символ стрелки "вверх"] или клавишу сброса © от любого из заголовков колонки. Невозможно прийти прямо на дисплей по умолчанию из одной из ячеек колонки, используя свойство автоповтора клавиши ↑, так как автоповтор остановится на заголовке колонки. Чтобы попасть на дисплей по умолчанию, клавишу ↑ следует отпустить и нажать снова.

3.6.3 Введение пароля

Когда требуется введение пароля, появляется следующая подсказка:

Enter Password ****Level 1

(Введите Пароль
****Уровень 1)



Примечание: Пароль, требуемый для редактирования уставок, подсказывается, как показано выше

Мигание курсора указывает, какую позицию пароля можно изменить. Нажмите клавиши ↑ и ↓, чтобы изменить каждый символ от А и Z. Чтобы двигаться между позициями пароля, используйте клавиши ← и →. Пароль подтверждается нажатием клавиши ввода ↵. Дисплей возвратится к 'Enter Password (Ввод пароля)', если введен неправильный пароль. В этой точке будет сообщение, указывающее, был ли введен правильный пароль и если да, то какой уровень доступа был открыт.

Если этот уровень достаточен для редактирования выбранной уставки, тогда дисплей возвратится к странице уставки, чтобы позволить продолжение редактирования. Если правильный уровень пароля не был введен, тогда пароль запрашивает, на какую страницу возвратиться. Чтобы уйти от этого запроса, нажмите клавишу сброса ©. Кроме этого, пароль может быть введен с помощью ячейки 'Password (Пароль)' колонки 'System data (Данные)'.


Для интерфейса пользователя лицевой панели защищенный паролем доступ возвратится к уровню доступа по умолчанию по истечении времени бездействия вспомогательной клавиатуры 15 минут. Можно вручную вернуть защиту с использованием пароля к уровню по умолчанию, перемещаясь в ячейку меню 'Password (Пароль)' в колонке 'System data (Данные)' и нажимая клавишу сброса © вместо ввода пароля.


3.6.4 Чтение и сброс сигнальных сообщений и записей событий

Присутствие одного или больше сигнальных сообщений будет обозначено дисплеем по умолчанию и миганием желтого сигнального светодиода. Сигнальные сообщения могут быть с самовозвратом или с удерживанием, в этом случае их сброс должен быть выполнен вручную. Для просмотра сигнальных сообщений нажмите клавишу чтения . Когда все сигналы просмотрены, но не квитированы, сигнальный светодиод перестанет мигать и будет гореть непрерывно, и будет отображена самая последняя запись повреждения (если она одна). Для перемещения по страницам используйте клавишу . Когда просмотрены все страницы записей повреждений, появится следующая подсказка:

Press clear
to reset alarms

(Нажмите (C) для сброса сигналов)

Чтобы возвратиться к существующему дисплею сигналов / повреждений и оставить сигналы неквитированными, нажмите . В зависимости от уставок конфигурации пароля может быть необходимо ввести пароль прежде, чем сигнальные сообщения могут быть квитированы (см. раздел введения пароля). Когда сигналы квитированы, желтый сигнальный светодиод погаснет, как и красный светодиод отключения, если он горел после повреждения.

Кроме этого, возможно ускорить процедуру, как только введен просмотр сигналов с помощью клавиши , может быть нажата клавиша ©, что переместит дисплей прямо в запись повреждений. Нажимая © снова, переместитесь прямо в подсказку сброса сигналов, где нажатие клавиши © еще раз квитирует все сигналы.

3.6.5 Изменение уставок

Для изменения значения уставок сначала переместитесь в нужную ячейку меню. Для изменения значения в ячейке нажмите клавишу ввода ↵, что вызовет появление на дисплее мигающего курсора, указывающего, что значение может быть изменено. Это произойдет только, если был введен соответствующий пароль, иначе появится подсказка ввести пароль. Значение уставки может тогда быть изменено нажатием клавиш ↑ и ↓. Если изменяемая уставка представляет собой бинарное значение или текстовую строку, сначала должен быть отобран с помощью клавиш ⇒ и ⇐ требуемый бит или символ, который будет изменен. Когда получено желательное новое значение, это подтверждается как новое значение уставки нажатием ↵. Кроме того, новое значение будет отвергнуто или, если нажата кнопка сброса ©, или, если произошла блокировка меню по времени.

Для уставок группы защит и уставок осциллографа изменения должны быть подтверждены перед тем, как будут использоваться реле. Чтобы это выполнить, когда введены все требуемые изменения, возвратитесь в заголовок колонки и нажмите клавишу \uparrow . Перед возвращением к дисплею по умолчанию появится следующая подсказка:

Update settings ?
Enter to Clear

(Изменить уставки?)

Нажатие \downarrow приведет к применению новых уставок, нажатие \odot вызовет отмену вновь введенных значений. Должно быть отмечено, что значения уставок будут также отменены, если блокировка меню по времени произойдет прежде, чем были подтверждены изменения уставок. Уставки управления будут изменены немедленно после того, как они введены, без подсказки 'Update settings (Изменить уставки)?'.

3.7 Интерфейс пользователя переднего порта связи

Передний порт связи осуществляется 9-контактным розеточным соединителем D-типа, расположенным под нижней створкой. Он обеспечивает последовательную передачу информации RS232 и предназначен для использования с ПК по месту (расстояние до 15 м), как показано на рисунке 5. Этот порт поддерживает связь только по протоколу Курьер. Курьер - язык передачи информации, разработанный ALSTOM T&D Защита и Управление, чтобы позволить связь с реле защиты его серий. Передний порт специально предназначен для использования с программой уставок реле MiCOM S1, которая является пакетом программ, основанным на Windows NT.

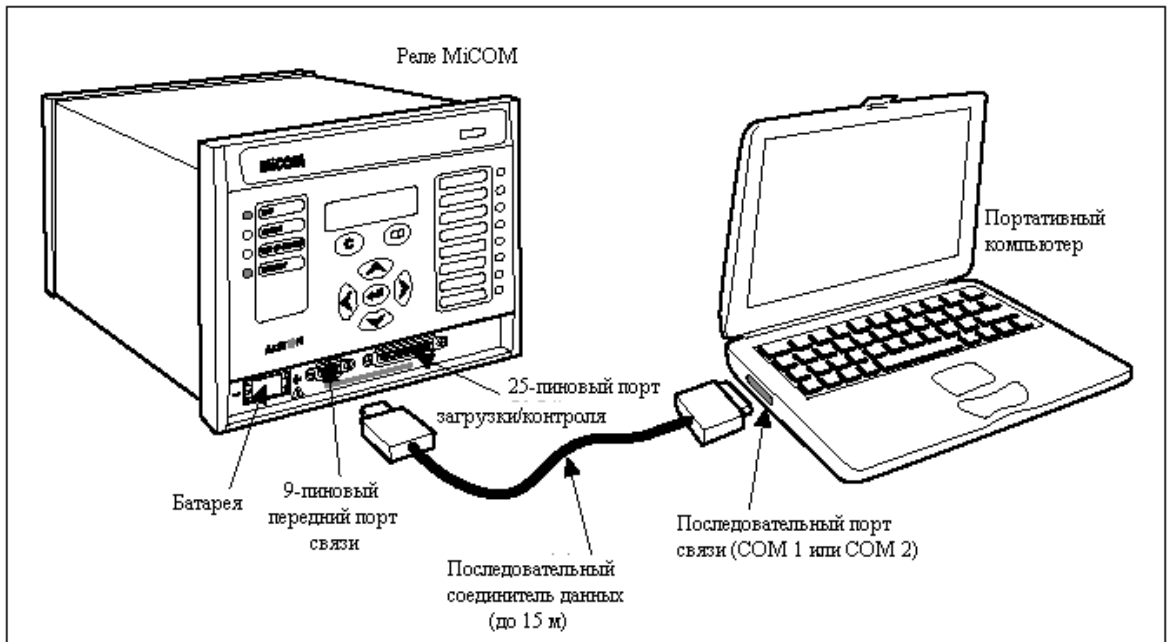


Рисунок 5: Подключение переднего порта реле

Реле является устройством аппаратуры передачи данных (АПД). Таким образом, соединения контактов 9-штырькового переднего порта реле следующие:

Пин № 2	Tx Передает информацию
Пин № 3	Rx Принимает информацию
Пин № 5	0 В Общий нуль

Ни один из других пинов (штырей) не соединен в реле. Реле должно быть соединено с последовательным портом ПК, обычно называемым COM1 или COM2. Персональные компьютеры обычно являются устройствами оконечного (терминального) оборудования (ОО), которые имеют соединение последовательного порта, как указано ниже (если сомневаетесь, сверьтесь с документацией на ваш ПК):

25-пиновый	9-пиновый	
Пин № 3	2	Rx Принимает информацию
Пин № 2	3	Tx Передает информацию
Пин № 7	5	0 В Общий нуль

Для успешной передачи данных, штырь Tx на реле должен быть соединен со штырем Rx на ПК, и штырь Rx на реле должен быть соединен со штырем Tx на ПК, как показано на рисунке 6. Поэтому, если ПК является ОО с пиновыми соединениями как показано выше, требуется прямой последовательный соединитель, то есть тот, который подключает пин 2 к пину 2, пин 3 к пину 3 и пин 5 к пину 5. Обратите внимание, что обычной причиной проблем с последовательной связью является подключение Tx к Tx и Rx к Rx. Это может произойти, если используется 'перекрестный' последовательный соединитель, то есть тот, который подключает пин 2 к пину 3, и пин 3 к пину 2, или, если ПК имеет ту же самую конфигурацию контактов, что и реле.

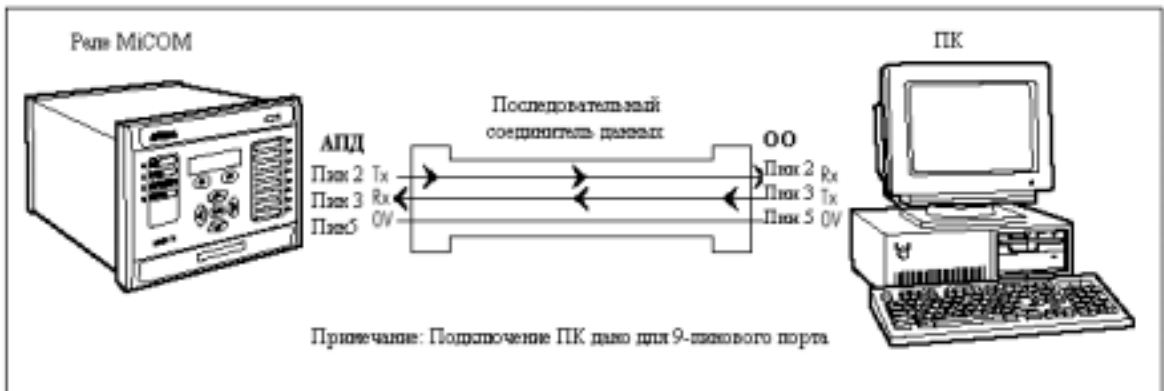


Рисунок 6: Соединение реле с ПК

После выполнения физического соединения реле с ПК, уставки передачи информации ПК должны быть настроены в соответствии с таковыми в реле. Уставки передачи информации реле для переднего порта установлены, как показано в таблице ниже:

Протокол	Курьер
Скорость передачи информации	19,200 бит/ с
Адрес протокола Курьер	1
Формат сообщения	11 бит – 1 стартовый бит, 8 информационных бит, 1 бит четности, 1 стоповый бит

Таймер бездействия для переднего порта установлен на 15 минут. Он контролирует, как долго реле поддерживает уровень доступа пароля на переднем порте. Если на переднем порте не получены никакие сообщения в течение 15 минут, тогда отменится любой уровень доступа пароля.

3.8 Интерфейс пользователя заднего порта связи

Задний порт может поддерживать один из трех протоколов связи (Курьер, Modbus, МЭК60870-5-103), выбор которого должен быть сделан при заказе реле. Задний порт связи оборудован трехклеммным винтовым соединителем, расположенным сзади реле. Подробности соединения зажимов приведены на схемах Приложения 2. Задний порт обеспечивает последовательную связь K-Bus/RS485 и предназначен для использования при постоянном соединении с центром дистанционного управления. Из трех соединений два служат для подключения сигнала, а третий - для заземляющего экрана кабеля. Когда для заднего порта выбрана опция K-Bus, два соединения сигнала не соблюдают полярность, однако для Modbus и МЭК60870-5-103 следует следить за соблюдением правильной полярности.

Протокол, обеспечиваемый реле, обозначен в меню в колонке “ Communications (Связь)”. Используя вспомогательную клавиатуру и ЖКД, во-первых проверьте, что ячейка “Comms settings (уставки коммун)” в колонке ‘Configuration (Конфигурация)’ была установлена на ‘Visible (Видимый)’, затем перейдите в колонку “Communications (Связь)”. Первая ячейка внизу колонки показывает протокол связи, используемый задним портом.

3.8.1 Связь по протоколу Курьер

Курьер – это язык передачи информации, разработанный ALSTOM T&D Защита и Управление, чтобы позволить дистанционный опрос серии его защит. Курьер работает на основе ведущий / ведомый, где ведомые устройства содержат информацию в форме базы данных и отвечают информацией из базы данных, когда это требуется ведущим устройством.

Реле -это подчиненное устройство, которое предназначено, чтобы использоваться с основными устройствами протокола Курьер, типа MiCOM S1, MiCOM S10, PAS&T, ACCESS или система SCADA. MiCOM S1 – это Windows NT4.0/95 совместимый пакет программ, который специально предназначен для изменения уставок реле.

Чтобы использовать задний порт для связи с ведущей станцией, основанной на ПК, используя Курьер, требуется преобразователь протокола KITZ с K-Bus на RS232. Это устройство можно получить от ALSTOM Защита и Управление Ltd. Типичная схема соединения показана на рисунке 7. Для получения более подробной информации относительно других возможных схем подключения обратитесь к описанию программного обеспечения ведущей станции Курьера и документации на преобразователь протокола KITZ. Каждый кабель из витой пары K-Bus может быть длиной до 1000 м и иметь до 32 реле, соединенных с ним.

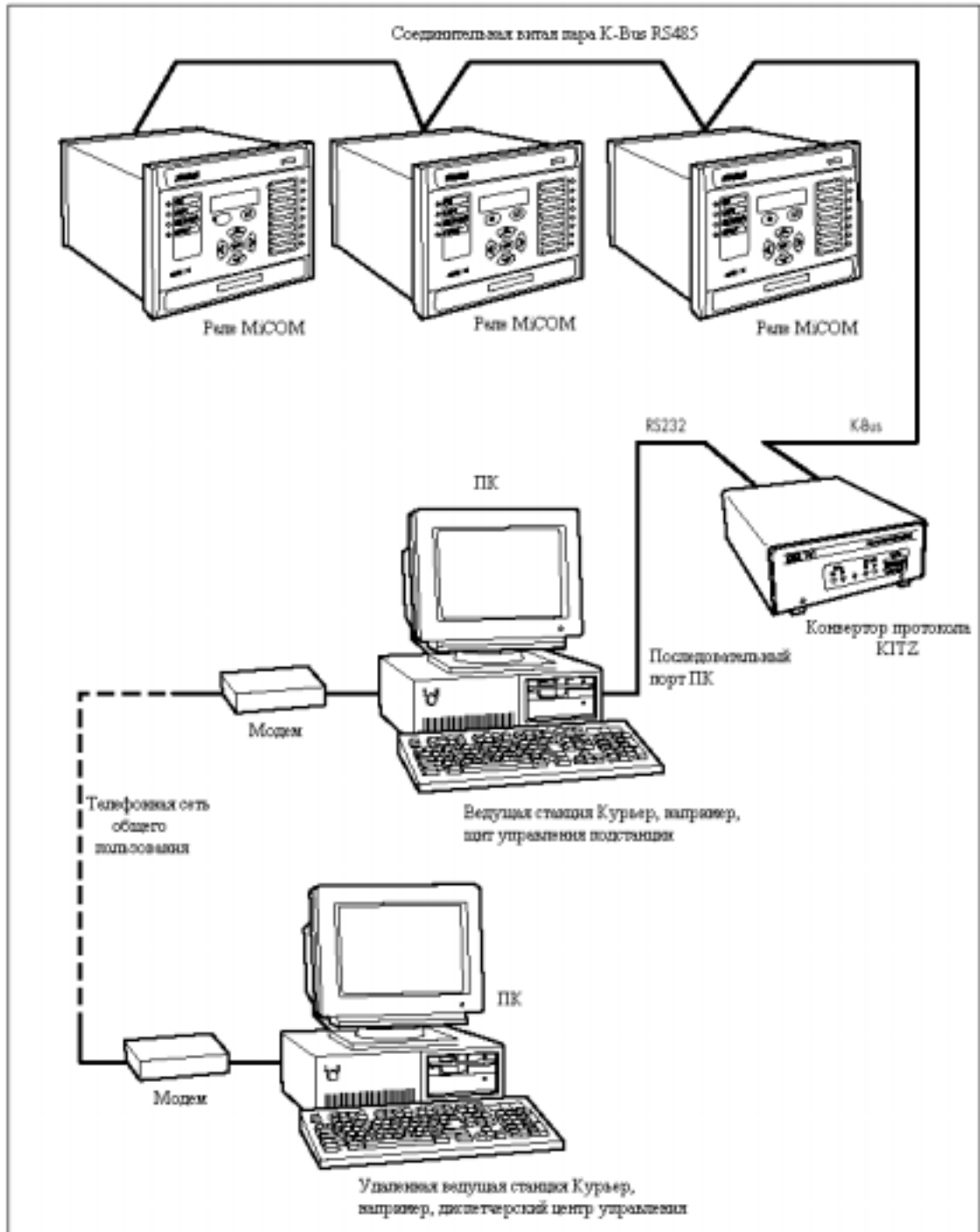


Рисунок 7: Схема подключения дистанционной связи

Осуществив физическое соединение с реле, необходимо задать реле уставки передачи информации. Для этого используйте интерфейс пользователя ЖКД и клавиатуру. В релейном меню во-первых проверьте, что ячейка "Comms settings (уставки коммун)" в колонке 'Configuration (Конфигурация)' была установлена на 'Visible (Видимый)', затем перейдите в колонку "Communications (Связь)". Только две уставки относятся к заднему порту, использующему Курьер, адрес реле и таймер бездействия. Используется синхронная связь с фиксированной скоростью в бодах 64 кбит/с.

Пройдите вниз колонки “Communications (Связь)” от заголовка к первой ячейке снизу, которая показывает протокол связи:

Protocol Courier

(Протокол Курьер)

Следующая ячейка внизу колонки управляет адресом реле:

Remote address 1

(Адрес реле 1)

Поскольку с одним кабелем K-Bus может быть связано до 32 реле, как показано на рисунке 7, необходимо, чтобы каждое реле имело уникальный адрес так, чтобы сообщения от ведущей станции управления были приняты только одним реле.

Курьер использует для релейного адреса целое число от 0 до 254, которое установлено в этой ячейке. Важно, чтобы никакие два реле не имели один и тот же адрес Курьера. Адрес Курьера используется ведущей станцией, чтобы связаться с реле.

Следующая ячейка внизу управляет таймером бездействия:

Inactivity timer 10.00 mins

(Таймер бездействия)

Таймер бездействия контролирует, как долго реле будет ждать без приема каких-либо сообщений на заднем порте прежде, чем оно возвратится к положению по умолчанию, включая отмену любого доступа пароля. Для заднего порта он может быть установлен от 1 до 30 минут.

Обратите внимание, что уставки защит и уставки осциллографа, которые изменяются с помощью системного редактора типа PAS&T, должны быть подтверждены с записью в ячейке “Save changes (сохраните изменения)” колонки ‘Configuration (Конфигурация)’. Автономные редакторы, типа MiCOM S1 не требуют этого действия для того, чтобы измененные уставки вступили в силу.

3.8.2 Связь по протоколу Modbus

Modbus - протокол связи типа ведущий / ведомый, который может использоваться для управления сетью связи. Подобно Курьеру, система работает так: ведущее устройство вызывает все действия, а подчиненные устройства (реле), отвечают ведущему, поставляя требуемые данные или выполняя требуемые действия. Связь Modbus достигается через подключение витой пары к заднему порту и может использоваться на расстоянии 1000 м с подключением до 32 подчиненных устройств.

Чтобы использовать задний порт со связью Modbus, должны быть заданы уставки связи реле. Для этого используйте интерфейс пользователя ЖКД и клавиатуру. В релейном меню во-первых проверьте, что ячейка “Comms settings (уставки коммун)” в колонке ‘Configuration (Конфигурация)’ была установлена на ‘Visible (Видимый)’, затем перейдите в колонку “Communications (Связь)”. Четыре уставки относятся к заднему порту, использующему Modbus, которые описаны ниже. Пройдите вниз колонки “Communications (Связь)” от заголовка к первой ячейке снизу, которая показывает протокол связи:

Protocol Modbus

(Протокол Modbus)

Следующая ячейка внизу управляет адресом реле Modbus:

Modbus address 23

(Адрес реле)

До 32 реле может быть связано с одним кабелем Modbus, и поэтому необходимо, чтобы каждое реле имело уникальный адрес так, чтобы сообщения от ведущей станции управления были приняты только одним реле. Modbus использует для релейного адреса целое число от 1 до 247, которое установлено в этой ячейке. Важно, чтобы никакие два реле не имели один и тот же адрес Modbus. Адрес Modbus используется ведущей станцией, чтобы связаться с реле.

Следующая ячейка внизу управляет таймером бездействия:

Inactivity timer 10.00 mins

(Таймер бездействия)

Таймер бездействия контролирует, как долго реле будет ждать без приема каких-либо сообщений на заднем порте прежде, чем, оно возвратится к положению по умолчанию, включая отмену любого доступ пароля. Для заднего порта он может быть установлен от 1 до 30 минут.

Следующая ячейка внизу управляет используемой скоростью передачи информации:

Boud rate 9600 bits/s

(Скорость в бодах)

Связь Modbus - асинхронная. В реле существует три скорости в бодах, ' 9600 бит/ с', ' 19200 бит/ с' и ' 38400 бит/ с'. Важно, чтобы скорость в бодах, выбранная в реле, была такой же, как установлена на ведущей станции Modbus.

Следующая ячейка внизу управляет форматом четности, используемом в рамках данных:

Parity None

(Четность)

Четность может быть установлена на 'None (Никакой)', 'Odd (Нечетный)' или 'Even (Четный)'. Важно, чтобы любой формат четности на реле совпадал с установленным на ведущей станции Modbus.

3.8.3 Связь по протоколу МЭК60870-5CS 103

Технические требования МЭК60870-5-103: Системы и Оборудование Телеуправления, Часть 5: Раздел Протоколов Передачи 103 определяют использование стандартов МЭК60870-5- 1 до МЭК60870-5-5, чтобы осуществить связь с защитным оборудованием. Стандартное построение для протокола МЭК60870-5-103 должно использовать подключение витой пары на расстоянии до 1000 м. Задний порт как опция протокола МЭК60870-5103 может быть с указанием использования оптоволоконного соединения для прямого подключения к ведущей станции. Реле работает в системе как подчиненное, отвечая на команды от ведущей станции. Метод связи использует стандартизированные сообщения, которые основаны на протоколе связи VDEW.

Чтобы использовать задний порт со связью МЭК60870-5-103, должны быть заданы уставки связи реле. Для этого используйте интерфейс пользователя ЖКД и клавиатуру. В релейном меню, во-первых, проверьте, что ячейка "Comms settings (уставки коммун)" в колонке 'Configuration (Конфигурация)' была установлена на 'Visible (Видимый)', затем перейдите в колонку "Communications (Связь)". Четыре уставки относятся к заднему порту, использующему МЭК60870-5-103, которые описаны ниже. Пройдите вниз колонки "Communications (Связь)" от заголовка к первой ячейке снизу, которая показывает протокол связи:

Protocol МЭК60870-5-103

(Протокол МЭК60870-5-103)

Следующая ячейка внизу колонки управляет адресом реле МЭК60870-5-103:

Remote address 1

(Адрес реле 1)

Поскольку с одним кабелем K-Bus может быть связано до 32 реле, как показано на рисунке 7, необходимо, чтобы каждое реле имело уникальный адрес так, чтобы сообщения от ведущей станции управления были приняты только одним реле. МЭК60870-5-103 использует для релейного адреса целое число от 0 до 254, которое установлено в этой ячейке. Важно, чтобы никакие два реле не имели один и тот же адрес МЭК60870-5-103. Адрес МЭК60870-5-103 тогда используется ведущей станцией, чтобы связаться с реле.

Следующая ячейка внизу управляет используемой скоростью передачи информации:

Boud rate 9600 bits/s

(Скорость в бодах)

Следующая ячейка внизу управляет периодом между измерениями МЭК60870-5-103:

Mtasure't period 30/00 s

(Период измерений)

Протокол МЭК60870-5-103 позволяет реле выполнять измерения через равные промежутки времени. Интервал между измерениями управляется этой ячейкой и может быть установлен от 1 до 60 секунд.

Следующая ячейка внизу указывает физические носители, используемые для связи:

Physical link RS485

(Канал связи)

По умолчанию выбрано электрическое соединение RS485. Если необязательные оптоволоконные соединители установлены на реле, то эта уставка может быть изменена на ' Fibre optic (Оптоволокно) '.

Следующая ячейка внизу может использоваться, чтобы определить предпочтительный тип функции для этого интерфейса, если он явно не определен для конкретного случая протоколом МЭК60870-5-103 *.

Function type 226

(Тип функции)

3.8.4 Связь по протоколу DNP 3.0

Протокол DNP 3.0 определен и управляется Группой Пользователей DNP. Информация о группе пользователей, DNP 3.0 в общем и сертификациям протокола находится на сайте www.dnp.org

Реле работает в системе как подчиненное DNP 3.0 и поддерживает уровень 2 подмножества протокола плюс некоторые функции уровня 3. Связь DNP 3.0 достигается подключением витой пары к заднему порту, и может использоваться на расстоянии до 1000 м с 32 подчиненными устройствами.

Чтобы использовать задний порт со связью DNP 3.0, должны быть заданы уставки связи реле. Для этого используйте интерфейс пользователя ЖКД и клавиатуру. В релейном меню, во-первых, проверьте, что ячейка "Comms settings (уставки коммун)" в колонке 'Configuration (Конфигурация)' была установлена на 'Visible (Видимый)', затем перейдите в колонку "Communications (Связь)". Четыре уставки относятся к заднему порту, использующему DNP 3.0, которые описаны ниже. Пройдите вниз колонки "Communications (Связь)" от заголовка к первой ячейке снизу, которая показывает протокол связи:

Protocol DNP 3.0

(Протокол DNP 3.0)

Следующая ячейка внизу колонки управляет адресом реле DNP 3.0:

DNP 3.0 address 1

(Адрес реле 1)

Поскольку с одним кабелем DNP 3.0 может быть связано до 32 реле, то необходимо, чтобы каждое реле имело уникальный адрес так, чтобы сообщения от ведущей станции управления были приняты только одним реле. DNP 3.0 использует для релейного адреса целое число от 1 до 65519, которое установлено в этой ячейке. Важно, чтобы никакие два реле не имели один и тот же адрес DNP 3.0. Адрес DNP 3.0 используется ведущей станцией, чтобы связаться с реле.

Следующая ячейка внизу управляет используемой скоростью передачи информации:

Boud rate 9600 bits/s

(Скорость в бодах)

Связь DNP 3.0 - асинхронная. В реле существует шесть скоростей в бодах, 1200 бит/с, '2400 бит/ с', '4800 бит/ с', ' 9600 бит/ с', ' 19200 бит/ с' и ' 38400 бит/ с'. Важно, чтобы скорость в бодах, выбранная в реле, была такой же, как установлена на ведущей станции DNP 3.0.

Следующая ячейка внизу управляет форматом четности, используемом в рамках данных:

Parity None

(Четность)

Четность может быть установлена на 'None (Никакой)', 'Odd (Нечетный)' или 'Even (Четный)'. Важно, чтобы любой формат четности на реле совпадал с установленным на ведущей станции DNP 3.0.

Следующая ячейка внизу устанавливает требование реле ведущей станции синхронизировать время.

Time Synch Enabled

(Синхрониз.времени
введена)

Синхронизация времени устанавливается на "Введена", либо на "Выведена". В случае установки на "Введена", она позволяет ведущей станции DNP 3.0 синхронизировать время.

Глава 2

Применение

СОДЕРЖАНИЕ

1	ВВЕДЕНИЕ.....	5
1.1.	Защита воздушных линий.....	5
1.2.	Дифференциально-фазная защита	5
1.3.	Устройство дифференциально-фазной защиты - P547	6
1.3.1.	Функции защиты	6
1.3.2.	Дополнительные функции.....	7
2	ПРИМЕНЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЗАЩИТЫ.....	8
2.1.	Меню “Configuration” («Конфигурация»).....	8
2.2.	Дифференциально-фазная защита	10
2.2.1.	Дифференциально-фазная защита – основные принципы.....	10
2.2.2.	Информационная связь между концами	12
2.2.3.	Требования, предъявляемые к ВЧ приемо-передатчику	14
2.2.4.	Применение к трехфазным системам – смешивание фазного тока	14
2.2.5.	Интеллектуальный режим для получения смешанного тока	15
2.2.6.	Предотвращение непрерывной передачи: датчики КЗ.....	16
2.2.7.	Управление датчиками КЗ ВЧ передачей и алгоритмами отключения	17
2.2.8.	Задержка передачи и установка синхронности	18
2.2.9.	Селективность при наличии ошибок в измерениях, компенсация емкостного тока	20
2.2.10.	Метод измерения промежутков	22
2.2.11.	Сигнализация продолжающейся передачи.....	22
2.2.12.	Конфигурация дифференциально-фазной защиты.....	22
2.2.13.	Группа уставок дифференциально-фазной защиты	23
2.2.14.	«Интеллектуальный» режим и уставки, назначаемые пользователем	24
2.2.15.	Датчики определения КЗ по приросту тока обратной последовательности	26
2.2.16.	Датчики прироста КЗ тока прямой последовательности	26
2.2.17.	Датчики величины тока обратной последовательности.....	27
2.2.18.	Датчики величины тока прямой последовательности	28
2.2.19.	Угол устойчивости и емкостной зарядный ток.....	29
2.2.20.	Счетчик интервалов и сброс таймеров	30
2.2.21.	Важно: уставка Ведущий/Ведомый в колонке меню COMMISSIONING	30
2.2.22.	Другие свойства ДФЗ MiCOM P547 – Защитная блокировка и Съём сигнала	30
2.2.23.	Трехфазное/однофазное отключение	30
2.2.24.	Отключающий вход	31
2.3.	Максимально-токовая защита (МТЗ).....	32
2.3.1.	Резервная МТЗ при повреждении канала ДФЗ.....	34
2.4.	Защита от тепловой перегрузки	34
2.4.1.	Характеристика с одной постоянной времени	35
2.4.2.	Характеристика с двумя постоянными времени (Обычно не применяется для P547) ..	35
2.4.3.	Методика выбора уставок	36
2.5.	ЗНЗ и чувствительная ЗНЗ.....	37
2.6.	МТЗ обратной последовательности (NPS)	39
2.7.	Методика выбора уставок.....	41
2.7.1.	Токовая ступень защиты обратной последовательности, ‘I2> Current Set’	41
2.7.2.	Выдержка времени для защиты обратной последовательности, ‘I2> Time Delay’	41
2.8.	УРОВ (CBF)	42
2.8.1.	Конфигурация УРОВ	42
2.8.2.	Механизм сброса таймеров УРОВ	42
2.8.3.	Типичные уставки	44
2.9.	Небаланс I2/I1	44
2.9.1.	Обнаружение обрыва провода	45
2.9.2.	Контроль исправности цепей ТТ по отношению I2/I1 Ratio	45
2.9.3.	Методика обнаружения обрыва провода и контроля исправности цепей ТТ	45
2.9.4.	Примеры уставок.....	46
2.10.	Управление фильтром оптовожделов	47

3	ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПОВ РАБОТЫ ФУНКЦИЙ, НЕ ОТНОСЯЩИХСЯ К ЗАЩИТАМ	48
3.1.	Контроль положения выключателя	48
3.1.1.	Особенности контроля положения выключателя	48
3.2.	Контроль состояния выключателя	49
3.2.1.	Особенности контроля состояния выключателя	49
3.2.2.	Рекомендации по выбору уставок	50
3.3.	Управление выключателем	52
3.4.	Регистратор событий	54
3.4.1.	Типы событий	56
3.4.2.	Сброс регистратора событий и регистратора аварийных событий	58
3.4.3.	Просмотр данных регистратора событий по программе MiCOM S1	58
3.4.4.	Фильтрация событий	59
3.5.	Осциллограф	60
3.6.	Измерения	61
3.6.1.	Измеренные токи	62
3.6.2.	Токи последовательностей	62
3.6.3.	Действующие значения токов	62
3.6.4.	Уставки	62
3.6.5.	Индикация на ЖКД по умолчанию	62
3.6.6.	Измерение опорного сигнала	63
4	УСТАВКИ ПО УМОЛЧАНИЮ	63
4.1.	Конфигурирование оптовходов	63
4.2.	Конфигурирование контактов выходных реле	64
4.3.	Состояние контактов выходных реле	64
4.4.	Конфигурирование светодиодов	65
4.5.	Запуск регистратора аварийных событий	65
5	ТРЕБОВАНИЯ К ТРАНСФОРМАТОРАМ ТОКА	66
5.1.	Дифференциально-фазная защита	66
6	МЕНЮ ПРИЕМО-СДАТОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ	67
6.1.	Состояние оптовходов	68
6.2.	Состояние выходных реле	68
6.3.	Состояние проверочного порта	68
6.4.	Состояние светодиодов	69
6.5.	Контроль битов от 1 до 8	69
6.6.	Режим проверки	69
6.7.	Проверка конфигурации	70
6.8.	Проверка контактов	70
6.9.	Проверка светодиодов	70
6.10.	Режим ведущий/ведомый	70
6.11.	Проверка устойчивости под нагрузкой	70
6.12.	Использование блока проверки порта контроля/загрузки	71
7	ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ МЕЖДУ РЕЛЕ	71
7.1.	Схемы подключения ВЧ-канала	71

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1. Защита воздушных линий

Воздушные линии, начиная от распределительных линий 11кВ и заканчивая высоковольтными линиями передачи 800кВ, являются особо восприимчивыми к коротким замыканиям в современной энергосистеме. Поэтому их надежную работу обеспечивает связанная с ними защита. Высокое быстродействие и способность распознать повреждения, являются основными свойствами любой схемы защиты.

Одним из основных требований, предъявляемых к сетям электропередачи, является устойчивость системы. В этих системах требуется использование однофазных отключений и быстродействующее АПВ. Это, в свою очередь, диктует потребность в очень высоком быстродействии защит для уменьшения времени отключения повреждения.

Изменяющийся ток в процессе короткого замыкания также может неблагоприятно влиять на защиту. Эта проблема особенно актуальна для длинных ЛЭП. Как начальный бросок тока, так и меняющийся ток в последующем режиме КЗ не должны приводить к ложной работе защиты или мешать ее нормальной работе.

При этом необходимо учитывать физическое расстояние. Некоторые ЛЭП могут иметь длину до нескольких сотен километров. Для применения ускорения и избирательности защиты нужно применять канал передачи информации между ее концами. Этот канал должен контролироваться защитой.

Резервирование защит также является важной характеристикой любой схемы защиты. В случае повреждения аппаратуры необходимо обеспечить дополнительные способы устранения повреждения. При этом желательно обеспечить резервную защиту, которая может работать с минимальной задержкой и согласовываться с основной защитой, как на этом, так и на другом конце ЛЭП.

1.2. Дифференциально-фазная защита

Схема дифференциальной защиты требует канала связи между двумя концами линии электропередачи. Для обмена информацией о полярности тока повреждения между двумя концами ЛЭП, дифференциально-фазная защита использует непосредственно линию электропередачи. Канал передачи информации используется только при обнаружении повреждения и в нормальном режиме он не используется. Для этой цели используется высокочастотная связь по ЛЭП (частота несущей обычно 70 кГц-700 кГц). Для посылки сигнала, который повторяет форму смешанных отдельных сигналов токов всех трех фаз, устройство использует внешнюю ВЧ аппаратуру связи. Действие защиты основано на блокирующем принципе, таким образом возможная потеря сигнала из-за внутреннего короткого замыкания не влияет на правильное отключение повреждения защитой.

Использование несущей частоты для связи по ЛЭП обеспечивает полную надежность и работоспособность канала. ВЧ передатчик передает сигналы с малой задержкой, обусловленной аппаратурой (сигнал ВЧ передатчика идет со скоростью света), что обеспечивает минимальное время устранения повреждения. Поскольку линией связи выступает сама ЛЭП, не требуются затраты на аренду канала связи.

1.3. Устройство дифференциально-фазной защиты - P547

Устройства серии MiCOM разработаны с использованием последних цифровых технологий, применяются в широком диапазоне: двигатели, генераторы, питающие линии, ВЛ и т.д.

Для обеспечения максимальной эффективности применения, каждое устройство и программное обеспечение к нему разрабатывается для определенного типа оборудования (например, двигатель, генератор, и т.д.). Одним из таких изделий, является устройство P547. Оно было разработано для обеспечения защиты широкого диапазона воздушных линий, начиная от распределительных и заканчивая уровнем напряжения "транзитных ЛЭП".

Устройство также включает дополнительные функции, которые предназначены для обнаружения повреждений в энергосистеме и анализа короткого замыкания. Ко всем этим функциям можно получить доступ через коммуникационные порты устройства.

1.3.1. Функции защиты

Устройство P547 содержит широкое разнообразие функций защиты:

- Дифференциально-фазная защита - ускоряет срабатывание защит, используя ВЧ связь по ЛЭП для связи между двумя концами линии.
- Проверка канала связи – производится периодическая проверка канала и передача измерений с определенной задержкой, обеспечивающей синхронизацию между устройствами дифференциально-фазной защиты на концах ЛЭП.
- Дополнительное телеотключение по ВЧ сигналу удаленного конца. Применяется для отключения КЗ в мертвой зоне, когда ТТ находятся со стороны отходящей линии (по отношению к выключателю).
- Максимальная токовая защита – четыре ступени ненаправленной резервной защиты.
- Защита от замыканий на землю - четыре ступени ненаправленной резервной защиты, использующей полученный ток нейтрали.
- Чувствительная защита от замыканий на землю - четыре ступени чувствительной защиты от замыканий на землю.
- Пуск-наброс - адаптивные уставки по току после включения выключателя (для отстройки бросков тока в момент включения).
- Максимальная токовая защита обратной последовательности.
- Защита от тепловой перегрузки – две ступени тепловой защиты.
- УРОВ – две ступени защиты при отказе выключателя.
- Небаланс I2/I1 - небаланс обратной последовательности и обнаружение обрыва провода используется для обнаружения обрыва цепи и неисправности в электрической схеме ТТ
- Контроль канала защиты - обнаружение неисправности канала защиты, что позволяет принять необходимые меры, например, включить независимую резервную защиту
- Программируемая логика схемы - позволяет пользователю настроить защиту и логику управления так, чтобы удовлетворить специфическим требованиям потребителя, например, выполнить контроль схемы управления выключателя.

1.3.2. Дополнительные функции

В нижеприведенном списке перечислены дополнительные функции устройства P547:

- Местные измерения – все измерения, снимаемые данным устройством на этом конце линии, доступны для просмотра через дисплей или с помощью компьютера.
- Аварии/события/осциллограммы – доступны для просмотра с помощью компьютера или дисплей устройства (на дисплее отображаются только аварии и события).
- Метки времени/синхронизация внутренних часов – синхронизация внутренних часов возможна только при наличии IRIG-B входа.
- Четыре группы уставок – независимые четыре группы уставок позволяют применять устройство в различных энергетических режимах и подстроиться к специфическим требованиям пользователя.
- Контроль схемы управления выключателя – показывает несоответствие между вспомогательными контактами выключателя.
- Управление выключателем – позволяет управлять выключателем с места через локальный интерфейс устройства или дистанционно с помощью компьютера.
- Контроль состояния выключателя – обеспечивает запись/сигнализацию количества операций выключателя, сумму отключенных токов и время работы выключателя.
- Тестирование аппаратуры - тестирование «под нагрузкой», в случае обнаружения неисправности выдается сигнал на выходной контакт.
- Дистанционная связь позволяет дистанционно подключаться к устройству, поддерживающему следующие протоколы: Courier, MODBUS, и МЭК60870-5-103.
- Постоянное самотестирование – устройство постоянно находится в непрерывном цикле самодиагностики, что позволяет обеспечить высокую надежность в работе.

2 ПРИМЕНЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЗАЩИТЫ

Следующий раздел детально показывает индивидуальные функции защиты и их применение.

Все индивидуальные функции защиты в устройстве P547 находятся в меню 'CONFIGURATION'. Так как это затрагивает работу каждой индивидуальной функции защиты, то это описано в следующем параграфе.

2.1. Меню "Configuration" («Конфигурация»)

Следующая таблица показывает содержимое меню «CONFIGURATION»:

Текст меню	Уставка по умолчанию	Доступные уставки
CONFIGURATION		
Restore defaults (Восстановить по умолчанию)	No operation	No operation (Выведено) All settings (Все уставки) Setting group 1 (1 группу уставок) Setting group 2 (2 группу уставок) Setting group 3 (3 группу уставок) Setting group 4 (4 группу уставок)
Setting Group (Группа уставок)	Select via menu	Select via menu (Выбор через меню) Select via opto (Выбор через оптовход)
Active settings (Активные уставки)	Group 1	Group 1 (Группа 1) Group 2 (Группа 2) Group 3 (Группа 3) Group 4 (Группа 4)
Save Changes (Сохранить изменения)	No Operation	No Operation (Выведено) Save (Сохранить) Abort (Отмена)
Copy From (Копировать из)	Group 1	Group 1 (Группа 1) Group 2 (Группа 2) Group 3 (Группа 3) Group 4 (Группа 4)
Copy To (Копировать в)	No Operation	No Operation (Выведено) Group 1 (Группа 1) Group 2 (Группа 2) Group 3 (Группа 3) Group 4 (Группа 4)
Setting Group 1 (Группа уставок 1)	Enabled	Enabled (Введена) Disabled (Выведена)
Setting Group 2 (Группа уставок 2)	Enabled	Enabled (Введена) Disabled (Выведена)
Setting Group 3 (Группа уставок 3)	Enabled	Enabled (Введена) Disabled (Выведена)
Setting Group 4 (Группа уставок 4)	Enabled	Enabled (Введена) Disabled (Выведена)
Phase Comparison (ДФЗ)	Enabled	Enabled (Введена) Disabled (Выведена)

Текст меню	Уставка по умолчанию	Доступные уставки
CONFIGURATION		
Opto Filter Cntl (Управление фильтром оптовходов)	11111111	Каждый бит устанавливается: 1 = Применить фильтр к оптовходу; 0 = Не применять
Overcurrent (MT3)	Enabled	Enabled (Введена) Disabled (Выведена)
Negative Sequence O/C (MT3 обратной последовательности)	Enabled	Enabled (Введена) Disabled (Выведена)
I2/I1 Unbalance (Небаланс I2/I1)	Enabled	Enabled (Введена) Disabled (Выведена)
Earth Fault (ЗНЗ)	Disabled	Enabled (Введена) Disabled (Выведена)
Sensitive E/F (Чувствительная ЗНЗ)	Enabled	Enabled (Введена) Disabled (Выведена)
Thermal Overload (Тепловая перегрузка)	Enabled	Enabled (Введена) Disabled (Выведена)
Cold Load Pickup (Пуск-наброс нагрузки)	Disabled	Enabled (Введена) Disabled (Выведена)
Phase Adjustment (Согласование ДФЗ)	Enabled	Enabled (Введена) Disabled (Выведена)
CB Fail (УРОВ)	Enabled	Enabled (Введена) Disabled (Выведена)
Input labels (Метки входов)	Visible	Visible (Видимый) Invisible (Невидимый)
Output labels (Метки выходов)	Visible	Visible (Видимый) Invisible (Невидимый)
CT & VT Ratios (Коэфф. ТТ и ТН)	Visible	Visible (Видимый) Invisible (Невидимый)
Record Control (Проверка записи)	Invisible	Visible (Видимый) Invisible (Невидимый)
Disturb Recorder (Регистратор осциллограмм)	Invisible	Visible (Видимый) Invisible (Невидимый)
Measure't Setup (Настройка измерений)	Invisible	Visible (Видимый) Invisible (Невидимый)
Comms Settings (Уставки связи)	Visible	Visible (Видимый) Invisible (Невидимый)
Commission Tests (Проверка связи)	Visible	Visible (Видимый) Invisible (Невидимый)
Settings Values (Значения уставок)	Primary	Primary (Первичные) Secondary (Вторичные)

Цель этого меню, состоит в том, что бы позволить пользователю произвести полную конфигурацию устройства. Любые функции, которые недоступны и отображаются в этом меню, в основном меню устройства отображаться не будут.

Для того, что бы позволить устройству P547 выполнять свои функции защиты, функции “Phase Comparison” и “Phase Adjustment” должны быть включены (Enabled).

2.2. Дифференциально-фазная защита

Основное назначение устройства P547 – это обеспечение дифференциально-фазной защиты. Этот метод основан на сравнении фаз двух сигналов, полученных с разных концов линии. Обязательным условием для обеспечения такой защиты является наличие канала связи. В качестве канала связи устройство P547 использует ЛЭП. Для этого достаточно иметь на обоих концах линии только заградители.

2.2.1. Дифференциально-фазная защита – основные принципы

Дифференциально-фазная защита является основным модулем в блоке защит, который стоит на обоих концах линии. Привлекательность такой защиты основана на ее простоте, которая заключается в использовании в качестве канала связи самой ЛЭП, по которой передаются сигналы пуск-пауза. (Сравните эту защиту с дифференциальной защитой, где сигнал включает в себя еще и оцифрованную величину токов, скорость таких сообщений составляет 19.2 или 56/64 кб/с).

Рис. 1 показывает два конца линии X-Y с перегрузкой или с КЗ за пределами защищаемой линии. Как в первом, так и во втором случае, аварийный режим находится за пределами ЛЭП, а, следовательно, устройство не должно реагировать на этот режим и не должно подавать команды на отключение выключателя.

Так как эта защита является дифференциальной, то на обоих концах линии трансформаторы тока должны быть согласованы между собой.

Заметьте, что полярность тока при перегрузке или КЗ на конце Y, будет обратной полярности тока на конце X, т.к. ток будет течь от конца X к концу Y, а от конца Y к следующему концу. Рис. 1 показывает, как каждый положительный полупериод конца X будет накладываться на отрицательный полупериод конца Y и, наоборот, на каждый отрицательный полупериод на конце X будет накладываться положительный полупериод на конце Y. Таким образом, сдвиг фаз токов нагрузки на 180° является основой для организации дифференциально-фазной защиты.

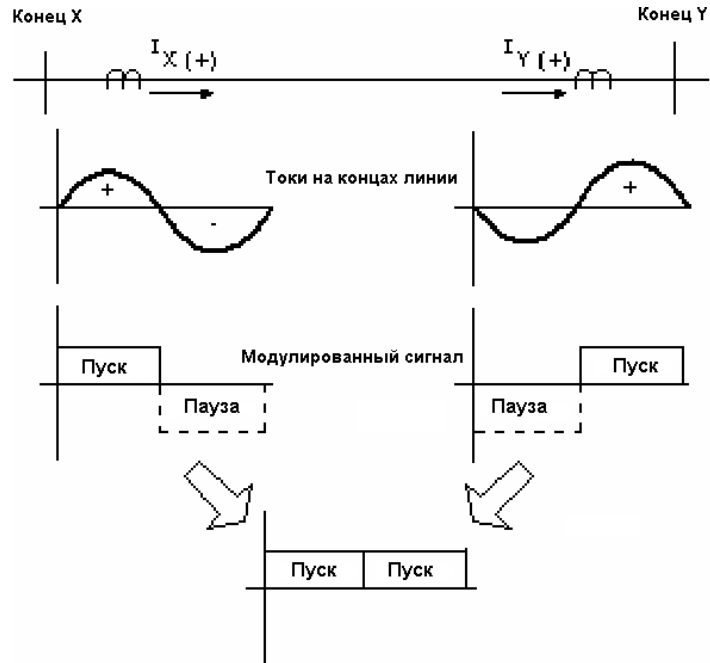


Рис. 1: Транзит мощности или внешнее КЗ

В основу дифференциально-фазной защиты положен принцип преобразования полярности тока в параметр «пуск/пауза» (логическая единица = «пуск»- соответствует запущенному передатчику логический ноль = «пауза»- остановленному). Каждое устройство P547 конвертирует положительный полупериод тока в логическую единицу (пуск), отрицательный полупериод в логический ноль (пауза). Таким способом устройство кодирует каждый полупериод в сигналы «пуск» или «пауза» с длиной импульса в зависимости от частоты энергосистемы (10мс при частоте 50Гц и 8.3мс при 60Гц). Для транзита мощности или внешнего КЗ при сложении сигналов через логический оператор ИЛИ на выходе мы получим постоянную единицу. Этот случай показан на Рис. 1, где при сложении двух сигналов мы получаем постоянную логическую единицу.

Таким образом, дифференциально-фазная защита обеспечивает селективность при перетоке мощности или внешнем КЗ при отсутствии пауз. Паузы будут наблюдаться в случае, когда будет внутреннее КЗ.

Теперь рассмотрим случай КЗ на защищаемой ЛЭП. Этот случай показан на Рис. 2.

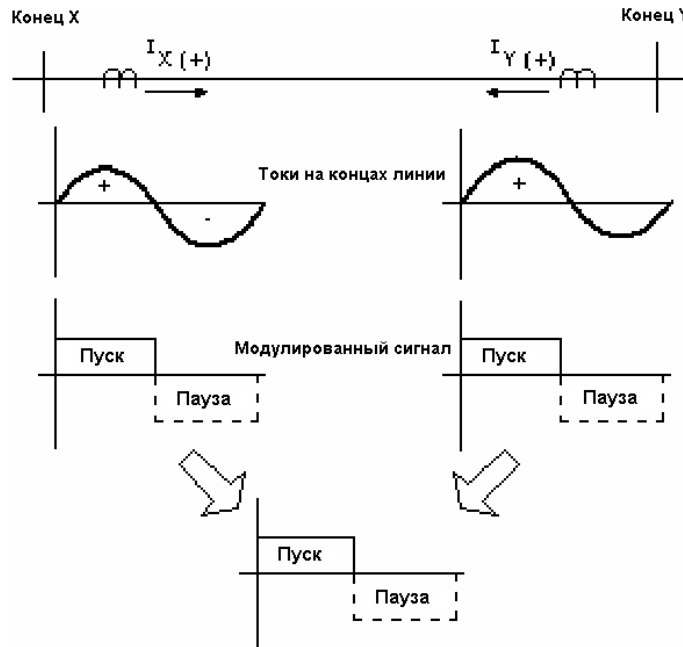


Рис. 2: Условие КЗ в зоне защиты

Рассмотрим случай КЗ в защищаемой зоне. Если КЗ произошло на защищаемой ЛЭП (в защищаемой зоне), то в этом случае токи будут течь от концов линии к месту КЗ и будут иметь одинаковую фазу. Каждый положительный полупериод тока конца X будет совпадать с положительным полупериодом на конце Y, и также будут совпадать и отрицательные полупериоды. Таким образом, смодулированные интервалы пуск/пауза на обоих концах ЛЭП, также будут находиться в фазе. После логического сложения X и Y ($= X + Y$) на выходе мы получаем чередование пусков с паузами, до тех пор, пока будет присутствовать КЗ на линии. Наличие пауз в суммарном сигнале, говорит о том, что имеется КЗ в защищаемой зоне, что, следовательно, должно вызвать срабатывание защиты на отключение ЛЭП.

Обратите внимание, что в случае, если на одном конце выключатель отключен или ток КЗ не превысил уставки, то в результирующем сигнале будут присутствовать паузы, характерные для внутреннего КЗ, так как в результирующем сигнале будут отсутствовать сигналы защит, находящихся на отключенном конце, следовательно, на выходе мы получим только сигнал от одного конца ЛЭП.

Дифференциально-фазная защита эффективно действует как блокирующая схема при внешнем КЗ, так и на отключение, при наличии внутреннего КЗ, в случае, если дальний ввод не имеет питания.

Следовательно:

- При внешнем повреждении (или наличии нагрузки на линии), нет пауз. Значит- нет отключения.
- При внутреннем КЗ - в суммарном сигнале присутствуют паузы – значит- отключение.

2.2.2. Информационная связь между концами

Предыдущий раздел описывал, как нужно производить сложение двух сигналов, полученных с разных концов линии. Поскольку концы линии, на которых установлены устройства P547,

могут находиться на расстоянии многих километров, то, следовательно, они нуждаются в наличии связи между собой. Только тогда, когда каждое устройство имеет средства получения модулируемой информации об угле сдвига фаз тока повреждения с другого конца, P547 может сравнить полученную информацию с углом сдвига фаз своего тока, и на основе сравнения выдать или не выдать команду на отключение выключателя.

В качестве канала связи, по которому передается сигнал ВКЛ/ВЫКЛ от одного конца к другому, выступает сама ЛЭП, по которой организуется связь высокой частоты (ВЧ связь). Для организации ВЧ связи между P547 используется дополнительное оборудование (например, ВЧ пост), при этом само устройство P547 к ЛЭП не подключается. Для посылки по ВЧ каналу сигналов пуск/пауза используют высокую частоту несущей (обычно 70 кГц - 700 кГц). Рис. 3 показывает функциональную схему организации передачи информации с одного конца линии в другой конец, для предотвращения распространения сигнала вне защищаемой линии используются заградители. Поскольку в качестве линии связи выступает сама ЛЭП, то этим мы исключаем неуверенность в посторонних каналах связи, и сами обеспечиваем его контроль исправности.

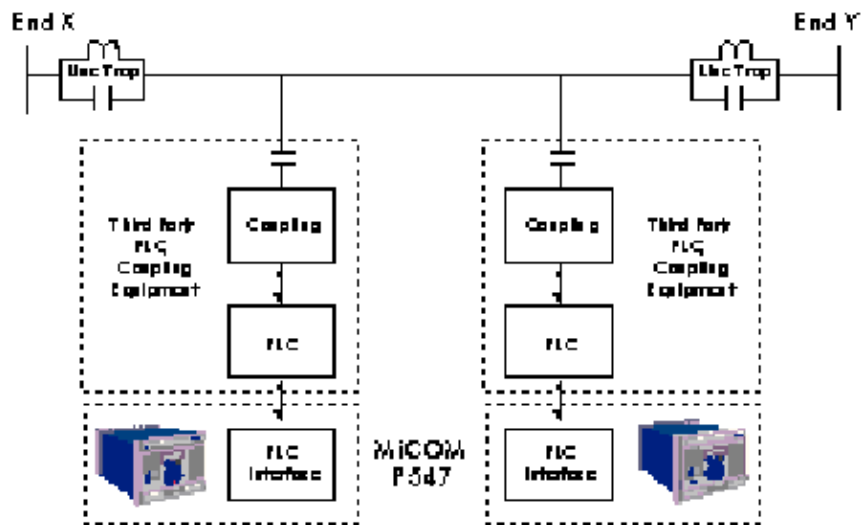


Рис. 3: Функциональная диаграмма схемы сравнения фазы

В случае повреждения линии устройство P547 выдает сигнал «пуск» (логическую единицу) ВЧ передатчику посредством быстрого статического выхода. Этот выход «контакт» подает питание на вход ВЧ передатчика. ВЧ передатчик преобразует сигнал «пуск» в высокочастотный сигнал, который затем передается по ЛЭП в другой конец линии. Таким образом, посылается фаза положительного полупериода тока, который будет принят на другом конце линии.

На другом конце линии при приеме ВЧ передатчиком сигнала высокой частоты от другого ВЧ передатчика происходит обратный процесс: ВЧ передатчик преобразует сигнал высокой частоты в логическую единицу, а затем подает питание на «быстрый» оптовод устройства P547. Устройство P547 преобразует полученный сигнал в единицу в текущий полупериод.

В течении обратного полупериода тока никаких передачи по ВЧ каналу не происходит, тем самым сигнализируя, что в данный момент идет отрицательный полупериод тока. Таким образом, с каждым положительным полупериодом тока, по ЛЭП происходит передача ВЧ сигналов (пуск передатчика).

2.2.3. Требования, предъявляемые к ВЧ приемо-передатчику

Аппаратура должна быть одобрена ALSTOM T&D P&C. При замыкании контакта ВКЛ устройством MiCOM P547 на одном конце линии, на другом конце линии, соответственно, получаем на ВЧ приемо-передатчике замкнутый контакт ВКЛ, что еще раз подчеркивает требуемую надежность ВЧ приемо-передатчика. Единственными требованиями, выдвигаемым к ВЧ приемо-передатчику должны быть:

- Быстрый захват – ВЧ приемо-передатчик должен быстро переключиться с режима «пауза» в режим «пуск», а также быстро переключать выходную цепь в положение ВКЛ на другом конце линии.
- Быстрый сброс - ВЧ приемо-передатчик должен быстро переключиться с режима «пуск» в режим «пауза», а также быстро переключить выходную цепь в положение ОТКЛ на другом конце линии.
- Повторяемость – задержка ВЧ аппаратуры должна быть идентична каждый раз при передаче.
- Симметричность – при посылке сигнала по ВЧ каналу ВЧ приемо-передатчик не должен ни удлинять, ни укорачивать сигнал. Длина передаваемого сигнала должна строго соответствовать длине полупериода.

P547 разработано для работы только с симплексным каналом связи.

Симплексный канал подразумевает использование только одной частоты для передачи сигнала с конца X в конец Y и, наоборот, с конца Y в конец X. Это дает гарантии, что любая передача, которая была принята на одном конце линии, будет автоматически принята на втором конце линии.

Примечание: В устройстве MiCOM P547 специальные быстрые оптовходы (IN1 и IN2) и выходы (OUTP1 и OUTP2) рассчитаны на напряжение 48В постоянного тока. Максимально выдерживаемое напряжение для этих оптовходов и выходов – 60В. Если напряжение подстанционной батареи больше, чем 48/54В, то для оптовходов и выходов используйте дополнительное напряжения 48В.

2.2.4. Применение к трехфазным системам – смешивание фазного тока

В описанном разделе, для простоты понимания процесса, был приведен пример сравнения фаз для однофазной системы. На самом деле устройство MiCOM P547 применяется только в трехфазных системах, и три фазы должны быть так смешаны, чтобы в результате получить один жестко привязанный к системе вектор тока, так как ВЧ приемо-передатчик использует только один канал связи между защищаемыми концами.

Смешанный ток должен обеспечить надежную работу защиты при любых видах КЗ, а для простоты уставок и настройки защиты должен быть связан со всеми тремя фазами. Для того, что бы гарантировать одинаковую чувствительность для всех трех фаз, используют последовательное компонентное смешивание. Поскольку в сложных системах возможно использование разных вариантов заземления нейтрали, что может привести к необычному распределению тока нулевой последовательности в энергосистеме, при смешивании не используется ток нулевой последовательности.

В качестве компонентов при смешивании используются ток прямой последовательности (I_1) и ток обратной последовательности (I_2). Ток обратной последовательности присутствует во всех несимметричных КЗ, таких как однофазное КЗ или междуфазное КЗ и используется как чувствительное средство для обнаружения замыканий на землю. Так как трехфазное КЗ не имеет тока обратной последовательности, то для обнаружения такого КЗ, при получении смешанного тока, используют ток прямой последовательности.

Смешанный ток (однофазный) получают по следующей формуле:

$$I_{\text{mixed}} = -I_1 + (K \cdot I_2)$$

Где K является коэффициентом, устанавливаемым пользователем. Этот коэффициент используется для увеличения чувствительности к несимметричным КЗ и уменьшению чувствительности к трем фазам тока нагрузки.

Для этого коэффициента в устройстве допустим следующий диапазон уставок: от 3 до 30 (по умолчанию, рекомендовано $K=5$).

Как будет описано дальше, устройство имеет интеллектуальный режим, в котором пользователю не надо вводить коэффициент K . В этом режиме устройство автоматически подстраивается к условиям системы.

2.2.5. Интеллектуальный режим для получения смешанного тока

Как показано на рисунке 4, устройство MiCOM P547 имеет возможность автоматической подстройки. В этом режиме коэффициент K жестко не задается, он устанавливается в зависимости от предаварийного режима тока нагрузки и чувствительности к замыканиям на землю (ΔI_2):

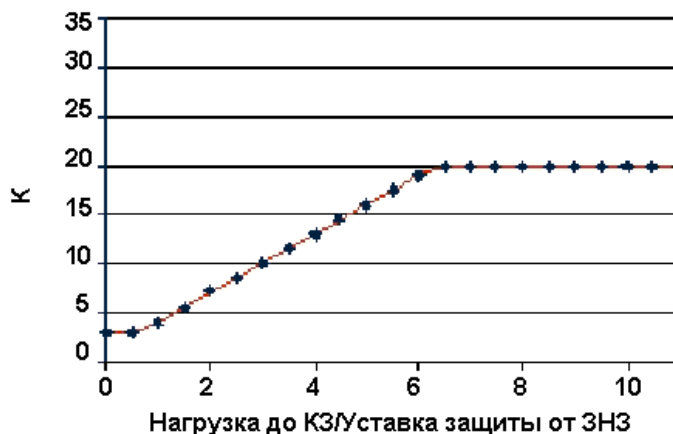


Рис. 4: автоматическая подстройка коэффициента K

В случае если в предаварийном состоянии был большой ток нагрузки, то коэффициент K , используемый для получения смешанного тока, должен быть увеличен, для того, чтобы избежать преобладания тока прямой последовательности и необнаружения малых токов замыкания на землю. В этом случае устройство само меняет коэффициент K от минимального к максимальному.

В случае если в предаварийном состоянии был небольшой ток нагрузки, то коэффициент К увеличиваться не будет, что-бы обеспечить чувствительность защиты к обнаружению трехфазного замыкания.

Интеллектуальный режим рекомендуется применять для упрощения включения устройства P547 в работу, при этом отпадает необходимость считать требуемый коэффициент К.

2.2.6. Предотвращение непрерывной передачи: датчики КЗ

Ранее уже говорилось, что использование ВЧ связи по ЛЭП между двумя концами линии является самым экономически выгодным решением. Однако, постоянная передача ВЧ сигнала в некоторых странах запрещена, т.к. возможно появление помех в системах навигации или телекоммуникаций, которые используют аналогичную частоту.

Устройство MiCOM P547 разработано таким образом, что не требует постоянной передачи ВЧ сигнала. Передача ВЧ сигнала осуществляется только в момент обнаружения КЗ (превышение тока над уставкой), именно в этот момент и осуществляется передача сигнала пуск/пауза на другой конец линии.

Для увеличения чувствительности к токам КЗ через большое активное сопротивление, при наличии высоких токов нагрузки, устройство P547 использует ток, измеренный датчиками уставки, плюс приращение тока (импульс).

Запускающие датчики:

- I1 Ступень прямой последовательности тока (Start I1)
- I2 Ступень обратной последовательности тока (Start I2)
- I1 Датчик приращения тока прямой последовательности (Delta I1)
- I2 Датчик приращения тока обратной последовательности (Delta I2)

Ступени датчиков устанавливаются в действующих значениях от номинального тока (50 или 60Гц).

Датчики приращения тока измеряют изменение действующего значения тока относительно предыдущего периода тока нагрузки:

$$I \Delta = I_{K3}(t = 0) - I_{K3}(t - 1 \text{ cycle})$$

Измерение прироста тока получают от векторной разницы токов за один период. Это дает преимущество при создании чувствительного датчика к изменению величины тока КЗ, а также к сдвигу углов фаз токов. Наличие контроля сдвига фаз обязательно на длинных линиях или при наличии большого активного сопротивления, т.к. в этом случае величина тока КЗ не будет сильно отличаться от тока нагрузки.

2.2.7. Управление датчиками КЗ ВЧ передачей и алгоритмами отключения

Поскольку дифференциально-фазная защита работает по блокирующей схеме, то устройство P547 находящееся ближе всего к КЗ (например, конец Y Рис.1) может быть более чувствительным, чем устройство на другом конце линии.

Поэтому блокирующий элемент должен быть более чувствительным, чем отключающий элемент.

В устройстве P547 это достигается установкой двух уровней уставок (чувствительной и грубой) для каждого датчика КЗ.

- Чувствительная уставка используется при обнаружении внешнего КЗ, после чего посылается блокирующий сигнал на другой конец. В этом случае гарантируется, что отключение не произойдет, так как на другом конце будет получен блокирующий сигнал, а на этом конце устройство не будет запускать в работу алгоритм дифференциально-фазной защиты.
- Грубая уставка используется при обнаружении внутреннего КЗ, при этом, если на любом из концов линии ток в устройстве превзойдет грубую уставку, то это автоматически запустит алгоритм дифференциально-фазной защиты.

Если с другого конца линии не будет принят блокирующий сигнал, то на этом конце произойдет отключение выключателя от защит.

Полная функциональная схема работы дифференциально-фазной защиты показана на Рис.5.

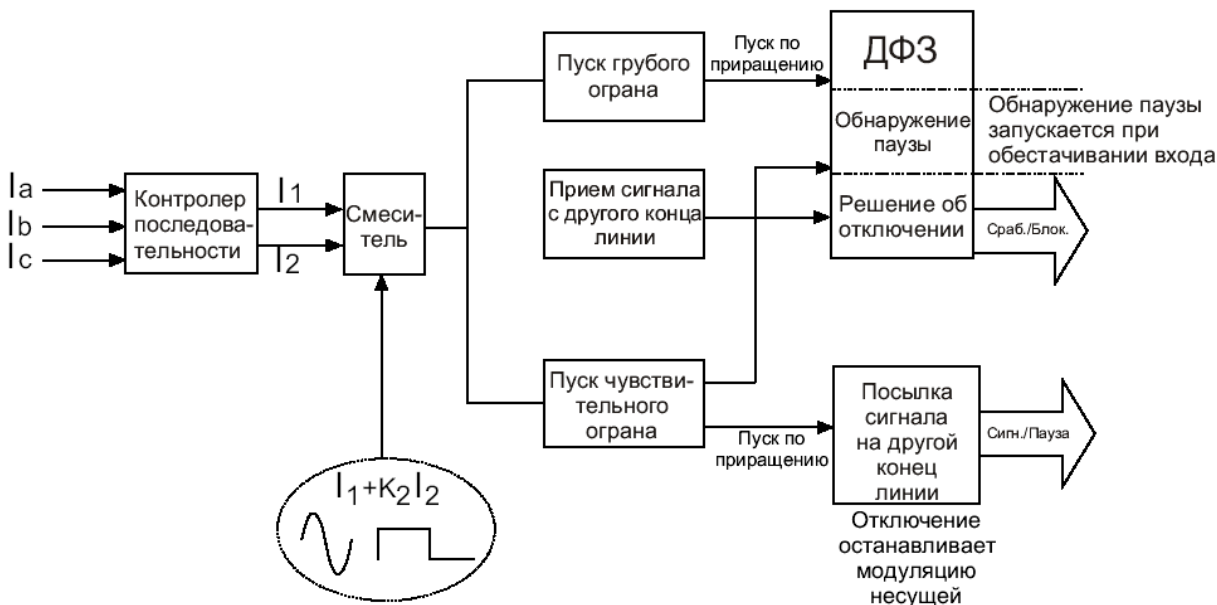


Рис. 5: Функциональная диаграмма схемы сравнения фазы

Так как датчики прироста тока пускаются в течение двух циклов, важно, чтобы их выход удерживался определенный период времени после их естественного сброса. Раздельные таймеры "Reset Highset" и "Reset Lowset" установлены для использования датчиками прироста тока, для обеспечения правильной передачи в период времени, необходимый

устройству защит и выключателям для отключения внутреннего или внешнего КЗ. Время удержания элемента с чувствительной уставкой должно быть больше, чем время удержания отключающего элемента, что должно обеспечивать селективность при внешних КЗ.

Примечание: При отключении выключателя на любом конце линии останавливается передача сигналов на другой конец линии. Это гарантирует снятие блокировки на втором конце линии, что обеспечит отключение второго конца.

2.2.8. Задержка передачи и установка синхронности

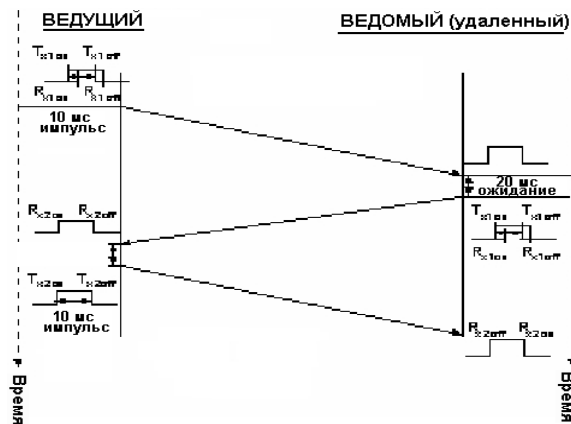
Вы, конечно, можете заметить, что между моментом, когда MiCOM P547 послал сигнал ВКЛ/ВЫКЛ пуск/пауза и когда этот сигнал будет принят другим устройством на другом конце линии, всегда есть небольшая задержка. Эту задержку составляют: срабатывание быстродействующего выхода P547, задержка в аппаратуре ВЧ приемо-передатчика и быстродействие быстрого оптовхода P547 на другом конце линии. Суть чувствительной к углу сдвига фаз защиты, состоит в том, что бы сравнения углов фаз на дальнем и ближнем концах линии происходили в один момент времени. Это требует, что бы было учтено время необходимое на передачу сигнала, только тогда можно запустить алгоритм дифференциально-фазной защиты.

Устройство P547 позволяет периодически измерять задержку прохождения сигнала во время проверки канала (помните, что ВЧ связь нельзя использовать непрерывно). Периодичность проверки канала передачи сигнала можно установить в пределах от 30мин до 24ч. Частую проверку рекомендуется производить при ожидании резких изменений температуры и погоды. По умолчанию проверка производится 1 раз в 8 часов.

При вводе в действие дифференциально-фазной защиты, первой необходимостью является проверка исправности ВЧ канала и времени задержки на передачу сигнала.

Примечание: Для определения времени задержки при передаче сигнала, одно устройство должно быть сконфигурировано как ВЕДУЩЕЕ, а второе как ВЕДОМОЕ.

Рис. 6 показывает принцип измерения времени задержки.



$$\begin{aligned} \text{задержка передачи} &= (Rx_{20ON} - Tx_{10N} - 20) / 2 \text{ мс} \\ \text{местная задержка} &= (Rx_{10OFF} - Rx_{10N}) - 10 \text{ мс} \\ \text{удаленная задержка} &= (Rx_{20OFF} - Rx_{20N}) - 10 \text{ мс} \end{aligned}$$

Рис. 6: Контроль канала – измерение задержки передачи и местной и удаленной задержки

MiCOM P547 запустит проверку времени передачи сигнала при условии, что это устройство сконфигурировано как ВЕДУЩЕЕ, и в сети отсутствуют какие либо отклонения от нормального режима.

Процесс проверки происходит следующим образом:

- ВЕДУЩЕЕ устройство посылает импульс ВКЛ длиной 10мс, показанный как время запуска T_{x1ON} время окончания T_{x1OFF} .
- После получения импульса на удаленном конце линии, устройство, которое определено как ВЕДОМОЕ записывает полученный импульс, делает выдержку и посылает полученный сигнал назад.
- Время выдержки дает возможность перейти ВЧ аппаратуре обратно в режим готовности.
- ВЕДУЩЕЕ устройство записывает время отправки первого импульса R_{x2ON} и время прихода ответа с другого конца линии R_{x2OFF} .
- После приема ответа от ВЕДОМОГО, ВЕДУЩЕЕ устройство делает задержку 20 мс и снова посылает импульс на другой конец линии, что дает возможность ВЕДОМОМУ устройству, также измерить время задержки при передаче сигнала.

Задержка передачи = $(R_{x2ON} - T_{x1ON} - 20)/2$ мс

Время задержки при передаче вычисляется следующим образом: от полного времени между посылкой первого сигнала и получением ответа от другого конца линии вычитаем длину импульса и задержку на другом конце линии (20мс) и полученный результат делим на 2 (так как сигнал проходит один и тот же путь 2 раза).

На рис. 6 также показано, как устройство P547 компенсирует эффект задержки импульса ВЧ аппаратурой. Любая ВЧ аппаратура вносит свою погрешность на передачу сигнала при передаче по ВЧ каналу. Устройство P547 позволяет измерить и учесть эту погрешность при передаче по ВЧ каналу сигнала «пуск».

При посылке импульса длиной 10 мс, устройство P547 почти мгновенно получит свой сигнал на свой быстрый оптовход, так как используется симплексный канал связи.

Задержка при получении своего импульса будет обусловлена скоростью срабатывания быстрого оптовхода, временем работы ВЧ аппаратуры и временем срабатывания своего быстрого оптовхода.

Местная задержка = $(R_{x1OFF} - R_{x1ON}) - 10$ мс

Измерение полной величины задержки между отправленным и принятым сигналом выполняется симметричным дистанционным измерением:

Удаленная задержка = $(R_{x2OFF} - R_{x2ON}) - 10$ мс

Использование схемы периодической проверки задержки передачи, устройство MiCOM P547 позволяет использовать полученные результаты для компенсации вносимых погрешностей,

что позволяет пользователю не проводить расчет времени задержки передачи сигнала. Также это устройство позволяет избежать проблем связанных с изменением времени передачи сигнала, так как это время сильно зависит от окружающей температуры и погодных условий. Периодическая проверка позволяет дополнительно контролировать исправность ВЧ канала, при отсутствии ответа от удаленного устройства работает сигнализация.

Если в течение 5 минут, после наступления времени следующей проверки задержки, ВЕДОМОЕ устройство не получило от ВЕДУЩЕГО сигнала проверки, то в этом случае также сработает сигнализация.

2.2.9. Селективность при наличии ошибок в измерениях, компенсация емкостного тока

Дифференциально-фазная схема защиты должна быть приспособлена к реальной системе, ТТ и погрешности устройства, следовательно, математическая модель должна быть приспособлена к реальному миру. В идеальном мире, при внешнем КЗ подстройка времени передачи сигнала была бы идеальной и при суммировании двух сигналов, мы бы не увидели никаких промежутков ($= X + Y$, Рис. 1).

В действительности, при сложении каждого цикла мы будем наблюдать маленькие интервалы, которые будут возникать по следующим причинам:

- Погрешности в углах сдвига фаз на линейных ТТ на каждом конце схемы
- Насыщение линейных ТТ или наличие эффекта смещения тока на одном или более линейных ТТ.
- ВЧ аппаратура не обеспечивает 100% повторяемость во времени задержки при передаче.
- С момента последнего измерения задержки передачи изменилась температура, что, следовательно, внесет изменения во времени задержки при передаче
- Измерительная погрешность в ответе другого устройства
- Наличие емкостного тока в линии, который будет замечен дифференциальной защитой.

Устройство P547 компенсирует все эти погрешности путем установки минимального промежутка интервала, в пределах которого отключения не будет. Это показано на Рис.7.

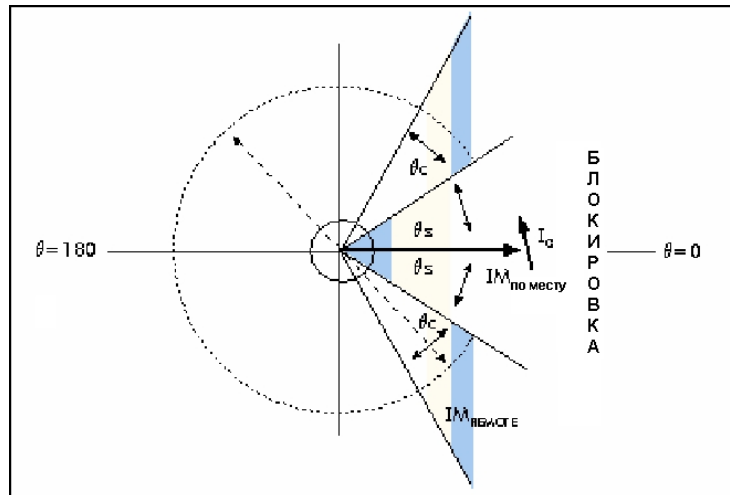


Рис. 7: Устойчивость системы

На Рис. 7, показан один период электрической системы, так 360° для системы 50Гц составляет 20мс и 16.7мс для системы 60Гц. Затемненная область справа лежит в пределах клина, установленного углом стабильности системы. Клин стабильности начинается от $-\theta_s$ и до $+\theta_s$ (знак указывает на то, отстает ли или опережает дистанционный ток местный ток).

Эта область устойчивости определяет, что ни какого отключения не произойдет, если в одном цикле будут промежутки длиной менее или более θ_s . Для обеспечения хорошей устойчивости, дополнительно увеличивают угол ($\theta_s + \theta_c$), используя при этом отстройку от емкостного тока I_c . Эффективный промежуток, который приведет к отключению, можно преобразовать в следующее базовое время:

Отключающий интервал $\sim [(\theta_s + \theta_c) / 360] \times 1$ период

Заметьте, что компенсация емкостного тока θ_c (посредством отстройки от емкостного тока I_c) компенсирует влияние зарядного тока, принимая во внимание, что уставка θ_s делает устройство не восприимчивым ко всем остальным погрешностям. Для линий протяженностью до 150км (90миль) рекомендуется θ_s устанавливать равной 30° .

Сдвиг по фазе на двух концах линии из-за емкостного тока, будет давать эффект только при внешнем КЗ. В худшем случае, при симметричном КЗ или условиях перегрузки, как показано на рис. 1, будут модулироваться только компоненты (ток) прямой последовательности ($-I_1 + K \cdot I_2 = -I_1$). В этом случае эффект емкостного тока будет компенсироваться увеличением угла стабильности, который получаем следующим образом:

$$\theta_c = 2 \times \text{Sin}^{-1} I_c / I_M$$

Где:

I_c = уставка компенсации емкостного тока

$I_M = -I_1 + K \cdot I_2$ Модулируемый выход из токового сумматора

Из формулы видно, что если модулируемая величина мала, то угол стабильности будет увеличен. Отсюда мы видим, что этот метод является довольно интеллектуальным, так как при трехфазном КЗ запрещенный интервал будет большим, а при КЗ на землю или междуфазных КЗ, где требуется большая чувствительность, таких как замыкание на землю или двухфазном КЗ через большое активное сопротивление - меньшим.

2.2.10. Метод измерения промежутков

Если датчик грубой уставки запустился, то начинается измерение интервала запрещенной зоны. Защита берет свой выходной сигнал вместе с сигналом, полученным с другого конца линии через быстрый оптовход и, работая с этими сигналами, определяет, подавать команду на отключение и подавать блокирующий сигнал, в зависимости от измеренного интервала. Рис. 8 показаны: местный выходной сигнал пуск/пауза, и суммарного полученного сигнала с другого конца линии (после установки задержки передачи и установки согласования):

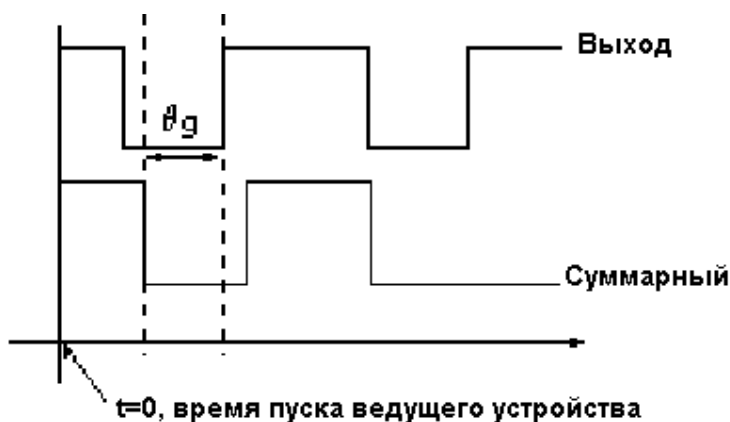


Рис. 8: Измерение интервала

Если во время короткого замыкания устройство P547 получает сигнал, то оно будет ждать до тех пор, пока не будет получена пауза и начнется синхронизация. При начале новой выборки «измеренный интервал» θ_g будет сравнен с уставкой. Если измеренный промежуток превышает уставку ($\theta_s + \theta_c$), то устройство подает сигнал на отключение.

2.2.11. Сигнализация продолжающейся передачи

Обычно передача должна прекратиться после исчезновения (устранения) внутреннего или внешнего КЗ. Однако если этого не произойдет, то будет сгенерирована сигнал чрезмерной длительности передачи. Задержка “Ex Delay” для этой сигнализации может быть установлена пользователем. Эта задержка должна быть больше, чем таймеры датчика КЗ по приращению Reset High и Reset Low.

2.2.12. Конфигурация дифференциально-фазной защиты

Далее представлена копия меню ‘PHASE CMP CFG’ устройства P547. Все конфигурационные уставки дифференциально-фазной защиты, которые находятся в данном устройстве, Вы можете найти в этой таблице. Эти уставки распространяются на все четыре группы, начиная с group 1 и заканчивая group 4.

ТЕКСТ МЕНЮ	Уставка по умолчанию	Мин.	Макс.	Шаг
PHASE CMP CFG				

Ex Trans Alarm (Сигнализация продолжающейся передачи)	Enabled	Enabled (Введена)/ Disabled (Выведена)		
Ex Delay (Выдержка времени)	2 (seconds)	0.2	10	0.01
Chan Test (Проверка канала)	Enabled	Enabled (Введена)/ Disabled (Выведена)		
Test Time (Время проверки)	8 (hours)	0.5	24	0.5
Retry Time (Периодичность проверки)	10 (seconds)	0.5	10	0.1
No. of Retries (Кол-во проверок)	3	1	5	1

Таблица 2 Меню конфигурации дифференциально-фазной защиты в устройстве MiCOM P547

Дальше представлены функции каждой уставки:

- Ex Trans Alarm – сигнал продолжающейся передачи. Если выбрано Enabled, то он связан с задержкой сигнализации, Ex Delay устанавливается в секундах. Задержка сигнализации должна быть большей, чем самое большое время устранения внутреннего или внешнего КЗ, а также больше чем, таймера Reset High и Reset Low в меню PH COMP CONFIG. Рекомендуется уставка от 2 до 5 секунд.
- The Reset Ex Lockout – позволяет пользователю сбросить схему после того, как передача сигнализации блокировала работу ВЧ передачи. Эта команда может быть активирована, после исправления проблем со схемой, позволяя защите, вернуться в рабочий режим. По умолчанию должно высвечиваться “No Operation”.
- Chan Test – периодическая проверка задержки канала передачи. Рекомендовано установить Enabled, позволяет отслеживать изменения в задержке передачи ВЧ сигналов. Частота проверки устанавливается параметром Test Time, в часах. Рекомендованная частота проверки 8 часов, или каждые 2 часа, в случае если наблюдается сильное влияние температуры, которое влияет на задержку в передаче ВЧ канала. Пользователь также может установить количество перепроверок исправности ВЧ канала, перед подачей аварийного сигнала о неисправности линии связи, и блокировки дифференциально-фазного элемента. Уставка No. of Retries должна быть установлена больше, чем 1, перед тем как будет принято решение о неисправности канала связи. Обычно устанавливают 3 повтора связанных с уставкой Retry Time.

2.2.13. Группа уставок дифференциально-фазной защиты

В нижеприведенной таблице показаны уставки, связанные с дифференциально-фазной защитой. Все эти уставки доступны во всех четырех группах.

GROUP# PHASE COMP	Уставка по умолчанию	Мин.	Макс.	Шаг
Mode (Режим)	Intelligent	Intelligent (Интеллектуальный) / User (Ручной)		
K	5	3	20	1
Delta I2 (Приращение I2)	Enabled	Enabled (Введена)/ Disabled (Выведена)		
Delta I2 low (Приращение I2 с чувствит.	0.2	0.05 In	0.6 In	0.05 In

установкой) Delta I2 high (Приращение I2 с грубой установкой)	0.25	0.05 In	0.6 In	0.05 In
Delta I1 (Приращение I1) Delta I1 low (Приращение I1 с чувствит. установкой)	Enabled 0.4	Enabled (Введена)/ Disabled (Выведена)		
Delta I1 high (Приращение I1 с грубой установкой)	0.5	0.05 In	0.6 In	0.05 In
Start I2 (Пуск I2) Start I2 low (Пуск I2 с чувствит. установкой) Start I2 high (Пуск I2 с грубой установкой)	Enabled 0.2 0.25	Enabled (Введена)/ Disabled (Выведена)		
Start I1 (Пуск I1) Start I1 low (Пуск I1 с чувствит. установкой) Start I1 high (Пуск I1 с грубой установкой)	Enabled 1.5 1.7	Enabled (Введена)/ Disabled (Выведена)		
Stability Ang (Угол устойчивости) Charging Cur (Зарядный ток) Gap Count (Счетчик интервалов) Res Low Time (Время возврата ступени с чувствит. установкой) Res High Time (Время возврата ступени с грубой установкой)	30 0.07 1 0.6 0.5	0 0 1 0.6 0.5	60 0.3 In 5 1 1	1 0.01 In 1 0.01 0.01

Таблица 3 Уставки дифференциально-фазной защиты для всех групп

Каждая из этих функций будет описана дальше:

2.2.14. «Интеллектуальный» режим и уставки, назначаемые пользователем

Для облегчения настройки, рекомендуется использовать «интеллектуальный» режим, когда коэффициент К для компонента обратной последовательности тока будет определяться самим устройством MiCOM P547 автоматически (Рис. 4). В пользовательском режиме (User Mode), коэффициент К должен быть установлен так, что бы обеспечить обнаружение замыкания за землю даже в случае полной нагрузки линии. Основным требованием при этом является гарантированное обнаружение КЗ на дальнем конце линии при наличии нагрузки, как показано на Рис. 9:

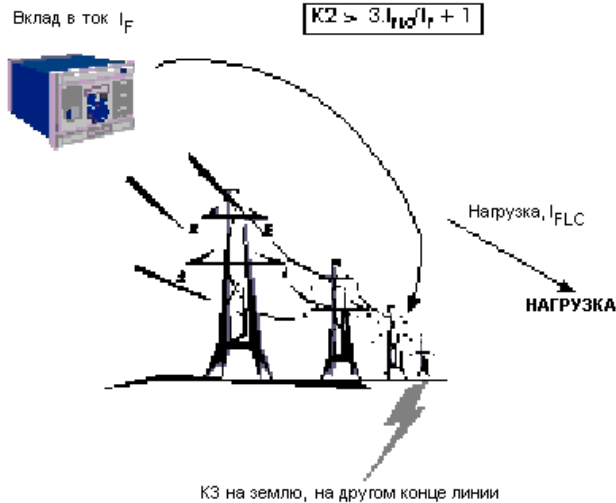


Рис. 9: Составляющие тока при КЗ на удаленном конце линии

Дано:

Ток КЗ, $I_F = I_{1F} + I_{2F} + I_{0F}$

где: $I_{1F} = I_{2F} = I_{0F}$ (ток КЗ на землю)

Полный ток нагрузки, $= I_{FL}$

$I_{mixed} = -I_1 + (K \cdot I_2) = -(I_{FLC} + I_{1F}) + (K \cdot I_{2F}) \dots$ в худшем случае

$= -(I_{FLC}) + [(K - 1) / 3] \cdot I_F$

Для срабатывания защиты, ток повреждения должен быть больше тока нагрузки, что позволит ускорить обнаружение повреждения, второе слагаемое в предыдущем уравнении должно иметь большую величину, чем первое, таким образом:

$K > 3 \times (I_{FLC} / I_F) + 1$

Используя:

I_{FLC} = Максимально возможный ток нагрузки

I_F = Минимальный местный фазный ток, питающий земляное КЗ на другом конце линии.

Этот упрощенный анализ подходит только для короткой или слабо нагруженной линии, где есть небольшая разность в фазных углах между системными напряжениями на концах линии, и для КЗ резистивного характера, так как в этом случае ток КЗ будет в фазе с током нагрузки. Обратите внимание, что при значительной несимметричной нагрузке, коэффициент К должен быть минимально возможным. Максимальный коэффициент К дается при: (100% / max. нагрузки обратной последовательности (% несимметрии нагрузки)). Например, однофазный железнодорожный транспорт использует полную нагрузку и К должно быть меньше чем: (трехфазная симметричная нагрузка MVA/нагрузка железной

дороги MVA). Если у вас есть какие-нибудь сомнения или неуверенность, используйте «интеллектуальный» режим (Intelligent Mode).

2.2.15. Датчики определения КЗ по приросту тока обратной последовательности

Рекомендуется, что бы уставка Delta I2 была Enabled, поскольку датчики устройства P547 довольно эффективно определяет КЗ на землю.

Уставка Delta I2 High должна обнаруживать КЗ на землю на дальнем конце линии, как показано на Рис. 9. Составляющая обратной последовательности составляет третью часть от I_F :

$$\text{Delta I2 High} < I_F / 3$$

Delta I2 Low является блокирующим элементом при внешнем КЗ связанный с упомянутой раньше ступенью “trip” (отключение), также должен быть более чувствительным.

Обычно устанавливают: Delta I2 Low = от 50% до 80% от грубой уставки.

Обратите внимание, что по умолчанию программируемая схемная логика блокирует пуск обратной последовательности при включении линии, что бы избежать ложного отключения выключателя. При этом нужно проверить, что величина тока прямой последовательности будет достаточна для пуска функций защиты Switch on to Fault (Включения на КЗ), которые, при необходимости, дополняются другими токовыми защитами (установленное время тока перегрузки, $I_{N>}$ КЗ на землю, или элемент обратной последовательности I2>).

2.2.16. Датчики прироста КЗ тока прямой последовательности

Рекомендуется уставку Delta I1 ставить Enabled, поскольку датчики устройства P547 довольно эффективно определяют трехфазное КЗ. Датчики прироста тока прямой последовательности нужны, в случае, если ток КЗ прямой последовательности А-В-С на удаленном конце линии может быть меньше, чем полный ток нагрузки и ступень I1 может при этом не сработать.

Уставка Delta I1 High обеспечивать определение трехфазного КЗ на удаленном конце линии, и должна соответствовать следующей формуле:

$$\text{Delta I1 High} < I_F \text{ (} I_F \text{ = трехфазный ток КЗ)}$$

Уставка Delta I1 Low является блокирующим уровнем при внешнем КЗ связанная со ступенью “trip” (отключение) описанной выше, и, следовательно, должна быть более чувствительной.

Типичная уставка: Delta I1 Low = от 50% до 80% от грубой уставки.

Желательно, чтобы I1 не пускалось при быстрых качаниях мощности, когда бросок емкостного тока может вызвать заметный прирост тока, измеренный в промежутке одного цикла. Таблица 4 дает приблизительную оценку прироста тока, которая была бы при качаниях мощности относительно действующих значений максимальной амплитуды $2 \times I_n$, расчет произведен для различных частот качаний. Delta I1 Low должна быть больше, чем результирующая в правой колонке таблицы.

Макс. качание	Период качаний, T (s)	$\Delta I1$ (x In)
частота, f (Гц)		Минимальная уставки
1	1	0.15 In
2	0.5	0.25 In
3	0.33	0.40 In
4	0.25	0.50 In
6	0.17	0.75 In
F	$T = 1 / f$	$= 2 \times [\sin ((0.020/2T) \times 360)]$

Таблица 4 Минимальные уставки Delta I1 в зависимости от качаний мощности (50Гц худший случай*)

Примечание: (*) Для 50 Гц период одного цикла составляет 0.020мс.

Обратите внимание, что программируемая схемная логика блокирует пуски по приросту тока при включении линии, чтобы избежать ложного отключения из-за тока который будет протекать в момент включения выключателя. При этом нужно проверить, что величина тока прямой последовательности будет достаточна для пуска функций защиты Switch on to Fault (Включения на КЗ), которые, при необходимости, дополняются другими токовыми защитами (МТЗ с независимой выдержкой срабатывания).

2.2.17. Датчики величины тока обратной последовательности

Рекомендуется уставку Start I2 все время ставить Enabled, что позволяет увеличить надежность системы, используя второй метод обнаружения несимметричных КЗ дополнительно по Delta I2.

Уставка Start I2 High должна гарантировано обнаруживать КЗ на землю на дальнем конце линии, как показано на Рис. 9.

Часть тока обратной последовательности составляет одну треть от I_F : $\text{Start I2 High} < I_F/3$

Однако Start I2 не может охватить весь диапазон КЗ, некоторые КЗ на землю резистивного характера определяются более чувствительными датчиками прироста тока КЗ. Причина заключается в том, что большая несимметричная нагрузка не должна провоцировать пуск Start I2 Low. Если Start I2 Low активировано во время сигнализации продолжающейся передачи, то устройство MiCOM P547 выдаст сигнал повреждения схемы, и блокирует продолжающуюся работу ВЧ канала. Наименьшая уставка для Start I2 Low:

$\text{Start I2 Low Max Load} \times (\text{Max \% Несимметрии}/100\%) \times \text{K запаса}$

Например:

$\text{Max \% Несимметрия} = \text{Кратко-срочная железнодорожная нагрузка}/(\text{полезная нагрузка} \times 100\%)$

К запаса = от 125 до 150%, увеличено для безопасности.

Даже если система передачи возможно симметрична, все равно рекомендуется установить несимметрию 5% или в два раза больше, чем I2, которое читается в столбике

MEASUREMENTS1 устройства, во время проверки при вводе в эксплуатацию – при наибольшей нагрузке.

Уставка Start I2 Low, являющаяся блокирующим уровнем при внешнем КЗ, связана со ступенью “trip” (на отключение) Delta I2 High, и, следовательно, должна быть более чувствительной.

Типичная уставка: Start I2 Low = от 50% до 80% от грубой уставки.

Обратите внимание, что программируемая схемная логика блокирует пуски по току обратной последовательности при включении линии, чтобы избежать ложного отключения из-за тока, который будет протекать в момент включения выключателя. При этом нужно проверить, что величина тока прямой последовательности будет достаточна для пуска функций защиты Switch on to Fault (Включения на КЗ), которые, при необходимости, дополняются другими токовыми защитами (МТЗ, ЗНЗ или МТЗ I2> с независимыми характеристиками срабатывания).

2.2.18. Датчики величины тока прямой последовательности

Рекомендуется уставку Start I1 все время ставить Enabled, что позволяет увеличить надежность системы, используя второй метод обнаружения несимметричных КЗ дополнительно по Delta I1.

Уставка Start I1 High должна гарантировано обнаруживать трехфазное КЗ на дальнем конце линии.

Это очень важно, если защита Switch on to Fault (от включения на КЗ) защищает от ремонтного заземления забытого на другом конце линии. Как правило, при включении выключателя введена только защита Start I1.

Однако Start I1 не может обеспечить полную защиту длинных линий или со слабой нагрузкой. Причина лежит в том, что ток нагрузки не должен достигнуть значения уставки Start I1 Low. Если Start I1 Low (Ступень пуска I1 с чувствительной уставкой) когда-либо будет активна во время Extended Transmission Alarm (Сигнализации продолжающейся передачи), то MiCOM P547 выдаст неисправность схемы ДФЗ, и заблокирует дальнейшую передачу по ВЧ-каналу.

Минимально допустимая уставка для Start I1 Low:

Start I1 Low должна быть отстроена от максимальной нагрузки или медленные качания мощности x К запаса

Например:

Медленные качания = примите максимум 2 x номинальных тока, (2 In)

К запаса = от 125 до 150% увеличено для безопасности.

Уставка Start I1 Low является блокирующим уровнем при внешнем КЗ, связанная со ступенью “trip” (на отключение) Delta I1 High, и, следовательно, должна быть более чувствительной.

Типичная уставка: Start I1 Low = от 50% до 80% от грубой уставки

2.2.19. Угол устойчивости и емкостной зарядный ток

- Угол устойчивости(блокировки) – для коротких линий рекомендуемое значение уставки угла устойчивости θ_s - 30 градусов. Уменьшение этого значения не рекомендуется без выполнения динамического моделирования короткого замыкания, которое направленного на определение необходимости увеличения напряжения точки изгиба характеристики ТТ. Увеличение угла грозит загромождением защиты. Для линий, протяженностью более 150 км, рекомендованные уставки показаны в следующей таблице:

Длина, км	≤ 150	≤ 200	≤ 250	≤ 300	≤ 350	≤ 400
Длина, миль	90	125	155	185	215	250
θ_s	30	35	40	45	50	55

Примечание:

- Обычно, максимальное расстояние, которое можно покрыть дифференциально фазным реле – 400км,
- Устройство 547 не должно применяться на линиях длиной более 400км без изучения системы и одобрения применения компанией ALSTOM T&D Protection and Control.
- Емкостной зарядный ток - Эта уставка должна быть установлена равной половине полного зарядного тока всей линии. Устанавливая половину установившегося зарядного тока, подразумеваем, что с каждого конца линии компенсируется половина зарядного тока, равняясь при суммировании полной компенсации. Уставка рассчитывается в относительных единицах, как кратность к номинальной нагрузке.

Рекомендуемая уставка задается следующим образом:

$$\text{Зарядный ток} = (I_{C1}/2) / \text{Ток нагрузки},$$

где:

$I_{C1} / 2$ = половина полного значения зарядного тока прямой последовательности

Ток нагрузки = I_{FLC} , всегда меньше уставки Start I1 High.

Уставка Charging Cur (Зарядного тока) обычно не устанавливается больше чем 0,3, чтобы гарантировать, что устройство P547, для отключения, не требует общего угла ($q_s + q_c$) большего, чем 65°. Если рассчитанная уставка превысит 0,3, то рекомендуется установить Charging Cur (Зарядный ток) равным 0,3, и при необходимости увеличить уставку ступени Start I1 High (Пуск ступени I1 с грубой уставкой). Типовые уровни зарядных токов показаны в Таблице 5.

Напряжение (кВ)	Сечение проводника мм ²	Зарядный ток А/км
132 кВ Воздушная линия	175	0.22
132 кВ Воздушная линия	400	0.44
275 кВ Воздушная линия	2 x 175	0.58
275 кВ Воздушная линия	2 x 400	0.58
400 кВ Воздушная линия	2 x 400	0.85
400 кВ Воздушная линия	4 x 400	0.98

Таблица 5 Пример уровней зарядных токов (система 50 Гц)

2.2.20. Счетчик интервалов и сброс таймеров

- Уставка счетчика интервалов - средняя величина выдержки времени отключения от ДФЗ. Рекомендуемая уставка - 1, обеспечивает быстрое отключение для КЗ в зоне, при измерении первого интервала превышающего уставку. Если ВЧ-канал имеет недостаточную надежность, то пользователь может установить 2 или большее количество измерений интервала, которые необходимы для отключения. Обратите внимание, что измерение интервалов может происходить только один раз за период, так что каждое увеличение уставки счетчика выше установленного по умолчанию (1) будет сопровождаться прибавлением к времени отключения ДФЗ времени 1 периода.
- Уставкой Res Low Time задается время возврата датчика КЗ с чувствительной уставкой. Как правило, это время устанавливается больше, чем полное время отключения 2 зоной дистанционной защиты, и никогда не должна превышать уставку времени сигнализации продолжающейся передачи. Типичная уставка - 0,6 секунд.
- Уставкой Res High Time задается время возврата датчика КЗ с грубой уставкой. Как правило, это время устанавливается немного больше, чем полное время отключения 2 зоной дистанционной защиты, и никогда не должна превышать уставку Res Low Time. Типичная уставка - 0,5 секунд.

2.2.21. Важно: уставка Ведущий/Ведомый в колонке меню COMMISSIONING

Обратите внимание, что с целью проверки канала, и периодического измерения задержки распространения, выбор уставки Ведущий/Ведомый обеспечивается в колонке меню COMMISSIONING TESTS (НАЛАДОЧНЫЕ ИСПЫТАНИЯ). Важно, что на одном конце защищаемой линии устройство сконфигурировано как "Ведущий", а на другом оставлено с уставкой по умолчанию - "Ведомый". После того как будут установлены правильные уставки рабочей пары, и выполнена ручная проверка канала, схему защиты можно считать действующей. Подробная информация приведена в разделе Commissioning (Наладка), руководства пользователя на устройство защиты MiCOM P547.

2.2.22. Другие свойства ДФЗ MiCOM P547 – Защитная блокировка и Съём сигнала

MiCOM P547 автоматически обеспечивает следующую модернизацию ДФЗ:

- Защитная блокировка - всякий раз при возврате датчика короткого замыкания с чувствительной уставкой, по ВЧ-каналу посылается непрерывный сигнал продолжительностью 100 мс. Эта функция гарантирует селективность, при отключении повреждения на параллельной линии выключателями.
- Съём сигнала - всякий раз, когда устройство P547 выдает команду отключения, автоматически останавливается передача сигнала. Эта функция гарантирует, что устройство на другом конце линии не получит никакой блокировки, и отключит повреждение с минимальным временем.

Это способствует быстрому отключению с обоих концов.

2.2.23. Трехфазное/однофазное отключение

Устройство MiCOM P547 выполняет только трехфазное отключение, однако, в отдельных случаях, где необходимо пофазное отключение, как селектор поврежденной фазы используется другое устройство из серии MiCOM. Контакт отключающего реле P547 включается последовательно с контактом отключающего реле для каждой фазы, как

показано на рис. 10. Например, когда P547 используется с P442, обеспечивается дополнительная функция однофазного АПВ.

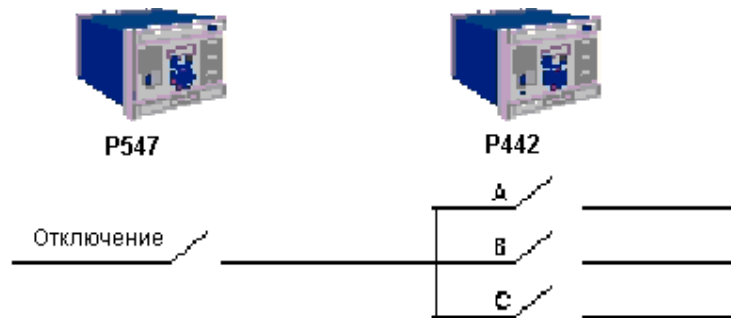


Рис. 10: Использование устройства дистанционной защиты для выбора фазы в схемах с пофазным отключением

Перед применением MiCOM P547 для пофазного отключения, нужно проконсультироваться с ALSTOM T&D Protection and Control, относительно действия на датчики короткого замыкания и учета коэффициентом "К" несимметричных токов нагрузки, текущих при отключенной фазе во время выдержки АПВ.

2.2.24. Отключающий вход

В условиях внешнего повреждения, P547 выдает сигнал блокировки, оставаясь в устойчивом состоянии. Однако, при условиях, показанных на рис. 11, отключение возможно только через вход, сигналом от внешней защиты (в этом случае защиты шин). В схему ДФЗ сигнал отключения вводится через оптовход, назначенный в распределенной базе данных на 404: "Unstabilise Ph Comp" (Нестабильность ДФЗ) с помощью программируемой схемы логики. Таким образом, устройство на конце X отключит свой выключатель, вызвав окончание передачи сигнала и, как было описано ранее, позволит устройству на конце Y также отключить свой выключатель. Эта функция, как правило, используется для следующих функций:

- Дистанционное отключение линии с противоположного конца (Y), если выключатель X отказывает при подаче на него команды отключения от защиты сборных шины.
- Если короткое замыкание происходит в зоне между выключателем и ТТ, повреждение на линии по ошибке может быть обнаружено как КЗ на шинах, или наоборот. В случае, когда ТТ относительно выключателя находятся на стороне линии, этот сигнал используется для дистанционного отключения линии с противоположного конца, чтобы селективно отключить короткое замыкание в зоне, которая фактически является частью защищенной линии.

В обоих случаях, дистанционное отключение должно иметь выдержку времени, аналогичную выдержке УРОВ (tBF) - описанной позже в этом руководстве.

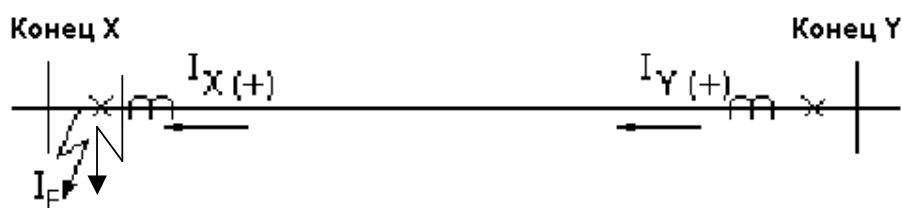


Рис. 11: Пример необходимости дополнительного отключения

2.3. Максимально-токовая защита (MTЗ)

Максимально-токовая защита является резервной защитой. Устройство P547 имеет четырехступенчатую MTЗ.

Первые две ступени MTЗ могут иметь как независимые характеристики (DT), так и зависимые (IDMT). Третья и четвертая ступени MTЗ могут иметь только независимые характеристики (DT). MTЗ может быть enabled (введена) или disabled (выведена) по желанию. Функция также может быть введена при повреждении канала связи ДФЗ.

Для обеспечения селективного отключения КЗ, MTЗ должна быть согласована с другими элементами защиты в системе. Колонки меню MTЗ показаны в Таблице 6.

OVERCURRENT (MTЗ)	Уставка по умолчанию	Мин.	Макс.	Шаг
I>1 Status (Состояние I>1)	Enabled	Disabled, Enabled, Enabled Ch Fail (Введена, Выведена, Введена при повреждении канала связи)		
I>1 Function (Функция I>1)	IEC S Inverse	DT(Независ.), IEC S Inverse (Завис. МЭК S), IEC V Inverse (Завис. МЭК V), IEC E Inverse(Завис. МЭК E), UK LT Inverse(Завис. UK LT), IEEE M Inverse (Завис. IEEE M), IEEE V Inverse (Завис. IEEE V), IEEE E Inverse (Завис. IEEE E), US Inverse (Завис. US), US ST Inverse (Завис. US ST)		
I>1 Current Set (Уставка по току)	1In	0.08In	4.0In	0.01In
I>1 Time Delay (Выдержка времени)	1s	0s	100s	0.01s
I>1 TMS	1	0.025	1.2	0.025
I>1 Time Dial (Шкала)	7	0.5	15	0.1
I>1 Reset Char (Хар-ка возврата)	DT	DT(Независимая), Inverse (Зависимая)		
I>1 tRESET (Время возврата)	0s	0s	100s	0.01s
I>2 Status (Состояние I>2)	Disabled	Disabled, Enabled, Enabled Ch Fail (Введена, Выведена, Введена при повреждении канала связи)		

OVERCURRENT	Уставка по умолчанию	Мин.	Макс.	Шаг
I>2 Function (Функция I>2)	IEC S Inverse	DT(Независ.), IEC S Inverse (Завис. МЭК S), IEC V Inverse (Завис. МЭК V), IEC E Inverse(Завис. МЭК E), UK LT Inverse(Завис. UK LT), IEEE M Inverse (Завис. IEEE M), IEEE V Inverse (Завис. IEEE V), IEEE E Inverse (Завис. IEEE E), US Inverse (Завис. US), US ST Inverse (Завис. US ST)		
I>2 Current Set (Уставка по току)	1In	0.08In	4.0In	0.01In
I>2 Time Delay (Выдержка времени)	1s	0s	100s	0.01s
I>2 TMS	1	0.025	1.2	0.025
I>2 Time Dial (Шкала)	7	0.5	15	0.1
I>2 Reset Char (Хар-ка возврата)	DT	DT(Независимая), Inverse (Зависимая)		
I>2 tRESET	0s	0s	100s	0.01s

(Время возврата)				
I>3 Status (Состояние I>3)	Enabled	Disabled (Выведена), Enabled (Введена)		
I>3 Current Set (Уставка по току)	1In	0.08In	32.0In	0.01In
I>3 Time Delay (Выдержка времени)	1s	0s	100s	0.01s
I>4 Status (Состояние I>4)	Enabled	Disabled (Выведена), Enabled (Введена)		
I>4 Current Set (Уставка по току)	1In	0.08In	32.0In	0.01In
I>4 Time Delay (Выдержка времени)	1s	0s	100s	0.01s

Таблица 6 Уставки МТЗ.

Для зависимой характеристики доступны следующие опции.

Характеристики IEC/UK IDMT соответствуют следующей формуле:

$$t = T \times \left(\frac{K}{(I/I_s)^{\alpha-1}} + L \right)$$

Характеристики IEEE/US IDMT соответствуют следующей формуле:

$$t = \frac{TD}{7} \times \left(\frac{K}{(I/I_s)^{\alpha-1}} + L \right)$$

t = время срабатывания;

K = константа;

I = измеряемый ток;

I_s = уставка по току;

α = константа;

L = константа для характеристик ANSI/IEEE (для IEC равна 0);

T = временная уставка TMS (множитель);

TD = множитель уставки времени для характеристик IEEE/US;

Характеристики IDMT

Название характеристики	Стандарт	Константа K	Константа α	Константа L
Нормальная	МЭК (IEC)	0.14	0.02	0
Крутая	МЭК (IEC)	13.5	1	0
Экстремально крутая	МЭК (IEC)	80	2	0
Пологая	UK	120	1	0
Средняя	IEEE	0.0515	0.02	0.114
Крутая	IEEE	19.61	2	0.491
Экстремально крутая	IEEE	28.2	2	0.1217
Нормальная	US-C08	5.95	2	0.18

Кратковременная	US-C02	0.02394	0.02	0.01694
-----------------	--------	---------	------	---------

Таблица 7

Учтите, характеристики IEEE и US отличаются от характеристик IEC/UK. Уставка TMS используется для регулирования времени срабатывания по характеристикам МЭК, а уставка Time Dial (Шкала) используется для характеристик IEEE/US.

TMS и Time Dial являются множителями к базовым характеристикам, но Time Dial в 10 раз больше TMS, что показано в предыдущем меню.

Меню устроено так, что, если выбрана характеристика IEC/UK, индицируется только уставка **TMS**, а уставка '□> Time Dial' пропускается.

Примеры уставок фазной МТЗ могут быть найдены в Protective Relay Application Guide / NPAG Textbook, имеющейся в наличии у ALSTOM T&D Protection and Control.

2.3.1. Резервная МТЗ при повреждении канала ДФЗ

Преимущество ввода максимальной токовой защиты при повреждении канала ДФЗ, дает возможность уменьшить время ликвидации КЗ резервной защитой.

Например, МТЗ и ЗНЗ могут быть выборочно "Enabled on Ch Fail" ("Введены при повреждении канала связи"), только после того, как проверка задержки передачи выдала аварию, или оптовход от ДФЗ указал его повреждение. МТЗ установлена для временной замены вышедшей из строя защиты, с уставкой выдержки времени, аналогичной Зоне 2 дистанционной защиты.

2.4. Защита от тепловой перегрузки

Защита от тепловой перегрузки может использоваться, чтобы предотвратить работу оборудования в температурных режимах превосходящих проектный максимум. Длительная перегрузка может стать причиной чрезмерного нагрева, который приводит к преждевременному старению изоляции, или в отдельных случаях, к повреждению изоляции.

Устройство включает тепловую модель, основанную на использовании тока нагрузки, для моделирования нагрева и охлаждения защищаемого оборудования. Элемент может быть установлен, и как отключающий и как сигнальный.

Теплота, произведенная в пределах элемента оборудования, типа кабеля или трансформатора, является потерей резистивной ($I^2R \times t$). Таким образом, нагрев прямопропорционален квадрату тока. Зависимая тепловая характеристика, используемая в устройстве, основана на квадрате тока, проинтегрированному по времени. Устройство автоматически использует для тепловой модели самый большой фазный ток.

Аппаратура предназначена для непрерывной работы при температуре, соответствующей ее предельной нагрузке, где произведенная теплота равняется рассеянной излучением и т.д. Состояние перегрузки возникает, когда какое-то время протекают токи превышающие номинальные. Можно показать, что температура в течение нагрева увеличивается по экспоненциальному закону, и подобное экспоненциальное уменьшение температуры происходит в течение охлаждения.

Чтобы применять этот элемент защиты, для защищенного оборудования требуется тепловая постоянная времени.

В следующих разделах будет показано, что различные элементы оборудования обладают различными тепловыми характеристиками, из-за характера их конструкции. Устройство имеет две характеристики, которые могут быть выбраны в зависимости от применения.

2.4.1. Характеристика с одной постоянной времени

Эта характеристика является типовой для защиты линии.

Зависимая тепловая характеристика задается:

$$\exp(-t/\tau) = (I^2 - (k \cdot I_{FLC})^2) / (I^2 - I_p^2),$$

Где:

t = Время отключения, после начала перегрузки, I;

τ = Постоянные времени нагрева и охлаждения защищаемого оборудования;

I = Наибольший фазный ток;

I_{FLC} = Номинальный ток при максимальной нагрузке (уставка защиты 'Thermal Trip');

k = 1.05 - постоянная, позволяет работу при токе до $< 1.05 I_{FLC}$.

I_p = Предварительно установившийся режим нагрузки перед началом перегрузки.

Время отключения изменяется в зависимости от тока нагрузки, протекающего перед началом перегрузки, то есть перегрузка началась из "горячего" или "холодного" состояния линии.

2.4.2. Характеристика с двумя постоянными времени (Обычно не применяется для P547)

Эта характеристика применяется для защиты масляных трансформаторов с естественным воздушным охлаждением (например, типа ONAN). Тепловая модель подобна характеристике с одной постоянной времени, с тем лишь отличием, что должно быть задано две постоянных. Зависимая тепловая характеристика задается как:

$$0.4 \exp(-t/\tau_1) + 0.6 \exp(-t/\tau_2) = (I^2 - (k \cdot I_{FLC})^2) / (I^2 - I_p^2),$$

где:

τ_1 = постоянная нагрева и охлаждения обмоток трансформатора;

τ_2 = постоянная нагрева и охлаждения масла.

При незначительных перегрузках, выделяющееся в обмотках тепло передается маслу. Таким образом, при малых токах, характеристика тепловой модели подчинена постоянной времени масла. Это обеспечивает защиту от общего увеличения температуры масла.

При значительных перегрузках, выделяющееся тепло накапливается в обмотках, и лишь незначительная его часть передается маслу. Таким образом, при больших токах, характеристика тепловой модели подчинена постоянной времени обмоток. Это обеспечивает защиту от перегрева участков внутри обмоток трансформатора.

В целом, характеристика с двумя постоянными времени, выполненная в устройстве, используется для защиты изоляции между обмотками от старения, и для минимизации выделения газа перегретым маслом. Однако обратите внимание, что тепловая модель не компенсирует влияние изменения температуры окружающего воздуха.

Следующая таблица показывает уставки меню для элемента защиты от тепловой перегрузки:

THERMAL	По умолчанию	Мин.	Макс.	Шаг
Thermal Char (Тепловая характеристика)	Single	Disabled (Выведена), Single (С одной постоянной), Dual (С двумя постоянными)		
Thermal Trip (Отключение)	1In	0.08In	3.2In	0.01In
Thermal Alarm (Сигнализация)	70%	50%	100%	1%
Time Constant 1 (Временная постоянная 1)	10 minutes (минут)	1 minutes (минута)	200 minutes (минут)	1 minutes (минута)
Time Constant 2 (Временная постоянная 2)	5 minutes (минут)	1 minutes (минута)	200 minutes (минут)	1 minutes (минута)

Таблица 8

Защита от тепловой перегрузки обеспечивает также индикацию теплового состояния в колонке измерений устройства. Тепловой режим может сбрасываться или через оптовход (если он назначен на эту функцию, используя программируемую схему логики) или через меню устройства. Функция сброса в меню находится в колонке измерений с тепловым состоянием.

2.4.3. Методика выбора уставок

2.4.3.1. Характеристика с одной постоянной времени

Уставка тока найдена следующим образом:

Уставка отключения = Длительно допустимая нагрузка оборудования / коэффициент трансформации ТТ.

Типовые временные постоянные даны в следующей таблице. Уставка устройства, 'Time Constant 1' ('Временная постоянная 1'), задается в минутах.

Оборудование:

	Постоянная времени τ (минуты)	Пределы
Реакторы с воздушным охлаждением	40	
Банки конденсаторов	10	
Воздушные ЛЭП	10	Поперечное сечение $\geq 100 \text{ мм}^2$ Cu или 150 мм^2 Al
Сборные шины	60	

Таблица 9

Сигнализация может быть активизирована при достижении теплового состояния, соответствующего проценту от уставки отключения. Типичная уставка может быть 'Thermal Trip' = 70 % теплоемкости.

Примечание: тепловые постоянные времена, данные в вышеупомянутой таблице, являются типовыми. Для более точной информации обращайтесь к производителю оборудования.

2.5. ЗНЗ и чувствительная ЗНЗ

Устройство MiCOM P547 включает резервную защиту от замыканий на землю. Существуют два элемента: производный элемент ЗНЗ, где ток нулевой последовательности вычисляется методом сложения фазных токов и чувствительный элемент ЗНЗ с малой уставкой срабатывания.

Чувствительный элемент ЗНЗ имеет отдельный ТТ и нормально должен быть подключен к трансформатору тока нулевой последовательности. Оба элемента в сумме имеют четыре ступени ЗНЗ. Первые две ступени ЗНЗ могут иметь как независимые характеристики (DT), так и зависимые (IDMT).

Функция может быть введена при повреждении канала связи ДФЗ (это не относится к чувствительному элементу).

Для обеспечения селективного отключения КЗ, ЗНЗ должна быть согласована с другими элементами защиты в системе.

Уставки ЗНЗ и чувствительной ЗНЗ показаны в Таблицах 10 и 11.

EARTH FAULT (ЗНЗ)	По умолчанию	Мин.	Макс.	Шаг
IN>1 Status (Состояние IN>1)	Enabled	Disabled, Enabled, Enabled Ch Fail (Введена, Выведена, Введена при повреждении канала связи)		
IN>1 Function (Функция IN>1)	IEC S Inverse	DT(Независ.), IEC S Inverse (Завис. МЭК S), IEC V Inverse (Завис. МЭК V), IEC E Inverse(Завис. МЭК E), UK LT Inverse(Завис. UK LT), IEEE M Inverse (Завис. IEEE M), IEEE V Inverse (Завис. IEEE V), IEEE E Inverse (Завис. IEEE E), US Inverse (Завис. US), US ST Inverse (Завис. US ST)		
IN>1 Current Set (Уставка по току)	0.2In	0.08In	4.0In	0.01In
IN>1 Time Delay (Выдержка времени)	1s	0s	100s	0.01s
IN>1 TMS	1	0.025	1.2	0.025
IN>1 Time Dial (Шкала)	7	0.5	15	0.1
IN>1 Reset Char (Хар-ка возврата)	DT	DT(Независимая), Inverse (Зависимая)		
IN>1 tRESET (Время возврата)	0s	0s	100s	0.01s
IN>2 Status (Состояние IN>2)	Enabled	Disabled, Enabled, Enabled Ch Fail (Введена, Выведена, Введена при повреждении канала связи)		
IN>2 Function (Функция IN>2)	DT	DT(Независ.), IEC S Inverse (Завис. МЭК S), IEC V Inverse (Завис. МЭК V), IEC E Inverse(Завис. МЭК E), UK LT Inverse(Завис. UK LT), IEEE M Inverse (Завис. IEEE M), IEEE V Inverse (Завис. IEEE V), IEEE E Inverse (Завис. IEEE E), US Inverse (Завис. US), US ST Inverse (Завис. US ST)		
IN>2 Current Set (Уставка по току)	0.2In	0.08In	4.0In	0.01In

IN>2 Time Delay (Выдержка времени)	1s	0s	100s	0.01s
IN>2 TMS	1	0.025	1.2	0.025
IN>2 Time Dial (Шкала)	7	0.5	15	0.1
	По умолчанию	Мин.	Макс.	Шаг
IN>2 Reset Char (Хар-ка возврата)	DT	DT(Независимая), Inverse (Зависимая)		
IN>2 tRESET (Время возврата)	0s	0s	100s	0.01s
IN>3 Status (Состояние IN>3)	Enabled	Disabled (Выведена), Enabled (Введена)		
IN>3 Current Set (Уставка по току)	0.2In	0.08In	4.0In	0.01In
IN>3 Time Delay (Выдержка времени)	1s	0s	200s	0.01s
IN>4 Status (Состояние IN>4)	Enabled	Disabled (Выведена), Enabled (Введена)		
IN>4 Current Set (Уставка по току)	0.2In	0.08In	4.0In	0.01In
IN>4 Time Delay (Выдержка времени)	1s	0s	200s	0.01s

Таблица 10 Уставки производной ЗНЗ

SEF PROT'N (Чувствительная ЗНЗ)	По умолчанию	Мин.	Макс.	Шаг
ISEF>1 Function (Функция ISEF>1)	DT	DT(Независ.), IEC S Inverse (Завис. МЭК S), IEC V Inverse (Завис. МЭК V), IEC E Inverse(Завис. МЭК E), UK LT Inverse(Завис. UK LT), IEEE M Inverse (Завис. IEEE M), IEEE V Inverse (Завис. IEEE V), IEEE E Inverse (Завис. IEEE E), US Inverse (Завис. US), US ST Inverse (Завис. US ST)		
ISEF>1 Current (Уставка по току)	0.05	0.05* I _{SEF}	0.1* I _{SEF}	0.00025* I _{SEF}
ISEF>1 Delay (Выдержка времени)	1s	0s	200s	0.01s
ISEF>1 TMS	1	0.025	1.2	0.025
ISEF>1 Time Dial (Шкала)	7	0.5	15	0.1
ISEF>1 Reset Char (Хар-ка возврата)	DT	DT(Независимая), Inverse (Зависимая)		
ISEF>1 tRESET (Время возврата)	0s	0s	100s	0.01s
ISEF>2 Function (Функция ISEF>2)	Disabled	DT(Независ.), IEC S Inverse (Завис. МЭК S), IEC V Inverse (Завис. МЭК V), IEC E Inverse(Завис. МЭК E), UK LT Inverse(Завис. UK LT), IEEE M Inverse (Завис. IEEE M), IEEE V Inverse (Завис. IEEE V), IEEE E Inverse (Завис. IEEE E), US Inverse (Завис. US), US ST Inverse (Завис. US ST)		
ISEF>2 Current (Уставка по току)	0.05	0.005* I _{SEF}	0.1* I _{SEF}	0.00025* I _{SEF}
ISEF>2 Delay	1s	0s	200s	0.01s

(Выдержка времени)				
ISEF>2 TMS	1	0.025	1.2	0.025
ISEF>2 Time Dial (Шкала)	7	0.5	15	0.1
ISEF>2 Reset Char (Хар-ка возврата)	DT	DT(Независимая), Inverse (Зависимая)		
	По умолчанию	Мин.	Макс.	Шаг
ISEF>2 tRESET (Время возврата)	0s	0s	100s	0.01s
ISEF>3 Status (Состояние ISEF>3)	Disabled	Disabled (Выведена), Enabled (Введена)		
ISEF>3 Current (Уставка по току)	0.4	0.005* I ^{SEF}	0.8* I ^{SEF}	0.001* I ^{SEF}
ISEF>3 Delay (Выдержка времени)	0.5s	0s	200s	0.1s
ISEF>4 Status (Состояние ISEF>4)	Disabled	Disabled (Выведена), Enabled (Введена)		
ISEF>4 Current (Уставка по току)	0.6	0.005* I ^{SEF}	0.8* I ^{SEF}	0.001* I ^{SEF}
ISEF>4 Delay (Выдержка времени)	0.25s	0s	200s	0.01s

Таблица 11

Зависимые характеристики защиты от замыканий на землю аналогичны зависимым характеристикам МТЗ.

2.6. МТЗ обратной последовательности (NPS)

При применении традиционной максимально-токовой защиты, уставки МТЗ должны быть установлены выше, чем максимальный ток нагрузки, таким образом, ограничивая чувствительность защиты. Большинство схем защиты также использует ЗНЗ, срабатывающую от тока нулевой последовательности, которая улучшает чувствительность при замыканиях на землю. Однако некоторые КЗ могут возникать и оставаться необнаруженными, при использовании таких схем.

Любое несимметричное КЗ производит ток обратной последовательности некоторой величины. Таким образом, МТЗ обратной последовательности может работать, и при междуфазных замыканиях и при замыканиях на землю.

В текущем разделе описываются принципы работы защиты по току обратной последовательности совместно с обычными максимально-токовыми защитами и объясняются наиболее распространенные трудности при ее использовании.

- Элементы защиты по току обратной последовательности обладают большой чувствительностью к междуфазным замыканиям и срабатывают в тех случаях, когда фазные МТЗ не обнаруживают замыкания.
- Может потребоваться простая сигнализации наличия токов обратной последовательности в системе. Диспетчеры могут затем исследовать причину небаланса.

MT3 обратной последовательности имеет токовую уставку пуска ' $I_2 > \text{Current Set}$ ', и регулируемую выдержку времени срабатывания ' $I_2 > \text{Time Delay}$ '.

2.7. Методика выбора уставок

Меню элемента защиты обратной последовательности приведено ниже:

NEG SEQ O/C	По умолчанию	Мин.	Макс.	Шаг
I2> Status (Состояние I2>)	Enabled	Disabled (Выведена), Enabled (Введена)		
I2> Current Set (Уставка по току)	0.2In	0.08In	4In	0.01In
I2> Time Delay (Выдержка времени)	10s	0s	100s	0.01s

Таблица 12

2.7.1. Токвая ступень защиты обратной последовательности, 'I2> Current Set'

Данная уставка должна устанавливаться выше максимального небаланса тока обратной последовательности при нормальном режиме. Эта величина может быть установлена экспериментальным путем при выводе на индикатор при помощи функции измерения устройства. Уставку следует принимать большей на 20% полученной величины.

Там, где элемент защиты от токов обратной последовательности требуется для отключения специфических нераспознанных несимметричных повреждений, для выбора уставки по току необходимо провести индивидуальный комплексный анализ повреждений, отталкиваясь от данных, имеющихся в энергосистеме. Однако, для того, чтобы гарантировать срабатывание защиты, уставка по току должна быть приблизительно на 20 % ниже самого низкого расчетного значения тока обратной последовательности для удаленных повреждений.

Учтите, что на практике, когда недоступна информация для анализа, уставка должна быть близка к минимальному, предварительно определенному значению, и отстроена по времени срабатывания от нижестоящих защит. Это необходимо для предотвращения нежелательных отключений.

2.7.2. Выдержка времени для защиты обратной последовательности, 'I2> Time Delay'

С учетом вышесказанного, правильная уставка этого параметра очень важна. Также отметим, что этот элемент применяется, прежде всего, как резервная защита и для обеспечения сигнализации. Следовательно, обычно такая защита выполняется с длительной выдержкой времени. Необходимо гарантировать то, что выдержка данной защиты установлена большей, чем время срабатывания любого другого устройства защиты (при незначительных повреждениях) в системе, которое может реагировать на несимметричные повреждения:

- максимально-токовые защиты;
- защиты от замыканий на землю;
- элементы определения обрыва провода;
- термозащиты на базе токов обратной последовательности.

2.8. УРОВ (СВФ)

При возникновении повреждения одна или несколько защит выдают на выходное реле сигнал отключения соответствующего выключателя.

Выключатель должен отключить поврежденный участок сети и, таким образом, предотвратить дальнейшее разрушение энергосистемы. В магистральных сетях медленное отключение повреждения может привести к нарушению устойчивости системы. Поэтому необходимо устанавливать устройство, задачей которого является контроль отключения и времени отключения. Если же в течение заданной выдержки времени выключатель не отключился, это устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ) срабатывает.

Чтобы изолировать место повреждения, УРОВ выдает сигнал на вышестоящие выключатели. УРОВ также сбрасывает все выходные реле, блокирующие отключение от вышестоящих защит.

2.8.1. Конфигурация УРОВ

УРОВ имеет два таймера: 'CB Fail 1 Timer' (Таймер 1 неисправности выключателя) и 'CB Fail 2 Timer' (Таймер 2 неисправности выключателя), позволяя выполнить следующую последовательность действий:

- упрощенный режим работы УРОВ. В этом режиме введен только таймер 'CB Fail 1 Timer' (Таймер 1 неисправности выключателя). Таймер запускается при срабатывании любой защиты и сбрасывается при отключении выключателя. Если выключатель остается неотключенным, то по истечении выдержки времени 'CB Fail 1 Timer' (Таймер 1 неисправности выключателя) он замыкает контакт выходного реле УРОВ. Этот контакт используется для отключения вышестоящих выключателей;
- режим повторного отключения плюс УРОВ. В этом режиме таймер 'CB Fail 1 Timer' (Таймер 1 неисправности выключателя) используется для выдачи сигнала отключения на тот же выключатель, но по другим цепям. Для этого необходимы две катушки отключения. Если же отключения все же не происходит, то по истечении выдержки времени выдается сигнал на вышестоящие коммутационные устройства.

Выдержка времени задается таймером 'CB Fail 2 Timer' (Таймер 2 неисправности выключателя), который также запускается от срабатывания какой-либо защиты.

УРОВ и таймеры 'CB Fail 2 Timer' (Таймер 2 неисправности выключателя), 'CB Fail 1 Timer' (Таймер 1 неисправности выключателя) могут быть сконфигурированы для пуска при срабатывании внутренних защит устройства или от внешних защит. Пуск от внешних защит выполняется при поступлении сигнала на оптовход 'External Trip' (Внешнее отключение) при помощи программируемой логики.

2.8.2. Механизм сброса таймеров УРОВ

На практике часто используются элементы минимального тока для проверки отключения выключателя. Это необходимо для следующих ситуаций:

- контакты положения выключателя неисправны или не могут замкнуться для индикации положения выключателя;

- выключатель начал отключаться, но произошло заклинивание. Это может привести к образованию длительной дуги через переходное сопротивление на первичных контактах выключателя. Если это сопротивление значительно уменьшает ток короткого замыкания, то может произойти возврат сработавшей защиты. Таким образом, возврат защиты может привести к недостоверной индикации положения выключателя (повреждения).

Для всех защит, оперирующих током, вводится датчик минимального тока ($I_{<}$) для подтверждения отключения выключателя и сброса таймеров УРОВ. Однако датчики минимального тока не могут достоверно подтвердить исправность выключателя во всех возможных ситуациях.

Сброс УРОВ возможен при отключении выключателя или при возврате защиты. При этом возвращается датчик минимального тока. Опции выбора метода сброса приведены в таблице.

Включение (выбирается в меню)	Механизм сброса таймеров УРОВ
Токовые защиты - (например, 50/51/46/87...)	Метод сброса один. [Пуск $I_{<}$ если сработала A] & [Пуск $I_{<}$ если сработала B] & [Пуск $I_{<}$ если сработала C]
Чувствительная ЗНЗ-	Метод сброса один. [ISEF $<$ сработала]
Внешняя защита-	Доступны три метода. Пользователь может выбрать один из них [Пуск всех $I_{<}$ and $I_{N<}$] [Возврат защиты] и пуск всех $I_{<}$ и $I_{N<}$ Отключение выключателя (все три полюса) и пуск всех $I_{<}$ и $I_{N<}$

Таблица 13 Выбор варианта сброса таймера УРОВ

Выбор в меню сгруппирован следующим образом:

CB FAIL + $I_{<}$	По умолчанию	Мин.	Макс.	Шаг
Breaker Fail (УРОВ)	{Подзаголовок}			
CB Fail 1 Status (Состояние УРОВ 1)	Enabled	Enabled (Введено), Disabled (Выведено)		
CB Fail 1 Timer (Выдержка УРОВ 1)	0.2s	0s	10s	0.01s
CB Fail 2 Status (Состояние УРОВ 2)	Disabled	Enabled (Введено), Disabled (Выведено)		
CB Fail 2 Timer (Выдержка УРОВ 2)	0.4s	0s	10s	0.01s
CBF Ext Reset (Внешний сброс УРОВ)	CB Open & $I_{<}$	$I_{<}$ Only (Только при исчезновении тока), CB Open & $I_{<}$ (При отключении выключателя и исчезновении тока), Prot Reset & $I_{<}$ (При возврате защиты и исчезновении тока)		
Under Current (Мин. тока)	{Подзаголовок}			
$I_{<}$ Current Set (Уставка по току)	0.1In	0.02In	3.2In	0.01In
$I_{N<}$ Current Set (Уставка по току)				
ISEF $<$ Current (Уставка по току)	0.02In	0.001In	0.8In	0.00025In
Blocked O/C (Блокированы токовые защиты)	{Подзаголовок}			
POC Blocking (Блокировка МТЗ)	Enabled	Enabled (Введена), Disabled (Выведена)		
EFB Blocking (Блокировка ЗНЗ)	Enabled	Enabled (Введена), Disabled (Выведена)		

Таблица 14

Уставки 'Reset I> Start' и 'Reset IN> Start' используются для снятия сигнала пуска от МТЗ и ЗНЗ соответственно, когда истекает время УРОВ. Пуск снимется, если в ячейке установлено Enabled (Введена).

2.8.3. Типичные уставки

2.8.3.1. Уставки выдержки времени УРОВ

Для таймеров используются следующие типичные уставки:

CB Fail Reset Mechanism (Возврат УРОВ)	tBF time delay (Выдержка времени УРОВ)	Typical delay for 2 cycle circuit breaker (Типовая выдержка времени для выключателя с двумя циклами)
Initiating element reset (Возврат пуска)	CB interrupting time + element reset time (max.) + error in tBF timer + safety margin (Время отключения + макс. время возврата пуска+ погрешность таймера УРОВ + запас)	50 + 50 + 10 + 50 = 160 ms
CB open (Определение положения отключенного выключателя)	CB auxiliary contacts opening/closing time (max) + error in tBF timer + safety margin (Макс. время работы блокконтактов + погрешность таймера УРОВ+ запас)	50 + 10 + 50 = 110 ms
Undercurrent elements (Датчик минимального тока)	CB interrupting time + undercurrent element operating time (max) + safety margin (Время отключения + макс. время срабатывания датчика мин. тока + запас)	50 + 25 + 50 = 125 ms

Таблица 15

Заметьте, что любой сброс УРОВ вызовет сброс датчиков минимального тока. В тех случаях, где используется возврат пуска элементов или УРОВ, должна быть использована выдержка времени минимального тока, если это, оказывается, худший случай.

Выше рассмотрены примеры прямого отключения выключателя с 2 циклами. Учтите, что там, где используются дополнительные реле отключения, необходимо добавлять дополнительные 10-15 мс на срабатывание реле.

2.8.3.2. Уставки для датчика минимального тока УРОВ

Уставка по фазному току ($I_{<}$) должна быть ниже тока нагрузки для определения отключенного положения выключателя. Типичная уставка для воздушных или кабельных линий - 20% I_n , 5% I_n – единая уставка для УРОВ генераторов.

Датчик минимального тока чувствительной ЗНЗ (SEF) должен быть установлен меньше, чем соответствующая уставка на отключение, следующим образом:

$$ISEF_{<} = (ISEF_{>} \text{ trip}) / 2$$

2.9. Небаланс I2/I1

Элемент I2/I1 может быть использован для обнаружения обрыва провода или контроля исправности цепей ТТ.

2.9.1. Обнаружение обрыва провода

Наиболее часто встречающимися повреждениями в энергосетях являются одно- и двухфазные замыкания на землю. Такие повреждения приводят к значительному увеличению тока, и большая часть из них легко обнаруживается.

Другой тип несимметричных повреждений, которые могут возникнуть в энергосистеме, вызывает неполнофазный режим. Такой режим может быть результатом обрыва провода, ложного однофазного отключения или выхода из строя предохранителя. Неполнофазный режим не приводит к увеличению фазных токов в системе и, следовательно, не может быть обнаружен обычным максимально-токовым реле. Однако такой режим приводит к появлению несимметрии и может быть обнаружен элементом, оперирующим током обратной последовательности.

Для обнаружения неполнофазного режима можно применять элемент обратной последовательности. Однако на слабо нагруженной линии ток обратной последовательности, вызванный неполнофазным режимом, может быть очень близок или меньше, чем ток небаланса при полной нагрузке в нормальном режиме, и сопоставим с погрешностями от трансформаторов тока, небаланса нагрузки и т.д. Поэтому элемент по току обратной последовательности не может работать на линиях с небольшой нагрузкой.

Устройство включает в себя элемент, который измеряет отношение тока обратной последовательности к току прямой последовательности (I_2/I_1). Данное отношение подвержено меньшим воздействиям токов нагрузки, чем сам ток обратной последовательности. Следовательно, можно выбрать более чувствительную уставку.

2.9.2. Контроль исправности цепей ТТ по отношению I_2/I_1 Ratio

Где ожидается симметричная нагрузка, большое отношение I_2/I_1 может использоваться для обнаружения неисправности ТТ или обрыва проводника. О последнем свидетельствует также отсутствие одного фазного тока, измеренного устройством. Используя программируемую схему логики (PSL), срабатывание этого элемента может быть назначено на блокировку ДФЗ.

2.9.3. Методика обнаружения обрыва провода и контроля исправности цепей ТТ

При обрыве провода происходит подпитка из схемы прямой последовательности схем обратной и нулевой последовательностей через место разрыва.

В случае заземления энергосистемы в одной точке, будет протекать небольшой ток нулевой последовательности, и величина отношения I_2/I_1 в защищаемой сети будет близка к 100 %. В случае множественных заземлений в энергосети (допускается равенство полных сопротивлений для каждой последовательности) отношение I_2/I_1 будет равно 50 %. Возможно определить отношение I_2/I_1 при различных полных сопротивлениях системы по следующему выражению:

$$I_1F = \frac{E_g (Z_2 + Z_0)}{Z_1 Z_2 + Z_1 Z_0 + Z_2 Z_0}$$

$$I_2F = \frac{-E_g Z_0}{Z_1 Z_2 + Z_1 Z_0 + Z_2 Z_0}$$

где:

E_g = напряжение системы;

Z_0 = сопротивление нулевой последовательности;
 Z_1 = сопротивление прямой последовательности;
 Z_2 = сопротивление обратной последовательности.

Поэтому:

$$\frac{I_2F}{I_1F} = \frac{Z_0}{Z_0 + Z_2}$$

Из этого следует, что для разомкнутой цепи в определенной части системы, I_2/I_1 может быть определено, как отношение сопротивлений. Однако можно заметить, что величина этого отношения зависит от места повреждения. Желательно установить по возможности чувствительную уставку. На практике эта минимальная уставка зависит от уровня тока обратной последовательности, постоянно присутствующего в энергосистеме. Она может быть определена изучением данных о системе или экспериментально, путем вывода на индикатор устройства величины тока обратной последовательности в нормальном режиме. В случае использования последнего метода необходимо проводить измерения при максимальной нагрузке с целью гарантировать, что все однофазные нагрузки учтены.

Учтите, для успешной работы устройства требуется ток обратной последовательности не менее 8%.

Так как используются чувствительные уставки, можно ожидать, что элемент будет срабатывать при любых состояниях небаланса, встречающегося в системе (например, в течение цикла АПВ). Следовательно, необходимо гарантировать отстройку по времени от работы других устройств. Обычно используется задержка на 60с.

В таблице приведено меню устройства для элемента определения обрыва провода, включая диапазоны изменения уставок и уставки по умолчанию.

Текст меню	Уставка по умолчанию	Диапазон		Шаг
		Мин.	Макс.	
I2/I1 UNBALANCE (Небаланс I2/I1)				
I2/I1 Setting (Уставка по току)	0.2	0.2	1	0.01
I2/I1 Time Delay (Выдержка времени)	60	0s	100s	1s

Таблица 16

2.9.4. Примеры уставок

В процессе настройки устройства была записана следующая информация:

$$I_{full\ load} = 1000A$$

$$I_2/I_1 = 50A$$

следовательно, статическое отношение I_2/I_1 задается;

$$I2/I1 = 50/1000 = 0,05$$

Чтобы учитывать допуск и изменения нагрузки, типичной является уставка 200 % этого значения; следовательно, устанавливаем $I2/I1 = 0,1$.

2.10. Управление фильтром оптовоходов

Подробную информацию можно найти в разделе 3 этого руководства, параграф 2.4.3.

3 ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПОВ РАБОТЫ ФУНКЦИЙ, НЕ ОТНОСЯЩИХСЯ К ЗАЩИТАМ

3.1. Контроль положения выключателя

Оператору в удаленном диспетчерском центре требуется достоверная индикация состояния выключателя. Без индикации, сигнализирующей отключенное или включенное положение выключателя, оператор имеет недостаточную информацию, что не позволяет производить операции с выключателем. Устройство использует элемент контроля положения выключателя, дающий информацию о его положении, или, если положение неизвестно, подает сигнал неисправности.

3.1.1. Особенности контроля положения выключателя

Устройство MiCOM может быть установлено с контролем нормально открытых (52а) и нормально закрытых (52в) вспомогательных контактов выключателя. В нормальном состоянии эти контакты будут находиться в противоположных положениях. Если оба контакта открыты, то индицируется одно из следующих состояний:

- вспомогательные контакты /проводка неисправны;
- “ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ” неисправен;
- “ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ” в отключенном положении.

Если оба контакта закрыты, то идентифицируется одно из следующих состояний:

- вспомогательные контакты /проводка неисправны;
- “ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ” неисправен.

Если присутствует любое из вышеупомянутых состояний, буден подан сигнал неисправности с выдержкой времени 5с. Нормально открытый/нормально закрытый выходной контакт может быть связан с этой функцией через программируемую схему логики (PSL). Выдержка времени устанавливается с целью избежания нежелательных оперативных действий при нормальной работе выключателя.

В колонке меню устройства CB CONTROL эта уставка называется «CB Status Input». Эта ячейка может быть установлена одним из следующих четырех способов:

- | | |
|------------------|------------------|
| None | (отсутствует); |
| 52A | (52A); |
| 52B | (52B); |
| Both 52A and 52B | (оба 52A и 52B). |

Выбор входов, используемых для положения выключателя, выполняется пользователем в ячейке «CB Status Input» в колонке меню CB CONTROL. Эти входы, используемые для определения положений выключателя, могут быть контактами или 52а и/или 52b для одной или трех фаз.

Когда выбрана уставка «None», положение выключателя не контролируется. Это прямо воздействует на любые функции устройства, требующие контроля положения выключателя, например, контроль «В», АПВ и т. д. Когда используются только 52А, то устройство предполагает наличие сигнала 52В при отсутствии сигнала 52А. В этом случае сигнал неисправности вообще не выдается. Вышесказанное имеет место и при условии, что используется только 52В. Когда используются 52А и 52В, то в этом случае в дополнении к полной информации о положении «В» возможна сигнализация согласно следующей таблице. Входы 52А и 52В связаны с устройством через программируемую схему логики оптовоходами.

Положение вспомогательных контактов		Определенное положение выключателя	Действие
52А	52В		
Разомкнут	Замкнут	Выключатель отключен	Выключатель исправен
Замкнут	Разомкнут	Выключатель включен	Выключатель исправен
Замкнут	Замкнут	Выключатель поврежден	Подается сигнал неисправности, если условие сохраняется более 5 с
Разомкнут	Разомкнут	Состояние неизвестно	Подается сигнал неисправности, если условие сохраняется более 5 с

Таблица 17

3.2. Контроль состояния выключателя

Для того чтобы выключатель и цепи отключения работали правильно, необходим периодический осмотр. Вообще, такой осмотр проводится через определенный временной интервал или число отключений тока замыкания. Эти методы контроля состояния выключателя дают только приблизительную картину состояния и могут привести к чрезвычайно частому техобслуживанию.

Устройство записывает различные статистические данные, связанные с каждым срабатыванием выключателя, позволяющие дать более точную оценку его состояния. Эти особенности контроля описаны в следующем разделе.

3.2.1. Особенности контроля состояния выключателя

При каждой операции выключателя устройство записывает статистические данные, приведенные в следующей таблице и соответствующие меню устройства. Ячейки меню показывают только значения счетчика. Минимальное и максимальное значение в этом случае означает диапазон изменения величин счетчика.

CB Condition (Состояние выключателя)	Уставка по умолчанию	Мин.	Макс.	Шаг
CB operations {3 pole tripping} Срабатывание выключателя	0	0	10000	1
Total IA Broken (Суммарный ток отключенный фазой А)	0	0	$25000I_n^{\wedge}$	1
Total IB Broken (Суммарный ток отключенный фазой В)	0	0	$25000I_n^{\wedge}$	1
Total IC Broken (Суммарный ток отключенный фазой С)	0	0	$25000I_n^{\wedge}$	$1I_n^{\wedge}$
CB operate time (Время срабатывания выключателя)	0	0	0.5s	0.001
Reset CB Data (Сброс данных о выключателе)	No	Yes (Да), No (Нет)		

Таблица 18

Предыдущие значения счетчиков могут быть обнулены, например, при осмотре или же при ремонте.

В следующей таблице детально рассмотрены опции, доступные при контроле состояния выключателя. В ней приводятся уставки по току отключения и другим параметрам, которое могут использоваться для выдачи сигналов тревоги или блокировки выключателя.

CB Monitor Setup	Уставка по умолчанию	Мин.	Макс.	Шаг
Broken I ^Δ (Отключенный I ^Δ)	2	1	2	0.1
I ^Δ Maintenance (Текущее обслуживание по I ^Δ)	Alarm	Alarm disabled (Сигнализация выведена), Alarm enabled (Сигнализация введена)		
I ^Δ Maintenance	1000I ^{nΔ}	1I ^{nΔ}	25000I ^{nΔ}	1I ^{nΔ}
I ^Δ Lockout (Блокировка по I ^Δ)	Alarm	Alarm disabled, Alarm enabled		
I ^Δ Lockout	2000I ^{nΔ}	1I ^{nΔ}	25000I ^{nΔ}	1I ^{nΔ}
No CB ops maint (Кол-во срабатываний до технического обслуживания)	Alarm	Alarm disabled, Alarm enabled		
No CB ops maint	10	1	10000	1
No CB ops lock (Кол-во срабатываний до блокировки)	Alarm	Alarm disabled, Alarm enabled		
No CB ops lock	20	1	10000	1
CB time maint (Текущее обслуживание по времени)	Alarm	Alarm disabled, Alarm enabled		
CB time maint	0.1s	0.005s	0.5s	0.001s
CB time lockout (Блокировка по времени)	Alarm	Alarm disabled, Alarm enabled		
CB time lockout (Блокировка по времени)	0.2s	0.005s	0.5s	0.001s
Fault freq lock (Блокировка по частоте КЗ)	Alarm	Alarm disabled, Alarm enabled		
Fault freq count (Счетчик частоты КЗ)	10	0	9999	1
Fault freq time (Счетчик времени КЗ)	3600s	0	9999s	1s

Таблица 19

Счетчики положения выключателя будут изменяться каждый раз при выдаче устройством команды отключения. В случаях, когда выключатель отключается внешним устройством защиты, также возможно изменение счетчика контроля положения выключателя. Это достигается путем связывания одного из оптовходов устройства (через программируемую схему логики) для получения сигнала с внешнего устройства. Этот сигнал, получаемый через оптовход, определен как «External Trip»(Внешнее отключение)

Примечание: В режиме тестирования устройства счетчики контроля положения выключателя не модифицируются.

3.2.2. Рекомендации по выбору уставок

3.2.2.1. Уставка по сумме токов отключения ΣI^{Δ}

Когда воздушная линия подвержена частым КЗ и используются масляные выключатели («МВ»), изменение состояния масла объясняются большим количеством случаев отключения выключателя этого типа. Вообще говоря, эти изменения соответствуют фиксированным величинам тока отключения выключателя при замыканиях. Это может привести к преждевременному техобслуживанию, там, где токи КЗ меньше фиксированных ,

и, следовательно, срок службы масла будет более продолжительным. Счетчик $\sum I^2 t$ контролирует состояние камеры гашения и позволяет более точно определять состояние выключателя.

Для «MB» диэлектрическая проницаемость масла уменьшается в соответствии с функцией $\sum I^2 t$, где «I»- ток, «t»- время горения дуги в камере гашения. Поскольку время горения дуги не может быть определено точно, устройство обычно устанавливается на контроль суммы квадратов токов отключения уставкой «Broken I²»=2. Для других типов выключателей, особенно работающих в системах с высоким напряжением, на практике было определено, что величина уставки «Broken I²»=2 может быть не соответствующей.

В таком случае «Broken I²» может быть установлена ниже, обычно 1.4 или 1.5, например, для элегазовых или вакуумных выключателей.

Значения для уставки «Broken I²» изменяются в диапазоне между 1.0 и 2.0 с шагом в 0.1. Крайне необходимым условием является полное соответствие между условиями эксплуатации и инструкцией изготовителя выключателя.

3.2.2.2. Установка порогового значения числа срабатываний выключателя

Каждое оперативное действие выключателя приводит к некоторому износу его механизмов. Таким образом, текущее техобслуживание, например смазка механизмов, напрямую зависит от количества оперативных действий выключателя. Превышение соответствующей уставки числа срабатываний вызывает при необходимости сигнал неисправности, сигнализируя тем самым о необходимости техобслуживания.

Если техобслуживание не проводится, устройство установлено на блокировку функций АПВ при достижении второго порогового значения. Это предотвращает дальнейшие включения при условии, что техобслуживание выключателя не проведено в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

Часть выключателей, таких как масляные (MB), могут производить только некоторое количество отключений замыканий перед сигнализацией необходимости техобслуживания. Объяснение этому заключается в том, что каждое отключение замыкания приводит к карбонизации масла, искажая его диэлектрические свойства. Порог сигнализации необходимости техобслуживания (No CB Ops Maint) может быть установлен на сигнализацию необходимости проверки изоляции или для всестороннего техобслуживания. Порог блокировки (No CB Ops Lock) может быть установлен для блокировки АПВ, когда нет гарантии отключения дальнейших КЗ. Это минимизирует возможность возгорания или взрыва масла.

3.2.2.3. Уставка времени отключения

Замедленное отключение выключателя также является показателем потребности в техобслуживании.

Поэтому, порог сигнализации необходимости техобслуживания и порог блокировки (CB Time Maint/CB Time Lockout) должны быть установлены в пределах от 5 до 500 мс. Это время устанавливается по отношению к типовому времени отключения.

3.2.2.4. Уставка по частоте отключений КЗ

Выключатель может быть предназначен для отключения тока замыкания определенное число раз, до того, как потребуются техобслуживание. Однако частые действия выключателя

в короткий период времени приведут к потребности в более существенном обслуживании. По этой причине возможна установка счетчика частоты отключений в устройстве, который позволяет проверять количество отключений (Fault Freq Count) в течение установленного периода времени (Fault Freq Time). Могут быть установлены отдельные уставки на сигнал и на блокировку.

3.3. Управление выключателем

Устройство включает следующие опции для управления одним выключателем:

- отключение и включение через меню устройства;
- отключение и включение через оптовоходы;
- дистанционное отключение и включение по локальной сети.

Рекомендуется, чтобы выходные реле были разделены между дистанционным управлением выключателем и отключением от защит. Это дает возможность выбирать выходы управления через селектор отключения "местное/дистанционное", как это показано на рис. 11. Когда это не требуется, некоторые выходные реле можно использовать как для отключения от защит, так и для дистанционного управления.

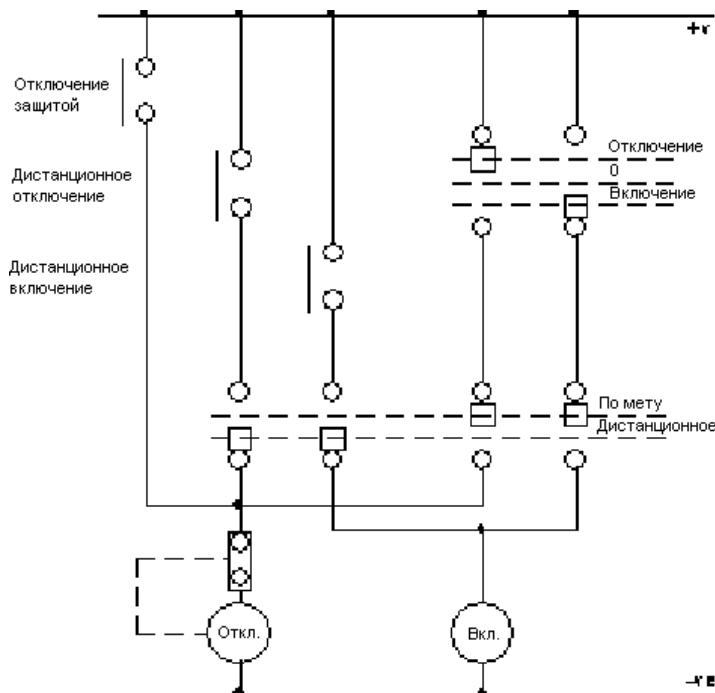


Рис. 12: Дистанционное управление выключателем

В следующей таблице приводится меню устройства с уставками и командами, связанными с управлением выключателем.

CB Control	Уставка по умолчанию	Мин.	Макс.	Шаг
CB Control by (Управление выключателем)	Disabled	Disabled (Выведено), Local (Местное), Remote (Дистанционное), Local+Remote (Местное+Дистанционное), Opto (Через оптовход), Opto+Local (Через оптовход+Местное), Opto+Remote (Через оптовход+Дистанционное), Opto+Rem+local (Через оптовход+Дистанционное+Местное)		
Close pulse time (Длительность импульса вкл.)	0.5s	0.01s	10s	0.01s
Trip pulse time (Длительность импульса откл.)	0.5s	0.01s	5s	0.01s
Man close delay (Задержка при ручном вкл.)	10s	0.01s	600s	0.01s
CB Healthy Time (Время готовности привода)	5s	0.01s	9999s	0.01s
Reset Lockout By (Сброс блокировки)	CBClose	0	1	1
Man Close RstDly (Время восстановления после ручного включения)	5	0.1	10	0.01
CB status input (Вход контроля положения выкл.)	None	None (Отсутствует), 52A, 52B, Both 52A and 52B (Оба и 52A и 52B)		

Таблица 20

Ручное отключение разрешается при условии, что выключатель включен.

Аналогично, выключатель может быть включен, при условии подтверждения отключенного состояния. Для такого подтверждения необходимо использовать контакты устройства 52A и/или 52B (особенности их использования рассмотрены выше). Если вспомогательные контакты выключателя не используются для контроля его положения, то в этой ячейке необходимо установить NONE. В этом случае элемент контроля состояния выключателя недееспособен, и функция его управления выведена.

Выходное реле может быть сконфигурировано на выдачу команды отключения по истечении выдержки времени ('Man Close Delay'), что дает возможность персоналу отойти от выключателя. Эта выдержка времени устанавливается только для ручного включения.

Длительность импульса включения или отключения устанавливается в ячейке 'Manual Trip Pulse Time' и 'Close Pulse Time' соответственно. Достаточно длинный импульс гарантирует, что выключатель успеет включиться, пока еще удерживается соответствующая команда.

Примечание. Команда ручного включения подается из колонки меню "System Data" при работе в локальной сети.

Если выключатель включился на КЗ и подана команда отключения, то защитой сбрасывается команда включения.

Перед ручным включением выключателя требуется проверка готовности выключателя. Если выключатель готов выполнить операцию включения (например, запасено достаточно энергии), то на оптовход устройства подается сигнал. Для этой проверки используется временное окно "Healthy Window" с установленной пользователем выдержкой времени. Если готовность выключателя не подтверждается в течение этого периода времени, то подается сигнал тревоги и операция включения блокируется.

Если после снятия импульсов включения или отключения положение выключателя не меняется, т. е. он неисправен, то выдается сигнал “CB Fail Trip Control” или “CB Fail Close Control” соответственно. Сигнал может заводиться на светодиоды на передней панели устройства, на выходные реле (через программируемую логику PSL) или передаваться по локальной сети.

Примечание: таймер ‘Healthy Window’ под этим разделом меню, имеет отношение только к ручному включению выключателя.

3.4. Регистратор событий

В устройстве производится запись, и привязка ко времени до 250 событий. Данные сохраняются в долговременной (питание от батарейки) памяти. Эти записи позволяют оператору системы установить последовательность событий, которые фиксировались в устройстве: системные события, последовательность оперативных действий и т.д. Когда доступный объем в памяти заполнен, самое старое событие стирается, а на его место записывается новое.

Часы реального времени, выполненные внутри устройства, обеспечивают привязку по времени для каждого события с разрешением в 1 мс.

Сохраненные события могут читаться либо путем вывода на индикатор устройства при помощи пульта управления, либо дистанционно по локальной сети.

Вывод данных на индикатор осуществляется при выборе колонки меню ‘VIEW RECORDS’(Чтение регистратора).

В этой колонке можно прочитать данные о событиях, замыканиях и результатах тестирования. Особенности процесса чтения приведены ниже:

VIEW RECORDS	
Надписи на индикаторе	Описание
Select Event	Диапазон выбора: от 0 до 249. В этой ячейке выбирается требуемое записанное событие – одно из 250. Событие с номером 0 соответствует самому последнему событию.
Time & Date	Маркировка события временем и датой производится внутренними часами
Event Text	Допускается текстовое описание каждого события (до 32 символов) – в соответствии со следующим разделом
Event Value	32-разрядное двоичное число или целая переменная, представляющие событие - в соответствии со следующим разделом
Select Fault	Диапазон выбора: от 0 до 4. В этой ячейке выбирается требуемое записанное замыкание – одно из 5. Замыкание с номером 0 соответствует самому последнему из них.
Started Phase	
Tripped Phase	
Delta I2 Low	
Delta I2 High	
Delta I1 Low	
Delta I1 High	
Start I2 Low	

Start I2 High	
Start I1 Low	
Start I1 High	
Phase Comparison	
Overcurrent	1/2/3/4 видимый, если Start I>1/2/3/4
Overcurrent	1/2/3/4 видимый, если Trip I>1/2/3/4
Neg Seq O/C	
I2/I1 Unbalance	
Earth Fault 1	1/2/3/4 видимый, если Start IN1>1/2/3/4
Earth Fault 1	1/2/3/4 видимый, если Trip IN1>1/2/3/4
Sensitive E/F	1/2/3/4 видимый, если Start ISEF>1/2/3/4
Sensitive E/F	1/2/3/4 видимый, если Trip ISEF>1/2/3/4
Thermal Overload	
Breaker fail	Выключатель поврежден
Intertrip Sent	
Faulted Phase	Фазы, по которым «пустилась» защита + по которым произошло отключение
Start Elements 1	«Пустились» основные элементы
Start Elements 2	«Пустились» резервные элементы
Trip Elements 1	Отключение выполнено основными элементами
Trip Elements 2	Отключение выполнено резервными элементами
Fault Alarms	Сигнализация повреждения/предостережения
Fault Time	Повреждение внутренних часов временных меток событий
Active Group	
System Frequency	
VIEW RECORDS	
Fault Duration	
Надписи на индикаторе	Описание
CB Operate Time	
Relay Trip Time	
IA	
IB	
IC	
IN Derived	
IN Sensitive	
	В следующих ячейках приводятся все флаги замыканий, пуски защит, отключения от защит, расстояние до места КЗ, измерения и др. – все, что связано с повреждением – запись повреждения.
Select Maint	Диапазон выбора: от 0 до 4. В этой ячейке выбирается требуемое сообщение о тестировании – одно из 5. Сообщение с номером 0 соответствует самому последнему из них.
Maint Text	Допускается текстовое описание каждого сообщения (до 32 символов) – в соответствии со следующим разделом
Maint Type	В этой ячейке представлен числовой код случившегося повреждения устройства. Формируется специальный код повреждения, общий для всех устройств ALSTOM T&D P&C Ltd.

Maint Data	
Reset Indication	Да или Нет. В этой ячейке осуществляется сброс светодиодов отключения с учетом возврата соответствующих элементов защит.

Таблица 21

Принципы дистанционного доступа к информации изложены в Главе 5. Примечание.

Полный список всех типов событий и расшифровка кодировки приводится в Приложении 1.

3.4.1. Типы событий

Событием может считаться изменение состояния оптовхода или выходного реле, сигнализации, изменение уставки и т.д. В следующем разделе приводятся различные типы событий:

Изменение состояния оптовходов

Если один или большее количество оптовходов изменит свое состояние в период времени с последнего запуска алгоритма защиты, то их новое состояние регистрируется как событие. Когда это событие выбирается для индикации, то становятся видимыми три ячейки, что и показано ниже:

Time & Date of Event
“LOGIC INPUTS”
“Event Value 01010101”

Состояние оптовходов кодируется 8- или 16-разрядным словом, в котором младший разряд соответствует оптовходу 1 и т.д. Та же информация появляется в случае просмотра события на ПК.

Изменение состояния выходных реле

Если один или большее количество выходных реле изменит свое состояние в период времени с последнего запуска алгоритма защиты, то их новое состояние регистрируется как событие. Когда это событие выбирается для индикации, то становятся видимыми три ячейки, что и показано ниже:

Time & Date of Event
“OUTPUT CONTACTS”
“Event Value 01010101”

Состояние выходных реле кодируется 8-разрядным словом, в котором младший разряд (крайний справа) соответствует выходному реле 1 и т.д. Та же информация появляется в случае просмотра события на ПК.

Сигнализация

Любой сигнал неисправности, генерируемый устройством, также сохраняется как отдельное событие.

В таблице приводятся некоторые примеры таких сигналов и примеры их кодирования:

Сигнализация	Итоговое сообщение	
	Текст сообщения	Численное значение сообщения
Battery Fail (Отказ батареи)	Battery Fail ON/OFF	Число от 0 до 31
Field Voltage Fail (Отказ напряжения питания)	Field V Fail ON/OFF	Число от 0 до 31
Setting group via opto invalid (Выбор группы уставок по оптовходу неисправен)	Setting Grp Invalid ON/OFF	Число от 0 до 31
Protection Disabled (Защита выведена)	Prot'n Disabled ON/OFF	Число от 0 до 31
Frequency out of range (Частота вышла за пределы)	Freq out of Range ON/OFF	Число от 0 до 31
CB Trip Fail Protection (УРОВ)	CB Fail ON/OFF	Число от 0 до 31

Таблица 22

В предыдущей таблице приведена аббревиатура различных сигналов неисправности и номер каждого сигнала от 0 до 31. Этот номер добавляется в конец к каждому сигналу тем же способом, что и для входных или выходных сигналов. Этот номер используется при извлечении конкретного сигнала из потока поступившей на верхний уровень информации программным обеспечением типа MiCOM S1. Поэтому этот номер невидим при индикации на индикаторе устройства.

Индицируется после аббревиатуры либо Да, либо Нет – чтобы оставить данное событие или сбросить.

Пуск и срабатывание элементов защиты

Любое действие элементов защиты (пуск или срабатывание) рассматривается как событие и соответствующим образом сохраняется. Это событие состоит из текстовой строки с указанием элемента защиты и номера события. Этот номер используется при извлечении конкретного события из потока поступившей на верхний уровень информации программным обеспечением типа MiCOM S1. Поэтому этот номер невидим при индикации на индикаторе устройства.

Важные события

Номера важных событий, именуемых «General Events» приводятся ниже:

Характер события	Индицируемый текст сохраненного события	Индицируемая величина
Уровень 1 Изменение пароля Либо с пульта управления, либо по последовательному порту с лицевой панели	PW1 Редактируется UI, F или R	0

Таблица 23

Полный перечень 'General Events' приводится в Приложении А.

Регистратор аварийных событий

Каждому замыканию соответствует своя запись в регистраторе аварийных событий, т.е. аварийное событие. Аварийное событие в момент возникновения замыкания маркируется

временной меткой. Учтите, что просмотр аварийных событий производится в меню устройства в колонке 'VIEW RECORDS' в ячейке 'Select Fault', которая может содержать до 5 записей.

Запись состоит из флагов защит, расстояния до места КЗ, измеренных аварийных параметров и т.д. Учтите, что временная метка, полученная аварийным событием, будет более точной, чем такая же метка в регистраторе событий, поскольку в этом случае маркирование временем производится не в момент начала замыкания, а некоторое время спустя.

Результаты самодиагностики

Если в результате самодиагностики устройство обнаруживает внутреннее повреждение, например, отказ аппаратуры, повреждение в цепях питания и т.д., то формируется запись диагностики. Всего может быть до 5 записей. Доступ к ним осуществляется через меню устройства из ячейки 'Select Report' вверху колонки 'VIEW RECORDS'.

Каждая запись состоит из поясняющего текста и ячеек 'Type' и 'Data', которые объясняются в начале этого раздела и в Приложении 1.

Каждый раз при создании записи диагностики создается и запись в регистраторе событий. Событие маркируется временной меткой.

Изменение уставок

Любое изменение уставок в устройстве приводит к формированию и сохранению записи, представляющей собой событие. Два примера таких событий приведены в таблице:

Тип изменяемой уставки	Индицируемый текст сохраненного события	Индицируемая величина
Control/Support Setting (Уставка Управления/Поддержки)	C & S Changed (Уставка изменена)	0
Group 1 Change (Изменение группы 1)	Group 1 Changed (Группа 1 изменена)	1

Таблица 24

Примечание. К уставкам управления относятся уставки связи, измерения, коэффициенты трансформации ТТ/ТН и др. Эти уставки не дублируются в четырех группах уставок. Событие формируется и сохраняется одновременно с изменением любой из этих уставок. Однако изменение уставок защиты или осциллографа формирует событие только тогда, когда получено подтверждение на это изменение.

3.4.2. Сброс регистратора событий и регистратора аварийных событий

Если требуется очистить содержимое либо регистраторов событий, либо аварийных событий, либо записей диагностики, то сброс регистраторов можно выполнить через меню устройства в колонке 'RECORD CONTROL'.

3.4.3. Просмотр данных регистратора событий по программе MiCOM S1

Когда записи событий читаются на ПК, то они несколько отличаются от того, как они выглядят на индикаторе устройства. Ниже приведены примеры показа различных событий при работе с программой MiCOM S1:

- Monday 03 November 2001 15:32:49 GMT I>1 Start ON 2147483881

ALSTOM: MiCOM

Model Number: P547

Address: 001 Column: 00 Row: 23

Event Type: Protection operation

- Monday 03 November 2001 15:32:52 GMT Fault Recorded 0

ALSTOM: MiCOM

Model Number: P547

Address: 001 Column: 01 Row: 00

Event Type: Fault record

- Monday 03 November 2001 15:33:11 GMT Logic Inputs 00000000

ALSTOM: MiCOM

Model Number: P547

Address: 001 Column: 00 Row: 20

Event Type: Logic input changed state

- Monday 03 November 2001 15:34:54 GMT Output Contacts 0010000

ALSTOM: MiCOM

Model Number: P547

Address: 001 Column: 00 Row: 21

Event Type: Relay output changed state

Как можно увидеть, в первой строке дается описание события и временная метка, дополнительная информация, которая показана ниже, может быть получена (удалена) через символы +/-.

Более подробная информация о событиях и их обозначениях приводится в Приложении А.

3.4.4. Фильтрация событий

Существует возможность запретить сигнализацию наличия событий из любого пользовательского интерфейса, который поддерживает изменение уставок. Уставки, которые контролируют различные типы событий, находятся в колонке Record Control.

Результат от запрета некоторых уставок следующий:

Alarm Event	Ни одно из происшествий, которые производят сигнализацию, не приведет к генерации события. Присутствие каких-либо сигнализаций все еще сигнализируется свечением СВЕТОДИОДА и сигнальным битом, устанавливаемым в байте состояния связи. Сигнализации все еще могут считываться, используя клавишу Read на лицевой панели.
Relay O/P Event	При любом изменении состояния выходных реле генерации событий не будет.
Opto Input Event	При любом изменении состояния дискретных входов генерации событий не будет.

General Event	Никакое General Events (важное событие) не будет сгенерировано.
Fault Rec Event	При любом повреждении, которое приводит к регистрации повреждения, генерации событий не будет. Записи повреждений будут по-прежнему видны в колонке 0100. Управление осуществляется уставкой "Select Maint".
Protection Event	Любое срабатывание элементов защиты не будет регистрироваться как событие.

Таблица 25

Примечание: Это некоторые происшествия, которые приведут к более чем одному типу событий, например, повреждение батареи, приведет к генерации события неисправности и события записи технического обслуживания.

Если введена уставка «Protection Event», то видны дальнейшие значения уставок, которые разрешают генерацию событий индивидуальными сигналами блока данных устройства.

3.5. Осциллограф

В устройстве выполнен осциллограф, под который отведена специальная область памяти. Число записей, которые могут быть сохранены, зависит от выбранной продолжительности осциллограммы. Обычно в устройстве сохраняется минимум 20 осциллограмм, каждая продолжительностью 10.5 секунд. Запись осциллограмм продолжается до тех пор, пока есть место в памяти. Если память уже заполнена, то наиболее давняя запись вытирается, а вместо нее записывается новая.

В осциллограф записываются мгновенные значения входной аналоговой величины при 24 выборках за период.

Каждая запись осциллографа состоит из восьми аналоговых каналов и 32-х дискретных каналов. Учтите, что в запись входят соответствующие коэффициенты трансформации ТТ и ТН с целью позволить перевод вторичных величин в первичные.

Примечание: Когда используется ТТ с номинальным током 5А, то необходимо ввести коэффициент трансформации ТТ_н-5:5, чтобы обеспечить правильную работу осциллографа.

В меню устройства имеется колонка 'DISTURB RECORDER' (Осциллограф), структура которой приведена в таблице 26:

Текст меню	Уставка по умолчанию	Диапазон изменения уставки		Шаг
		Мин.	Макс.	
DISTURB RECORDER				
Duration (Длительность)	1.5s	0.1s	10.5s	0.01s
Trigger Position	33.3%	0	100%	0.1%
Trigger Mode	Single (Одиночный)	Single or Extended (Одиночный или расширенный)		
Analog Channel 1	IA	IA, IB, IC, IN		
Analog Channel 2	IB	Как выше		
Analog Channel 3	IC	Как выше		
Analog Channel 4	IN	Как выше		
Analog Channel 5	IN	Как выше		
Analog Channel 6	IN	Как выше		

Digital Inputs 1 to 8	Relays 1 to 8 and Opto's 1 to 8	Any of 8 O/P Contacts or Any of 8 Opto Inputs or Internal Digital Signals (Любой из 8 выходных контактов или любой из 8 оптовоходов или внутренние цифровые сигналы)
Inputs 1 to 8 Trigger	No Trigger except Dedicated Trip Relay O/P's which are set to Trigger L/H	No Trigger, Trigger L/H, Trigger H/L (Нет защелкивания, Защелкивание 0/1, Защелкивание 1/0)

Таблица 26

Примечание: Количество аналоговых и цифровых сигналов, карта памяти протокола обмена могут отличаться между различными типами и моделями устройств. Эти данные приводятся в Разделе 5 вместе с уставками по умолчанию.

Выдержки времени до- и после аварийных периодов для осциллографа устанавливаются в ячейках 'Duration' и 'Trigger Position'. Полное время регистрации устанавливается в ячейке 'Duration', а точка разделения в процентах от общей продолжительности в ячейке 'Trigger Position'. Например, уставки по умолчанию установлены так, что общая продолжительность регистрации составляет 1,5 с точкой разделения в 33,3 % от этого времени с продолжительностью 0,5 с доаварийного периода и 1 с послеаварийного.

Если следующая точка разделения встретится в период регистрации, осциллограф игнорирует ее в случае, если уставка 'Trigger Mode' установлена в 'Single'. Однако если выбран режим 'Extended', то таймер послеаварийного времени сбрасывается в нуль в целях расширения времени регистрации.

Как может быть замечено, в меню можно выбрать аналоговый вход для каждого из аналоговых каналов. Бинарные каналы могут ставиться в соответствие любому оптовоходу или любому выходному реле в дополнение к множеству внутренних бинарных сигналов, таких, как сигналы пуска защит, состояния светодиодов и т.д. Полный список этих сигналов может быть получен при просмотре соответствующих уставок в меню устройства или в файле уставок программы MiCOM S1. Любой из бинарных каналов может быть выбран для разделения осциллограммы (защелкивания) при переходе как с низкого на высокий, так и с высокого на низкий уровень через ячейку 'Input Trigger'. Уставкой по умолчанию является: любое из назначенных на отключение выходных реле (например, реле 3) вызовет разделение (защелкивание) осциллографа.

Данные осциллографа невозможно прочитать по месту - на индикаторе. Эти данные могут быть прочитаны по локальной сети при помощи программы MiCOM S1. Этот процесс полностью описан в Главе 5.

Примечание, одновременная выгрузка осциллограммы через порт на лицевой панели и через порт на задней стенке устройства, невозможна.

3.6. Измерения

Устройство производит непосредственные измерения и расчет некоторых величин. Эти значения измерений обновляются каждую секунду и приведены ниже:

- Фазные токи
- Линейные токи
- Токи последовательностей

- Действующие значения токов

Здесь также измерены значения от функций защиты (например, задержка распространения сигнала), которые также показаны в колонках измерения; они описаны в разделе, имеющем отношение к функции защиты.

3.6.1. Измеренные токи

Устройство вычисляет как фазные, так и линейные значения напряжений и токов. Вычисление осуществляется непосредственно от DFT (Дискретного преобразования Фурье), используемого функциями защиты устройства, и представляется в виде величины и угла сдвига фаз.

3.6.2. Токи последовательностей

Значения последовательностей, вычисленные устройством из измеренных значений Фурье, показаны как амплитудные значения.

3.6.3. Действующие значения токов

Действующие значения фазного напряжения и тока, рассчитаны устройством используя сумму выборок за период, возведенных в квадрат.

3.6.4. Уставки

Конфигурируя функцию измерения в устройстве, под заголовком «Measurement Setup» могут быть использованы следующие уставки.

Настройка измерений	Значение по умолчанию	Варианты/пределы
Default Display (Индикация по умолчанию)	Description	Description(Описание)/Plant Reference (Название объекта)/Access Level (Уровень доступа)/3Ph + N Current (3 фазных тока + ток ЗНЗ)/Power (Мощность)/Date and time (Дата и время)
Measurement Ref (Измерение действующих значений)	IA	IA/IB/IC

Таблица 27

3.6.5. Индикация на ЖКД по умолчанию

Эта уставка может использоваться, чтобы выбрать индикацию по умолчанию из нескольких вариантов, обратите внимание, что, возможно, также рассмотреть другую индикацию по умолчанию, пока на уровне по умолчанию используются 4 и 6 клавиш. Однако, как только истечет 15-минутная выдержка времени, индикация по умолчанию обратно вернется к той, которая задана этой уставкой.

3.6.6. Измерение опорного сигнала

Может быть выбрано использование этой уставки опорного сигнала для всех угловых измерений устройства.

4 УСТАВКИ ПО УМОЛЧАНИЮ

В устройстве имеется возможность использовать программируемую логику (PSL). Эта логика многофункциональна и включает в себя следующие возможности:

- Конфигурирование оптовоходов, контактов выходных реле и программируемых светодиодов.
- Задание состояния выходных реле (выдержка времени на пуск/возврат, время удержания, защелкивание или самовозврат).
- Пуск регистратора аварийных событий, то есть назначение внутреннего сигнала для пуска регистратора.
- Позволяет пользователю конфигурировать логику при помощи встроенного в программу MiCOM S1 редактора PSL.

Подробная информация о редакторе PSL приведена в «Руководстве пользователя MiCOM S1». В следующих разделах приведены уставки по умолчанию для логики PSL.

Учтите, что изменение уставок по умолчанию может быть выполнено только при помощи редактора PSL, а не через клавиши управления на передней панели.

4.1. Конфигурирование оптовоходов

Уставки по умолчанию для каждого оптовхода приведены в таблице:

№ оптовхода	Номинальное напряжение (В)	Назначение	
1	24-250В	PLC Extended Transmission Alarm (Сигнализация длительности передачи ВЧ сигнала)	
2	24-250В	Block Delta Fault Detectors (Блокировка датчика определения прироста тока)	
3	24-250В	Unstabilise Phase Comparison ("Intertrip") – Неустойчивая работа ДФЗ («телеотключение»)	
4	24-250В	Block Phase Comparison Function (Блокировка функции ДФЗ)	
5	24-250В	Reset Latches (Сброс защелок)	
6	24-250В	Initiate PLC Channel Test Manual Input (Вход ручного запуска проверки ВЧ канала)	
7	24-250В	CB Closed Auxiliary Contact 3Ph (52-A) – НЗ контакты выключателя	
8	24-250В	CB Open Auxiliary Contact 3Ph (52-B) – НР контакты выключателя	
IN1	24-48В (60В макс.)	ON/OFF Channel (Вкл./Откл. канала) Input from PLC (Вход от ВЧ канала)	NOT PROGRAMMABLE (НЕ ПРОГРАММИРУЕТСЯ)
IN2	24-48В (60В макс.)	(Unused) – не используется	NOT PROGRAMMABLE (НЕ ПРОГРАММИРУЕТСЯ)

Таблица 28

4.2. Конфигурирование контактов выходных реле

Уставки по умолчанию для каждого выходного реле приведены в таблице:

Номер контакта реле	Тип	Назначение	
1	E/M	Phase Comparison Element Trip (Отключение от ДФЗ)	
2	E/M	Extended Transmission Alarm (Сигнализация длительности передачи ВЧ сигнала)	
3 *	E/M *	Any Trip * (Любое отключение)	
4	E/M	I> Phase Overcurrent Trip (Отключение от МТЗ)	
5	E/M	IN> Earth Fault Trip (Отключение от ЗНЗ)	
6	E/M	ISEF> Sensitive Earth Fault Trip (Отключение от чувствительной ЗНЗ)	
7	E/M	Apply PLC Channel Test (Используется проверка ВЧ канала)	(= Opto 6 and no FD pickup) – Оптовход 6 и нет пуска датчика КЗ
8	E/M	Signalling Fail (Повреждение сигнализации)	
OUTP1	Статический	ON/OFF Keying to PLC Channel (Вкл./Откл. работы по ВЧ каналу)	NOT PROGRAMMABLE (НЕ ПРОГРАММИРУЕТСЯ)
OUTP2	Статический	Inverted state of OUTP1 (Инвертированное состояние OUTP1)	NOT PROGRAMMABLE (НЕ ПРОГРАММИРУЕТСЯ)

Таблица 29

Используемые обозначения:

E/M = Стандартный программируемый электромеханический контакт, предназначенный для отключения.

* = Выходное реле RL3 должно быть назначено на ANY TRIP (Любое отключение)

Статический = Быстрый статический выход, который используется только для управления ВЧ каналом. (Номинал **60V max.**, рекомендуется использовать 48 В внутреннего источника для управления ВЧ каналом).

4.3. Состояние контактов выходных реле

Уставки по умолчанию для контактов каждого выходного реле приведены в таблице:

Номер контакта реле	Условия работы
1	Удержание 100 мс
2	Открытый
3	Удержание 100 мс
4	Удержание 100 мс
5	Удержание 100 мс
6	Удержание 100 мс
7	Открытый
8	Открытый

Таблица 30

4.4. Конфигурирование светодиодов

Уставки по умолчанию для каждого светодиода приведены в таблице:

Номер светодиода	Назначение
1	Signalling Fail (Сигнализация неисправности)
2	Extended Transmission Alarm (Сигнализация длительной передачи ВЧ сигнала)
3	Thermal Overload Alarm (Сигнализация термической перегрузки)
4	Phase Comparison Element Trip (Отключение от ДФЗ)
5	Apply PLC Channel Test (= Opto 6 and no FD pickup) - Используется проверка ВЧ канала (=Оптовход 6 и нет пуска датчика КЗ)
6	Any Delta Fault Detector Pickup (Любой пуск датчика определения прироста тока)
7	Any Lowset Fault Detector (Любая чувствительная уставка датчика КЗ)
8	Any Highset Fault Detector (Любая грубая уставка датчика КЗ)

Таблица 31

4.5. Пуск регистратора аварийных событий

Уставки по умолчанию для сигнала, который вызывает пуск регистратора аварийных событий, приведены в таблице:

Устройство P547
Любое отключение

5 ТРЕБОВАНИЯ К ТРАНСФОРМАТОРАМ ТОКА

5.1. Дифференциально-фазная защита

Для точности, строго рекомендуются трансформаторы тока (ТТ) с классом X или классом 5P. Напряжение точки перегиба ТТ должно подчиняться минимальным требованиям формулы, приведенной ниже.

$$V_k \geq K \cdot I_n (R_{ct} + 2 R_L),$$

где:

V_k = требуемое МЭК напряжение точки перегиба

K = размерный коэффициент

I_n = номинальный вторичный ток ТТ

R_{ct} = сопротивление вторичной обмотки ТТ

R_L = сопротивление провода между ТТ и устройством

K это размерная постоянная, зависящая от:

I_f = максимальное значение сквозного тока КЗ (в кратностях I_n)

X/R = отношения первичных реактивного и активного сопротивлений системы

$$K = I_f \times [1 + 0.15 \times (X/R)]$$

Class X Могут использоваться трансформаторы тока с напряжением точки перегиба \geq рассчитанного выше и с сопротивлением обмоток \leq рассчитанного выше. С другой стороны, по МЭК может использоваться ТТ с классом точности 5P, с учетом напряжения точки перегиба, которое можно приблизительно определить:

$$V_k = (VA \times ALF) / I_n + (R_{ct} \cdot ALF \cdot I_n),$$

где:

VA = вольтамперный уровень нагрузки,

ALF = коэффициент ограничения по точности,

I_n = номинальный вторичный ток ТТ.

6 МЕНЮ ПРИЕМО-СДАТОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Чтобы минимизировать время, требуемое для проверки устройств MiCOM, они снабжены несколькими средствами проверки, под заголовком меню 'COMMISSION TESTS'. Есть ячейки меню, которые позволяют контролировать состояние оптоходов, контактов выходных реле, сигналов внутренней цифровой шины данных (DDB) и программируемых пользователем светодиодов, которые будут проверены.

Дополнительно есть ячейки для проверки работы контактов выходных реле, программируемых пользователем светодиодов, где доступно, циклов АПВ (не P547).

Следующая таблица показывает меню устройства приемосдаточных испытаний, включая, доступные диапазоны уставок и фабричные уставки:

Текст меню	Уставка по умолчанию	Уставки
COMMISSION TESTS		
Opto I/P Status (Состояние оптоходов)	-	-
Relay O/P Status (Состояние выходных реле)	-	-
Test Port Status (Состояние порта для испытаний)	-	-
LED Status (Состояние светодиодов)	-	-
Monitor Bit 1 (Контрольный бит 1)	64 (LED 1) - Светодиод 1	0 to 511 (От 0 до 511)
Monitor Bit 2 (Контрольный бит 2)	65 (LED 2) - Светодиод 2	See Appendix A for details of digital data bus signals (Для детальной информации по сигналам цифровой шины данных см. приложение A)
Monitor Bit 3 (Контрольный бит 3)	66 (LED 3) - Светодиод 3	
Monitor Bit 4 (Контрольный бит 4)	67 (LED 4) - Светодиод 4	
Monitor Bit 5 (Контрольный бит 5)	68 (LED 5) - Светодиод 5	
Monitor Bit 6 (Контрольный бит 6)	69 (LED 6) - Светодиод 6	
Monitor Bit 7 (Контрольный бит 7)	70 (LED 7) - Светодиод 7	
Monitor Bit 8 (Контрольный бит 8)	71 (LED 8) - Светодиод 8	
Test Mode (Режим проверки)	Disabled (Выведен)	Disabled or Enabled (Выведен или введен)
Test Pattern (Проверка конфигурации)	All bits set to 0 (Все биты установлены в 0)	0 = Not Operated (Не сработало) 1 = Operated (Сработало)
Contact Test (Проверка контактов)	No Operation (Не введена)	No Operation (Не введена) Apply Test (Запустить проверку) Remove Test (Дистанционная проверка)
Test LEDs (Проверка светодиодов)	No Operation (Не введена)	No Operation (Не введена) Apply Test (Запустить проверку)

Test Mode (Режим проверки)	Slave (Ведомое)	Slave (Ведомое) Master (Ведущее)
Measure Delay (Измерение задержки)	Yes (Да)	Yes/No (Да/Нет)
Channel Delay (Задержка канала)	(Displays the measured delay) – Отображается измеренная задержка	
On Load Test (Проверка под нагрузкой)	No Operation (Не введен)	Apply Stab Test (Запустить проверку) No Operation
On Load Result (Результат проверки под нагрузкой)	(Result of last test) – результат последней проверки	Not Applied Pass Fail

Таблица 33

6.1. Состояние оптовходов

Эта ячейка меню отображает состояние оптовходов устройства в виде строки из нулей и/или единиц, '1' указывает, что оптовход под напряжением и '0' - оптовход без напряжения. Если курсор перемещать вдоль чисел, то для каждого логического входа будет показан соответствующий текст обозначения.

Эта информация может использоваться в процессе наладки или испытаний, для контроля состояния оптовходов, если последовательно на них подавать соответствующее напряжение питания постоянного тока.

6.2. Состояние выходных реле

Эта ячейка меню отображает состояние сигналов цифровой шины данных (DDB) в виде строки из нулей и/или единиц, '1' указывает, что выходное реле находится под напряжением и '0' - что выходное реле без напряжения. Если курсор перемещать вдоль чисел, то для каждого выходного реле будет показан соответствующий текст обозначения.

Эта информация может использоваться в процессе наладки или испытаний, для контроля состояния выходных реле, если реле «в работе». Дополнительно, обнаружение повреждения выходного реле может быть выполнено, сравнивая состояние контакта выходного реле со связанным с ним битом.

Примечание: когда ячейка «Test Mode» установлена в «Enabled», она продолжает показывать, какой контакт работал бы, если бы реле было «в работе», однако она не отображает фактического состояния выходного реле.

6.3. Состояние проверочного порта

Эта ячейка меню отображает состояние восьми сигналов цифровой шины данных (DDB), которые были назначены в ячейках 'Monitor Bit'. Если курсор перемещать вдоль чисел, то для каждого контролируемого бита будет показан соответствующий текст обозначения.

Используя эту ячейку, с соответствующей уставкой контролируемого бита, может быть отображено состояние сигналов цифровой шины данных (DDB), как различные режимы работы или последовательности, применявшиеся к устройству.

Таким образом, может быть проверена программируемая схема логики.

Как альтернатива к использованию этой ячейки, дополнительное устройство проверки порта контроля/загрузки может быть подключено к входу порта контроля/разгрузки, расположенному под нижней открывающейся крышкой.

Подробности, касающиеся устройства проверки порта контроля/разгрузки могут быть найдены в разделе 6.11, этой главы.

6.4. Состояние светодиодов

Ячейка меню 'LED Status' отображает состояние программируемых пользователем светодиодов устройства в виде строки из восьми нулей и/или единиц, при дистанционном обращении. '1' указывает, что светодиод светится и '0' – светодиод не светится.

6.5. Контроль битов от 1 до 8

Сигналы могут контролироваться в ячейке меню 'Test Port Status' или через порт контроля /загрузки.

Каждый 'Monitor Bit' установлен, входя в требуемую цифровую шину данных (DDB), в номер сигнала (0 – 511) из списка доступных DDB сигналов, перечисленных в приложении А этого руководства.

Контактные штырьки порта контроля/разгрузки, используемого для контроля битов, приведены в таблице. Сигнал «земля», присутствует на контактных штырьках 18, 19, 22 и 25.

Контролируемый бит	1	2	3	4	5	6	7	8
Контакты порта контроля/загрузки	11	12	15	13	20	21	23	24

Таблица 34



ПОРТ КОНТРОЛЯ/ЗАГРУЗКИ НЕ ИМЕЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ИЗОЛЯЦИИ ОТ «НАВОДОК» В КАНАЛЕ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ. ПОЭТОМУ ЕГО НУЖНО ИСПОЛЬЗОВАТЬ ДЛЯ СВЯЗИ С УСТРОЙСТВОМ «ПО МЕСТУ»

6.6. Режим проверки

Эта ячейка меню используется, чтобы выполнить проверку вторичной обмотки, без работы контактов отключения. Она также позволяет непосредственную проверку выходных контактов проверочными сигналами. Чтобы выбрать режим проверки, в этой ячейке должно быть установлено 'Enabled' ('Введено'); устройство выводится из обслуживания, регистрируется сигнализация и светиться желтый светодиод 'Out of Service' ('Выведено из обслуживания'). Как только проверка закончена, в ячейке должно быть восстановлено состояние 'Disabled' ('Выведено'), чтобы ввести устройство обратно в работу.



КОГДА В ЯЧЕЙКЕ 'TEST MODE' ('РЕЖИМ ПРОВЕРКИ') УСТАНОВЛЕНО 'ENABLED' ('ВВЕДЕНА') СХЕМА ЛОГИКИ УСТРОЙСТВА НЕ ПРИВОДИТ В ДЕЙСТВИЕ ВЫХОДНЫЕ РЕЛЕ И, СЛЕДОВАТЕЛЬНО, ЗАЩИТА НЕ СМОЖЕТ ОТКЛЮЧИТЬ ВОЗНИКШЕЕ ПОВРЕЖДЕНИЕ.

ТЕМ НЕ МЕНЕЕ, КАНАЛ СВЯЗИ С УДАЛЕННЫМ РЕЛЕ ОСТАЕТСЯ АКТИВНЫМ И ЕСЛИ НЕ ПРИНЯТЫ МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ, ТО ПРИ ОТКЛЮЧЕНИИ ТРАНСФОРМАТОРОВ

ТОКА ИЛИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ «ПРОГРУЗКИ», МОЖЕТ ПРОИЗОЙТИ ОТКЛЮЧЕНИЕ НА ДРУГОМ КОНЦЕ ЛИНИИ.

6.7. Проверка конфигурации

Ячейка 'Test Pattern' ('Проверка конфигурации') используется для выбора выходного реле, которое будет проверено, когда в ячейке 'Contact Test' ('Проверка контактов') установлено 'Apply Test' ('Сделать проверку'). Ячейка имеет две строки с одним битом для каждого конфигурируемого пользователем выходного реле, который может быть установлен в '1', чтобы срабатывать при проверке и в '0', чтобы не срабатывать.

6.8. Проверка контактов

Когда в этой ячейке выдается команда 'Apply Test' ('Сделать проверку'), в ячейке 'Test Pattern' ('Проверка конфигурации') изменяется состояние контактов, они устанавливаются в режим срабатывания (состояние '1'). После ввода режима проверки, текст команды на ЖКД изменится на 'No Operation' ('Выведено из работы'), и контакты останутся в режиме проверки, пока не произойдет сброс командой 'Remove Test' ('Дистанционная проверка'). Текст команды на ЖКД снова вернется к 'No Operation' ('Выведено из работы') после того, как была выдана команда 'Remove Test' ('Дистанционная проверка').

Примечание: Когда в ячейке 'Test Mode' ('Режим проверки') установлено 'Enabled' ('Введено'), ячейка 'Relay O/P Status' ('Состояние выходных реле') не отображает фактического состояния выходных реле и поэтому не может быть использовано для подтверждения срабатывания выходных реле. Следовательно, необходимо контролировать состояние каждого контакта по очереди.

6.9. Проверка светодиодов

Когда в этой ячейке вводится команда 'Apply Test' ('Сделать проверку'), восемь программируемых пользователем светодиодов будут светиться на протяжении 2 секунд, перед тем как погаснуть и текст команды на ЖКД изменится на 'No Operation' ('Выведено из работы').

6.10. Режим ведущий/ведомый

Запомните, что для проверки канала и измерения задержки передачи, уставка Master(Ведущий)/Slave(Ведомый) задается в колонке меню COMMISSIONING TESTS (НАЛАДОЧНЫЕ ИСПЫТАНИЯ). Это важно, чтобы на одном конце защищаемой линии одно устройство защиты было сконфигурировано как Master(Ведущий), и на другом конце линии оставалась уставка по умолчанию Slave(Ведомый). Только когда признана образовавшаяся пара Master(Ведущий) - Slave(Ведомый), и выполнена «ручная» проверка канала, схема будет функциональной. Ячейка Measure Delay (Измерение задержки) используется для выполнения проверки, запускаемой со стороны Master(Ведущий). Подробности даны в разделе наладки устройства MiCOM P547.

6.11. Проверка устойчивости под нагрузкой

Эта функция используется для проверки направленности ТТ в схеме на обоих концах линии, что они ориентированы на измерение тока(мощности) протекающего всегда от сборных шин в сторону защищаемой линии. Подробности даны в разделе наладки устройства MiCOM P547.

6.12. Использование блока проверки порта контроля/загрузки

Устройство проверки порта контроля/загрузки содержит 8 светодиодов и переключаемый звуковой индикатор, поставляемый только ALSTOM T&D - Protection & Control, или одним из его региональных офисов. Он размещен в маленьком пластмассовом корпусе с 25 контактными разъемами типа D («папа»), подключаемым непосредственно к порту контроля/загрузки в устройстве. Там расположен 25 контактный разъем типа D («мама»), который позволяет подключение, как порта контроля/загрузки, так и устройства проверки порта контроля/загрузки.

Каждый светодиод назначен на один контакт, который в свою очередь назначен на контролируемый бит порта контроля/загрузки. 'Monitor Bit 1' ('Контролируемый бит 1') находится слева, при рассмотрении с лицевой панели устройства. Может быть выбран или звуковой индикатор, чтобы излучать сигнал, если появляется разность потенциалов на любом из восьми контактов контрольно-измерительного устройства или использовать для индикации режима только светодиод.

7 ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ МЕЖДУ РЕЛЕ

7.1. Схемы подключения ВЧ-канала

Оптовходы IN1 и IN2, и статические выходы OUTF1 и OUTF2 имеют фиксированное функциональное назначение для подключения только к оборудованию ВЧ связи. Типовая схема подключения показана в приложении В.

Для быстрого реагирования, эти специальные входы и выходы выполнены чувствительными и предназначены для работы от внутреннего источника питания устройства 48В. Применение напряжения аккумуляторов большего, чем 48/54В номинального, может стать причиной повреждения, таким образом, подключение подстанционных аккумуляторов, напряжением 110 – 250В, к этим входам производится не должно. Обратите внимание, что специальные входы и статические выходы чувствительны к полярности.

Техническое описание
Реле MiCOM P547
Дифференциально-фазная защита

Глава 3
ОПИСАНИЕ РЕЛЕ

Содержание

1. КРАТКИЙ ОБЗОР СИСТЕМЫ РЕЛЕ	3
1.1 Краткий обзор аппаратной части	3
1.1.1 Блок процессора	3
1.1.2 Блок сопроцессора	3
1.1.3 Блок входов	3
1.1.4 Блок питания	3
1.1.5 Панель IRIG-B	3
1.2 Краткий обзор программного обеспечения	3
1.2.1 Операционная система в режиме реального времени	5
1.2.2 Программное обеспечение обслуживания системы	5
1.2.3 Основное программное обеспечение	5
1.2.4 Программное обеспечение защиты и управления	5
1.2.5 Осциллограф	5
2 АППАРАТНЫЕ МОДУЛИ	6
2.1 Блок процессора	6
2.2 Дифференциально-фазная защита – блок сопроцессора	6
2.3 Внутренние шины связи	6
2.4 Модуль входов	7
2.4.1 Плата трансформаторов	7
2.4.2 Плата входов	7
2.4.3 Универсальные опто изолированные дискретные входы	7
2.5 Блок питания (включая выходные реле)	9
2.5.1 Плата источника питания (включая интерфейс связи RS485).....	9
2.5.2 Плата выходных реле	10
2.6 Панель IRIG-B	10
2.7 Механическая схема,	10
3 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕЛЕ	11
3.1 Операционная система в режиме реального времени	11
3.2 Программное обеспечение обслуживания системы	11
3.3 Основное программное обеспечение	12
3.3.1 Регистрация записей	12
3.3.2 База данных уставок	12
3.3.3 Интерфейс базы данных	12
3.4 Программное обеспечение управления и защиты	13
3.4.1 Кратких обзор – планирование защиты и управления	13
3.4.2 Обработка сигналов	13
3.4.3 Дифференциально-фазная защита –плата сопроцессора	14
3.4.4 Программируемая логика схемы	14
3.4.5 Записи событий и повреждений	14
3.4.6 Осциллограф	14
4 САМОПРОВЕРКА И ДИАГНОСТИКА	16
4.1 Самоконтроль запуска	16
4.1.1 Загрузка системы	16
4.1.2 Запуск программного обеспечения	16
4.1.3 Запуск и контроль основного программного обеспечения	17
4.2 Непрерывный самоконтроль	17

1. КРАТКИЙ ОБЗОР СИСТЕМЫ РЕЛЕ

1.1 Краткий обзор аппаратной части

Аппаратные средства реле основаны на модульной конструкции, то есть реле состоит из нескольких модулей, которые выбираются из стандартного диапазона. Некоторые модули являются обязательными, в то время как другие – необязательные, в зависимости от требований пользователя.

Различные модули, которые могут присутствовать в реле, следующие:

1.1.1 Модуль процессора

Модуль процессора исполняет все вычисления для реле и управляет действием всех других модулей в реле. Модуль процессора также содержит интерфейсы пользователя и управляет ими (ЖКД, светодиоды, вспомогательная клавиатура и интерфейсы связи).

1.1.2 Модуль сопроцессора

Используется для обработки алгоритмов дифференциально-фазной защиты и соответствующей связи. Содержит сигнализацию передачи и приема ВЧ связи по ЛЭП.

1.1.3 Модуль входов

Модуль входов преобразует информацию, содержащуюся в сигналах аналоговых и цифровых входов, в формат, подходящий для обработки модулем процессора. Стандартный модуль входов состоит из двух плат: платы трансформаторов- платы для обеспечения электрической изоляции и платы основных входов, которая обеспечивает аналого-цифровое преобразование и изолированные цифровые входы.

1.1.4 Модуль питания

Модуль питания обеспечивает питание всех других модулей реле на трех различных уровнях напряжения. Плата питания также обеспечивает электрическое соединение RS485 для тыльного порта связи. На второй плате блок питания содержит реле, которые обеспечивают выходные контакты.

1.1.5 Панель IRIG-B

Эта панель, которая является необязательной, может использоваться, где имеется сигнал IRIG-B, чтобы обеспечить точную привязку по времени для реле. На этой панели имеется также опция, чтобы определить волоконно- оптический тыльный порт связи для использования только со связью по МЭК60870.

Все модули связаны параллельно поступающими данными и адресной шиной, которая позволяет панели процессора по требованию посылать и принимать информацию к и от других модулей. Имеется также отдельная шина последовательно поступающих данных для передачи выборочных сведений со входного блока на процессор. На рис. 1 показаны модули реле и поток информации между ними.

1.2 Краткий обзор программного обеспечения

Программное обеспечение для реле может быть разбито на четыре элемента: операционная система в режиме реального времени, программное обеспечение обслуживания системы, основное программное обеспечение и программное обеспечение защиты и управления. Эти четыре элемента неразличимы пользователем, и обрабатываются одной и той же платой процессора. Различие

между четырьмя частями программного обеспечения сделано только для объяснения здесь:

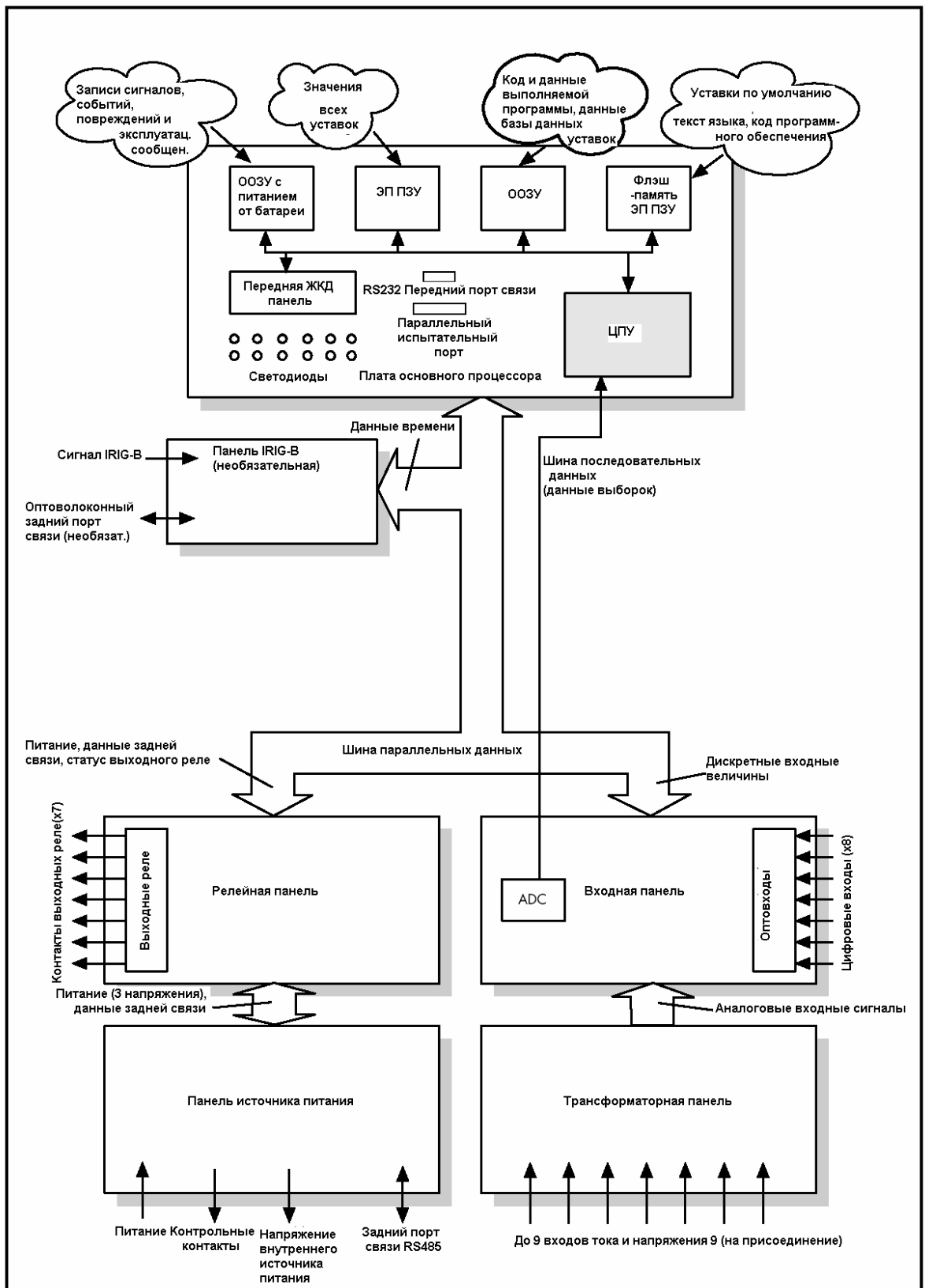


Рисунок 1: Релейные модули и обработка потока информации

1.2.1 Операционная система в режиме реального времени

Операционная система реального времени используется, чтобы создать основу для работы различных частей программного обеспечения реле. Программное обеспечение разбито на задачи. Операционная система в режиме реального времени ответственна за выполнение этих задач так, чтобы они выполнялись в доступное время и в желательном порядке очередности.

Операционная система также ответственна за обмен информацией в форме сообщений между задачами.

1.2.2 Программное обеспечение обслуживания системы

Программное обеспечение обслуживания системы обеспечивает управление нижнего уровня релейными аппаратными средствами. Например, программное обеспечение обслуживания системы управляет начальной загрузкой программного обеспечения реле из энергонезависимой флеш-памяти ППЗУ при включении питания и обеспечивает программный драйвер для интерфейса пользователя через ЖКД, вспомогательную клавиатуру и последовательные порты связи. Программное обеспечение обслуживания системы обеспечивает уровень интерфейса между управлением аппаратными средствами реле и остальной частью релейного программного обеспечения.

1.2.3 Основное программное обеспечение

Основное программное обеспечение имеет дело с управлением уставками реле, интерфейсами пользователя и выполнением записей событий, сигналов и повреждений и эксплуатационных сообщений. Все уставки реле сохранены в базе данных реле, которая обеспечивает прямую совместимость со связью Курьер. Для всех других интерфейсов (то есть, вспомогательная клавиатура лицевой панели и интерфейс ЖКД, Modbus и МЭК60870-5-103) основное программное обеспечение преобразует информацию из базы данных в требуемый формат. Основное программное обеспечение уведомляет программное обеспечение защиты и управления обо всех изменениях уставок и записывает данные, как определено программным обеспечением защиты и управления.

1.2.4 Программное обеспечение защиты и управления

Программное обеспечение защиты и управления выполняет вычисления для всех алгоритмов защиты реле. Оно включает обработку цифрового сигнала, такую, как фильтрация Фурье, и вспомогательных задач, таких, как измерения. Программное обеспечение защиты и управления имеет интерфейс с основным программным обеспечением для изменения уставок и выполнения записей и с программным обеспечением обслуживания системы для получения выборочных данных и доступа к выходным реле и цифровым опто изолированным входам.

1.2.5 Осциллограф

Программное обеспечение осциллографа обрабатывает выбираемые аналоговые значения и логические сигналы из программного обеспечения управления и защиты. Это программное обеспечение сжимает данные, чтобы позволить сохранение большего числа записей. Основное программное обеспечение имеет интерфейс с осциллографом, чтобы позволить извлечение сохраненных осциллограмм.

2 АППАРАТНЫЕ МОДУЛИ

Реле основано на модульной аппаратуре, где каждый модуль выполняет отдельную функцию в работе реле. Этот раздел описывает функциональное действие различных аппаратных модулей.

2.1 Модуль основного процессора

Реле основано на 32-разрядном процессоре цифрового сигнала (DSP) TMS320C32 с плавающей запятой, работающем на частоте синхронизации 20 МГц. Этот процессор выполняет все вычисления для реле, включая функции защиты, управление передачей данных и интерфейсы пользователя, содержащие работу ЖКД, вспомогательной клавиатуры и светодиодов.

Плата процессора расположена непосредственно позади лицевой панели реле, которая позволяет ЖКД и светодиодам быть установленными на плате процессора наряду с портами связи лицевой панели. Они содержат 9-контактный D-соединитель RS232 для последовательной связи (например, использующий MiCOM S1 и связь Курьера) и 25-контактный D-соединитель испытательного порта реле для параллельной связи. Вся последовательная связь выполняется с помощью последовательного двухканального контроллера связи (SCC) 85C30.

Память, имеющаяся в модуле основного процессора, разбита на две категории, энергозависимую и энергонезависимую. Энергозависимая память – это ООЗУ с быстрым доступом (состояние с нулевым временем ожидания), которое используется для хранения и выполнения программного обеспечения процессора и хранения данных, необходимых в течение вычислений процессора. Энергонезависимая память подразделена на 3 группы: 2 МБ флэш-памяти для долговременного хранения программного кода и текста вместе с уставками по умолчанию, 256 кБ ООЗУ с резервным питанием от батареи для хранения осциллограмм, записей событий и повреждений и эксплуатационных сообщений и 32 кБ ЭП ППЗУ для хранения конфигурационных данных, включая существующие значения уставок.

2.2 Дифференциально-фазная защита – модуль сопроцессора

Второй модуль процессора используется в реле для выполнения алгоритмов дифференциально-фазной защиты и интерфейсов с оборудованием ПВЗ. Дифференциально-фазная защита основана на обмене информации, касающейся фазы составного сигнала, вычисленной из фазных токов, между двумя реле на концах линии, использующей ВЧ канал связи. Плата сопроцессора, поэтому, предназначена для выполнения алгоритма дифференциально-фазной защиты и сигнализации связанного с ней оборудования ПВЗ. Сопроцессор делает выборки в платы входов, вычисляет модулированное значение и использует это значение для сигнализации в ПВЗ. Плата сопроцессора также предназначена для вычисления задержки на время прохождения составного сигнала между двумя концами линии. Обмен информацией между платой сопроцессора и основного процессора достигается с помощью совместно используемой памяти на плате сопроцессора. Код сопроцессора копируется на плату при запуске, после чего копируются уставки защиты и калибрующая информация. После этого основной поток информации между двумя платами состоит из измерений дифференциально-фазной защитой.

2.3 Внутренние шины связи

Реле имеют две внутренних шины для передачи данных между различными модулями. Основная шина - параллельное соединение, которое является частью 64-жильного ленточного кабеля. Ленточный кабель несет данные и сигналы адресной шины в дополнение к сигналам управления и всем линиям питания. Действие шины

управляется платой основного процессора, которая оперирует как хозяин, в то время, как все другие модули в реле - рабы.

Вторая шина – последовательное соединение, которое используется исключительно для передачи цифровых значений выборок от входного модуля в плату основного процессора. Процессор DSP имеет встроенный последовательный порт, который используется для считывания выборочных данных с последовательной шины. Последовательная шина также обеспечивается 64-жильным ленточным кабелем.

2.4 Модуль входов

Модуль входов обеспечивает интерфейс между платой процессора реле и аналоговыми и цифровыми сигналами, входящими в реле. Модуль входов состоит из двух печатных плат; основной платы входов и платы трансформаторов. Реле P547 имеет четыре токовых входа.

2.4.1 Плата трансформаторов

Плата трансформаторов подключена к четырем трансформаторам тока (ТТ). Токовые входы имеют номинальный ток 1А или 5А, (опции меню и подключения).

Трансформаторы используются для снижения токов до уровня, соответствующего электронной схемотехнике реле для обеспечения эффективной изоляции между реле и энергосистемой. Схемы соединений вторичных обмоток трансформаторов тока обеспечивают дифференциальные входные сигналы к основной плате входов, чтобы снизить шумы.

2.4.2 Плата входов

Основная плата входов показана на рисунке 2 как блок-схема. Она обеспечивает электрическую цепь для цифровых входных сигналов и аналого-цифрового преобразования для аналоговых сигналов. Следовательно, она берет дифференциальные аналоговые сигналы от ТТ на плате трансформаторов, конвертирует их в дискретные выборки и передает выборки на плату процессора через шину последовательно поступающих данных. На плате входов аналоговые сигналы пропускаются через фильтр анти-условного названия прежде, чем будут мультиплексированы в элементарный сигнал аналого-цифрового преобразователя. А-Ц преобразователь обеспечивает разрешающую способность 16-бит и выход потока последовательно поступающих данных. Цифровые входные сигналы на этой плате опто изолированы, чтобы предотвратить чрезмерные напряжения на этих входах, вызывающие повреждение внутренней электрической схемы реле.

2.4.3 Универсальные опто изолированные дискретные входы

P547 имеет универсальные опто изолированные дискретные входы, которые могут быть запрограммированы на номинальное напряжение батареи цепи, частью которой они являются, т.е., тем самым, допуская различные напряжения для разных цепей, например, сигнализации, отключения. Дискретные входы обеспечивают значение логической 1 для напряжений $\geq 80\%$ напряжения уставки и логического 0 для напряжений $\leq 60\%$ напряжения уставки. Это более низкое значение исключает многократное срабатывание, возможное при замыкании на землю в батарее, когда паразитная емкость может представлять до 50% напряжения батареи на вход. Каждый вход имеет также предварительно настроенный фильтр $\frac{1}{2}$ периода, который создает невосприимчивость входов к наведенным в проводке шумам.

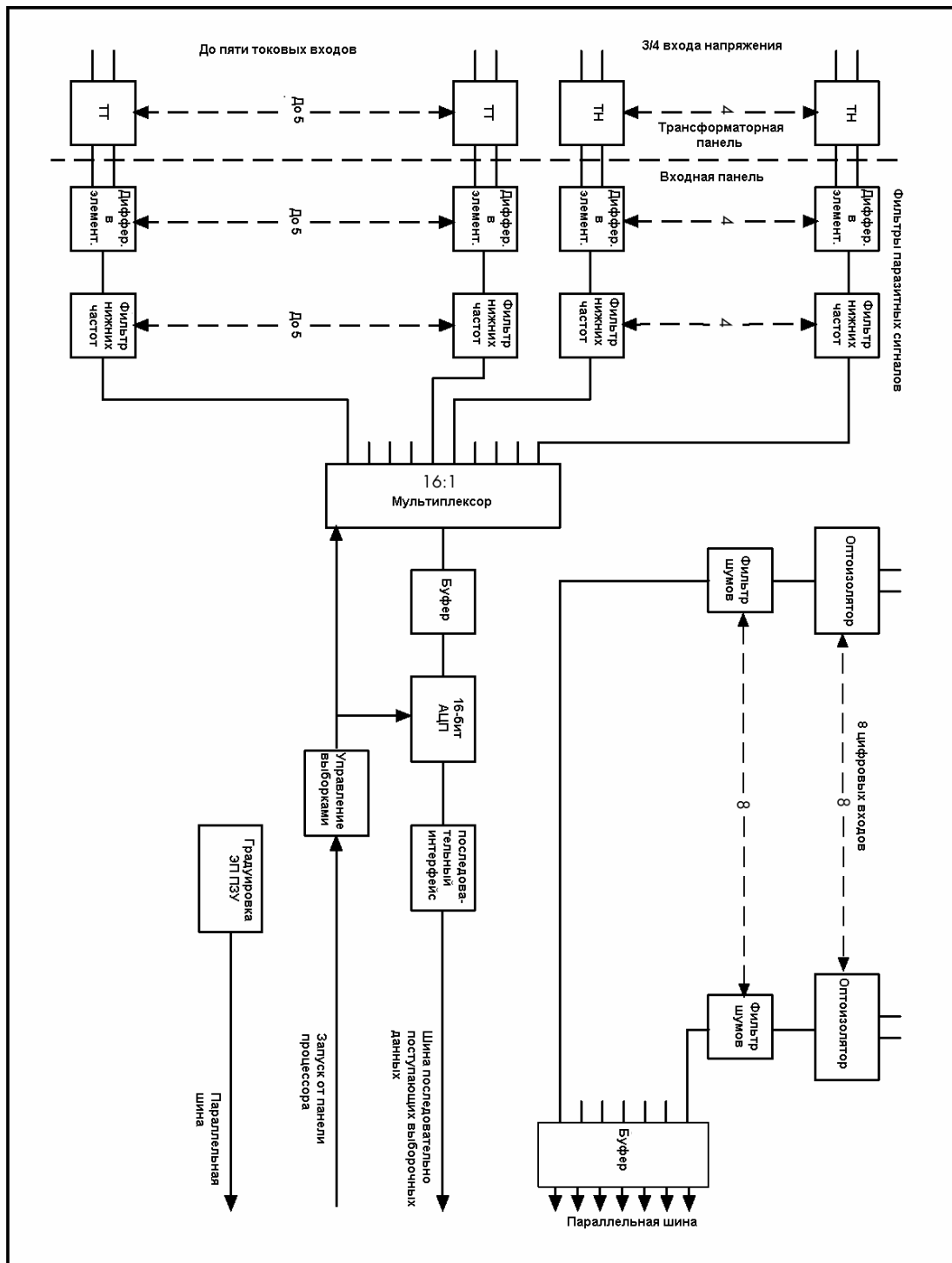


Рисунок 2: Основная плата входов

Схема, уплотняющая сигнал, предусматривает для выборки 16 аналоговых каналов. Устройства серии Rx40 обеспечивают до 9 токовых входов и 4 входа напряжения. Используются 3 запасных канала, чтобы произвести выборку 3 различных напряжений с целью непрерывной проверки работы мультиплексора и точности А-Ц преобразователя. Дискретизация поддерживается 24 выборки в период логической управляющей цепи, которая управляется функцией коррекции по частоте на плате основного процессора.

Калибровка ЭППЗУ имеет градуировочные коэффициенты, которые используются платой процессора, чтобы соответствовать любой амплитуде или погрешности фазы, представленными трансформаторами и аналоговой электрической схемой.

Другая функция платы входов – чтение состояния сигналов, присутствующих на цифровых вводах и представление их шине параллельно поступающих данных для обработки. Плата входов содержит 8 оптических входов для подключения до восьми цифровых входных сигналов. Опто изоляторы используются с цифровыми сигналами так же, как трансформаторы с аналоговыми сигналами; для изоляции электроники реле от энергосистемы. Внутренний источник питания 48 В находится в задней части реле для питания цифровых опто входов. Входная панель обеспечивает некоторую фильтрацию цифровых сигналов аппаратных средств, чтобы удалить нежелательный шум перед буферизацией сигналов для чтения на шине параллельно поступающих данных. В зависимости от модели реле больше, чем 8 входных цифровых сигналов могут быть приняты реле. Это достигнуто при помощи дополнительной опто платы, которая предусматривает те же 8 изолированных цифровых входов, что и основная плата входов, но не содержит никаких цепей для аналоговых сигналов, которые имеются на основной плате входов.

2.5 Модуль питания (включая выходные реле)

Модуль питания содержит две печатных платы, одну непосредственно для источника питания и другую для выходных реле. Плата источника питания также содержит аппаратные средства ввода и вывода для тыльного порта связи, который обеспечивает интерфейс связи RS485.

2.5.1 Плата источника питания (включая интерфейс связи RS485)

На реле может быть одна из трех различных конфигураций платы источника питания. Она определяется при заказе и зависит от характера питающего напряжения, подключенного к реле. Три опции приведены в таблице 1:

Напряжение постоянного тока	Напряжение переменного тока
24/54 В	только постоянное напряжение
48/125 В	30/100 В
110/250 В	100/240 В

Таблица 1: Выбор источника питания

Выходы всех версий модуля питания используются, чтобы подвести изолированные шины питания ко всем другим модулям в реле. В реле используются три уровня напряжения, 5.1 В для всех цифровых цепей, ± 16 В для аналоговой электроники, например, на плате входов, и 22 В для питания катушек выходных реле. Все напряжения питания, включая 0 В заземления, распределены по реле 64-жильным ленточным кабелем. Еще один уровень напряжения в блоке питания, это напряжение внутреннего источника 48 В. Оно подведено к зажимам сзади реле так, чтобы оно могло использоваться для управления оптически изолированными цифровыми входами.

Две других функции платы питания - интерфейс связи RS485 и контакты реле контроля исправности. Интерфейс RS485 используется с задним портом связи для поддержания связи, используя один из протоколов: Курьер, Modbus или МЭК60870-5-103. RS485 поддерживает полудуплексную связь и обеспечивает оптическую изоляцию передаваемых и получаемых последовательных данных. Вся внутренняя передача данных от платы питания проводится через плату выходных реле, соединенную с параллельной шиной.

Устройство контроля исправности имеет два контакта выходных реле, один нормально разомкнутый и один нормально замкнутый, которые управляются платой процессора. Они установлены, чтобы указывать, что реле находится в исправном состоянии.

2.5.2 Плата выходных реле

Панель выходных реле содержит восемь реле, шесть с нормально разомкнутыми контактами и два с переключающимися контактами. Реле питаются напряжением 22 В. Запись или чтение состояния реле выполняется с использованием шины параллельно поступающих данных.

2.6 Плата IRIG-B

Плата IRIG-B - опция заказа, которая может быть установлена, чтобы обеспечить точную синхронизацию времени для реле. Она может использоваться везде, где имеется сигнал IRIG-B. Сигнал IRIG-B соединен с платой через соединитель BNC сзади реле. Информация о времени используется, чтобы синхронизировать внутренние часы реле в режиме реального времени с точностью 1 мс. Внутренние часы тогда используются для меток времени событий, повреждений и осциллограмм.

Плата IRIG-B может также быть снабжена волоконно-оптическим передатчиком / приемником, который может использоваться для тыльного порта связи вместо электрического соединения RS485 (только МЭК60870).

2.7 Механическая схема

Материалы корпуса реле созданы из обработанной начерно стали, которая имеет проводящее покрытие из алюминия и цинка. Это обеспечивает хорошее заземление во всех соединениях с низким полным сопротивлением заземления, что является существенным для работы при внешних помехах. Платы и модули используют стратегию многократного заземления для повышения иммунитета к внешним помехам и минимизации влияния шума в канале. На платах используются заземляющие пластины, чтобы снизить полное сопротивление, и клипсы, чтобы заземлить металлоконструкцию модуля.

Клеммники тяжелого режима используются в тыльной части реле для соединений сигналов тока и напряжения. Клеммники среднего режима используются для цифровых логических входных сигналов, контактов выходных реле, источника питания и тыльного порта связи. Соединитель BNC используется для необязательного сигнала IRIG-B. 9-контактные и 25-контактные розеточные D-соединители используются на передней стороне реле для передачи данных.

Внутри реле ПП соединяются штепселем с соединительным блоком сзади реле и могут быть удалены только с передней стороны реле. Соединительные блоки входов ТТ обеспечиваются внутренними закорачивающими соединениями внутри реле, которые будут автоматически закорачивать цепи трансформатора тока прежде, чем они разъединятся при удалении панели.

Лицевая панель состоит из мембранной вспомогательной клавиатуры с осязательными клавишами, ЖКД и 12 светодиодами, установленными на алюминиевой опорной плите.

3 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕЛЕ

Программное обеспечение реле было представлено в кратком обзоре реле в начале этой главы. Программное обеспечение может рассматриваться, как состоящее из четырех разделов:

- Операционная система в режиме реального времени
- Программное обеспечение обслуживания системы
- Основное программное обеспечение
- Программное обеспечение защиты и управления

Этот раздел описывает подробно два последних, основное программное обеспечение и программное обеспечение управления и защиты, которые управляют функциональным режимом реле между ними. Рисунок 3 показывает структуру программного обеспечения реле.

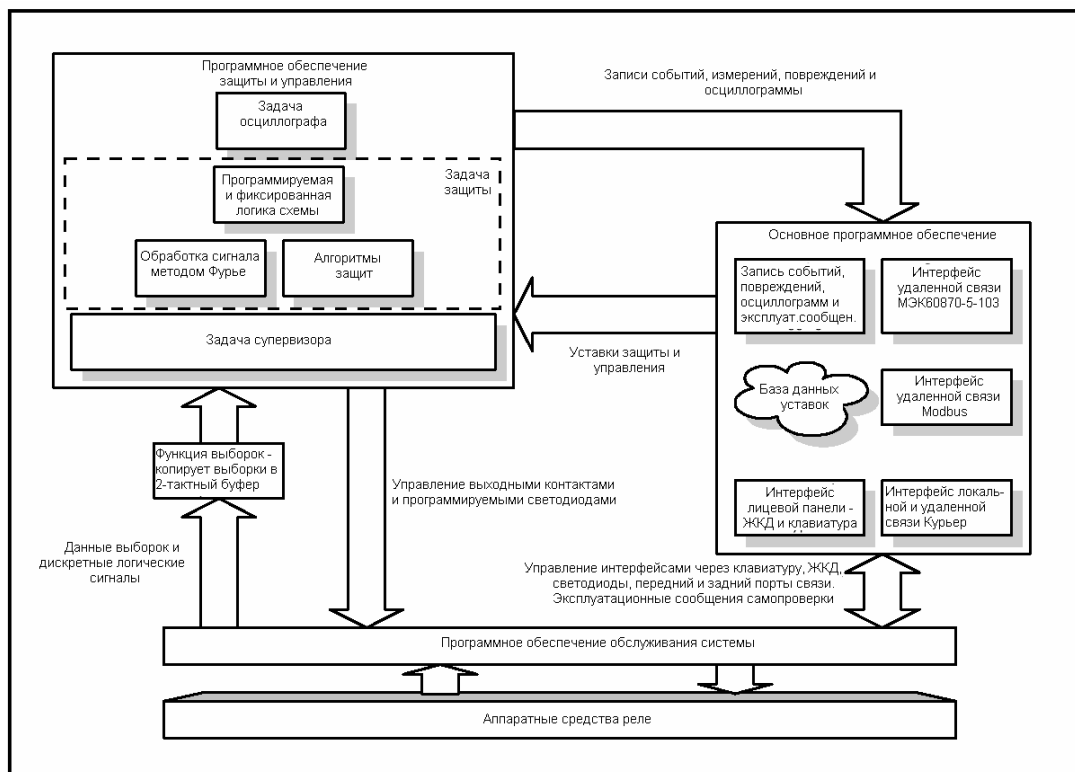


Рисунок: 3 Структура программного обеспечения реле

3.1 Операционная система в режиме реального времени

Программное обеспечение разбито на задачи; операционная система используется в режиме реального времени, чтобы обеспечить обработку задач в доступное время и в желательном порядке очередности. Операционная система также ответственна за управление связью между программными задачами с помощью сообщений операционной системы.

3.2 Программное обеспечение обслуживания системы

Как показано на рисунке 3, программное обеспечение обслуживания системы обеспечивает интерфейс между аппаратными средствами реле и функциональными возможностями высшего уровня основного программного обеспечения и программного обеспечения управления и защиты. Например, программное

обеспечение обслуживания системы обеспечивает драйверы для элементов типа ЖКД, вспомогательной клавиатуры и портов удаленной связи и управляет начальной загрузкой процессора и загрузкой кода процессора в ООЗУ из энергонезависимой флэш-памяти ППЗУ при включении.

3.3 Основное программное обеспечение

Основное программное обеспечение имеет три основных функции:

- управление регистрацией записей, генерируемых программным обеспечением защиты, включая записи событий и повреждений и эксплуатационные сообщения;
- сохранение и обслуживание базы данных всех уставок реле в энергонезависимой памяти;
- обеспечение внутреннего интерфейса между базой данных уставок и интерфейсом пользователя каждого из реле, то есть, интерфейсом лицевой панели и передними и задними портами связи, используя выбранный протокол связи (Курьер, Modbus, МЭК60870-5-103, DNP 3.0).

3.3.1 Регистрация записей

Имеется регистрирующая функция, чтобы сохранить все записи сигналов, событий, повреждений и эксплуатационных сообщений. Все эти записи регистрируются в ООЗУ с аварийным питанием от батареи, чтобы обеспечить энергонезависимый файл регистрации всего, что произошло. Реле поддерживает четыре записи: каждая для 32 сигналов, 250 записей событий, 5 записей повреждений и 5 эксплуатационных сообщений. Записи поддерживаются так, что самая новая запись записывается поверх самой старой. Регистрирующая функция может быть запущена программным обеспечением защиты или основным программным обеспечением, ответственным за регистрацию записей эксплуатационного сообщения в случае неисправности реле. Оно содержит ошибки, которые были обнаружены непосредственно основным программным обеспечением или ошибку, которая обнаружена функцией программного обеспечения либо обслуживания системы, либо защиты. См. также раздел о контроле и диагностике далее в этой главе.

3.3.2 База данных уставок

База данных уставок содержит все уставки и данные для реле, включая защиту, осциллограф и уставки управления. Уставки содержатся в энергонезависимом ЭППЗУ. Управление основным программным обеспечением базы данных уставок включает ответственность за то, чтобы только один интерфейс пользователя мог изменять уставки базы данных в любой момент. Эта особенность используется, чтобы избежать конфликта между различными частями программного обеспечения во время изменения уставок. Для изменения уставок защиты и уставок осциллографа основное программное обеспечение оперирует 'сверхоперативной' памятью в ООЗУ. Это позволяет выполнять множество изменений уставок элементов защиты, осциллографа и сохранить в базе данных в ЭППЗУ. (См. также главу 1 по интерфейсу пользователя). Если изменение уставки воздействует на задачу защиты и управления, база данных рекомендует новые значения.

3.3.3 Интерфейс базы данных

Другой функцией основного программного обеспечения является осуществление внутреннего интерфейса реле между базой данных и каждым из интерфейсов пользователя реле. База данных уставок и измерений должна быть доступна от всех интерфейсов пользователя реле, чтобы позволить чтение и изменять действия. Основное программное обеспечение представляет данные в соответствующем формате для каждого интерфейса пользователя.

3.4 Программное обеспечение управления и защиты

Программное обеспечение защиты и управления ответственно за работу всех элементов защиты и функций измерения реле. Чтобы достичь этого, оно должно иметь связь и с программным обеспечением обслуживания системы и с основным программным обеспечением, а также организовать собственные действия. Программное обеспечение защиты имеет приоритет над любой из программных задач в реле, чтобы обеспечивать самый быстрый возможный ответ защиты. Программное обеспечение защиты и управления имеет задачу контроля, которая управляет запуском задачи, и имеет дело с обменом сообщениями между задачей и основным программным обеспечением.

3.4.1 Краткий обзор – планирование защиты и управления

После запуска задача защиты и управления приостанавливается до тех пор, пока не запустится после перерыва плата сопроцессора. В случае неисправности платы сопроцессора задача защиты автоматически запустится после получения шести аналоговых выборок. При нормальной работе задача вновь запускается сопроцессором четыре раза за период, что соответствует частоте передачи информационных сообщений на систему дифференциальной связи. Сбор выборок на основном процессоре управляется ' функцией выборок ', которая вызывается программным обеспечением обслуживания системы и берет каждый набор новых выборок из модуля входов и сохраняет их в двухтактном буфере. Эти выборки одновременно сохраняются также сопроцессором.

3.4.2 Обработка сигналов

Функция выборок обеспечивает фильтрацию цифровых входных сигналов от оптоизоляторов и коррекцию по частоте аналоговых сигналов. Цифровые входы сверены с их предыдущими значениями в течение половины периода. Следовательно, изменение состояния одного из входов должно поддерживаться по крайней мере половину периода прежде, чем оно регистрируется программным обеспечением управления и защиты.

Коррекция по частоте аналоговых входных сигналов достигается методом Фурье, который применяется к одному из входных сигналов, и работает, обнаруживая изменение фазы измеренного сигнала. Используется расчетное значение частоты, чтобы изменить дискретизацию, используемую модулем входов, для достижения постоянного уровня дискретизации 24 выборок в период. Значение частоты также сохраняется для использования задачей управления и защиты.

Когда задача защиты и управления перезапущена функцией выборок, она вычисляет члены ряда Фурье для аналоговых сигналов. Члены ряда Фурье рассчитаны, используя однопериодное дискретное преобразование Фурье (DFT) на 24 выборки. DFT всегда вычисляется, используя прошлый период выборок из буфера с 2 тактами, то есть, используются самые современные данные. DFT, используемое таким образом, извлекает основную составляющую промышленной частоты из сигнала и воспроизводит величину и фазовый угол основной гармоники в формате прямоугольных составляющих. DFT обеспечивает точное измерение компонента основной частоты, и эффективную фильтрацию гармонических частот и шума. Выполнение этого достигнуто в сочетании с входным блоком реле, который обеспечивает аппаратную фильтрацию паразитных сигналов для уменьшения частот выше половины дискретизации и коррекцию по частоте для поддержания дискретизации 24 выборок в период. Члены ряда Фурье входных сигналов тока и напряжения сохраняются в памяти так, чтобы к ним имели доступ все алгоритмы элементов защиты. Выборки из входного модуля также используются в необработанной форме осциллографом для регистрации формы волны и вычисления истинных действующих значений тока, напряжения и мощности для целей измерения.

3.4.3 Дифференциально-фазная защита –плата сопроцессора

Пожалуйста, обратитесь к разделу 2.2.

3.4.4 Программируемая логика схемы

Цель программируемой логики схемы (PSL) - позволить пользователю реле конфигурировать индивидуальную схему защиты, удовлетворяющую их собственному конкретному применению. Это достигается с помощью программируемых логических элементов и реле времени.

Вход к PSL - любая комбинация состояния цифровых входных сигналов от опто изоляторов на входной панели, выходов элементов защиты, например, запуски защиты и отключения, и выходов фиксированной логики схемы. Фиксированная логика схемы обеспечивает стандартные схемы защиты реле. PSL непосредственно состоит из программных логических элементов и таймеров. Логические элементы могут быть запрограммированы для выполнения ряда различных логических функций и могут охватывать любое число входов. Таймеры используются, чтобы создать программируемую выдержку времени, или/и, чтобы создать режим для логических выходов, например, создать импульс фиксированной продолжительности на выходе, независимо от длины импульса на входе. Выходы PSL - светодиоды на лицевой панели реле и выходные контакты сзади реле.

Выполнение PSL логики управляется событиями; логика обрабатывается всякий раз, когда изменяется любой из входов, например, в результате изменения одного цифрового входного сигнала или выходного реле отключения от элемента защиты. Также, обрабатывается только часть PSL логики, на которую воздействует конкретное изменение входа. Это сокращает время обработки, которое используется PSL. Программное обеспечение защиты и управления каждый раз обновляет реле времени логики и проверяет наличие изменений во входных сигналах PSL.

Эта система обеспечивает гибкость для пользователя, чтобы создать его собственный проект логики схемы. Однако, это также означает, что PSL может быть конфигурирована в очень сложную систему, и из-за этого уставки PSL реализуются при поддержке пакета ПК, MiCOM S1.

3.4.5 Записи событий и повреждений

Изменение в любом цифровом входном или выходном сигнале элемента защиты приводит к созданию записи события. Когда это случается, задача защиты и управления посылает сообщение задаче супервизора указать, что присутствует событие для обработки, и записывает данные события в быстрый буфер в ООЗУ, который управляется задачей супервизора. Когда задача супервизора принимает сообщение о событии или регистрации повреждения, она дает команду основному программному обеспечению создать соответствующий файл в ООЗУ с аварийным питанием от батареи. Операция регистрации записи в ООЗУ с аварийным питанием от батареи более медленная, чем буфер супервизоров. Это означает, что программное обеспечение защиты не приостанавливается, ожидая регистрации записи основным программным обеспечением. Однако, в редком случае, когда создано большое количество записей для регистрации за короткий промежуток времени, возможно, что некоторые будут потеряны, если буфер супервизоров заполнится прежде, чем основное программное обеспечение создаст файл в ООЗУ с аварийным питанием от батареи. Если это произошло, тогда регистрируется событие, чтобы указать эту потерю информации.

3.4.6 Осциллограф

Осциллограф работает как отдельная задача управления и защиты. Он может делать запись формы волны для 8 аналоговых каналов и значений 32 дискретных сигналов. Время регистрации выбирается пользователем до максимум 10 секунд. Осциллограф снабжается данными задачи защиты и управления один раз за период. Осциллограф

представляет данные, которые он получает на осциллограмме требуемой длины. Он пытается ограничить требования к пространству памяти, сохраняя аналоговую информацию в сжатом формате всякий раз, когда возможно. Это выполняется путем обнаружения изменения в аналоговых входных сигналах и сжатием записи формы волны, когда она находится в установившемся режиме. Сжатые осциллограммы могут быть декомпрессированы MiCOM S1, которая может также сохранять данные в формате COMTRADE, таким образом, позволяя использование других пакетов для просмотра зарегистрированных данных.

4 САМОПРОВЕРКА И ДИАГНОСТИКА

Реле включает множество функций самоконтроля, чтобы проверить действие аппаратных средств и программного обеспечения, когда они в работе. Они включены так, чтобы, если возникнет ошибка или неисправность в аппаратных средствах или программном обеспечении реле, реле было способно обнаружить и указать проблему и попытаться устранить ее, выполняя перезагрузку. Это приводит к выведению реле из работы на короткий промежуток времени, которое указывается погасанием светодиода 'Исправно' на передней панели реле и срабатыванием контрольного контакта сзади реле. Если перезагрузка будет не в состоянии устранить проблему, то реле выведет себя из работы. Это снова будет обозначено контактом контроля исправности и светодиодом.

Если проблема обнаружена функциями самоконтроля, реле попытается сохранить эксплуатационное сообщение в ООЗУ с аварийным питанием от батареи, чтобы уведомить пользователя о характере проблемы.

Самоконтроль реализован в двух стадиях: во-первых, полная диагностическая проверка, которая выполняется, когда реле загружается, например, при включении питания, и, во-вторых, непрерывная работа самопроверки, которая проверяет выполнение критических функций реле, пока оно в работе.

4.1 Самоконтроль запуска

Самоконтроль, который выполняется при включении реле, занимает несколько секунд, в течение которых защита не работает.

На это указывает светодиод 'Исправно' на передней стороне реле, который загорится, когда реле пройдет все испытания и начнет работать. Если проверка обнаружит проблему, реле останется выведенным из эксплуатации, пока вручную не будет введено в рабочее состояние.

Действия, которые выполняются при запуске, следующие:

4.1.1 Загрузка системы

Целостность флэш-памяти ЭП ПЗУ проверяется использованием контрольной суммы прежде, чем программный код и данные, сохраненные в ней, будут скопированы в ООЗУ для обработки процессором. Когда копия сделана, тогда данные, содержащиеся в ООЗУ, сравниваются с данными во флэш-памяти ЭП ПЗУ, чтобы гарантировать, что они одинаковы, и что никакие ошибки не произошли в передаче данных из флэш-памяти ЭП ПЗУ в ООЗУ. Тогда вызывается точка ввода программного кода в ООЗУ, который является кодом запуска реле.

4.1.2 Запуск программного обеспечения

Процесс инициации включает действия запуска регистраций и прерываний процессора, пуск таймеров реле контроля исправности (используемых аппаратными средствами, чтобы определить, выполняется ли еще программное обеспечение), запуск операционной системы в режиме реального времени и создание и запуск задачи супервизора. В процессе инициации реле проверяет:

- состояние батареи;
- целостность ООЗУ с аварийным питанием от батареи, которое используется для сохранения записей событий и повреждений и осциллограмм;
- уровень напряжения дополнительного внутреннего источника напряжения, который используется для питания опто изолированных входов;
- действие контроллера ЖКД;
- срабатывание реле контроля исправности.

При завершении программы инициации задача супервизора начинает процесс запуска основного программного обеспечения. Проверка, выполняемая в процессе запуска сопроцессора, включает:

- проверку наличия и верного сообщения от сопроцессора;
- проверку ООЗУ на плате сопроцессора по тестовому шаблону бит перед передачей кода сопроцессора из флэш-памяти ЭП ПЗУ;
- проверку обнаружения правильного числа дифференциальных каналов связи.

Любая из этих проверок, обнаружившая ошибку, приводит к тому, что плата сопроцессора выводится из работы, и можно полагаться только на другие функции защиты, обеспечиваемые платой основного процессора.

4.1.3 Запуск и контроль основного программного обеспечения

При запуске основного программного обеспечения реле проверяет целостность данных, содержащихся в ЭП ПЗУ с помощью контрольной суммы, работы часов реального времени, и панели IRIG-B, если она установлена. Завершающая выполняемая проверка касается ввода и вывода данных; проверки присутствия и исправности входной панели и проверки системы сбора аналоговых данных путем осуществления выборки соответствующего напряжения.

При успешном завершении всех этих испытаний реле вводится в действие, и защита начинает работу.

4.2 Непрерывный самоконтроль

Когда реле находится в работе, оно непрерывно проверяет действие критических частей аппаратных средств и программного обеспечения. Проверка выполняется программным обеспечением обслуживания системы (см. раздел о программном обеспечении реле ранее в этой главе), и результаты сообщаются основному программному обеспечению. Функции, которые проверяются, следующие:

- флэш-память ЭП ПЗУ, содержащая весь программный код и текст языка, проверяются контрольной суммой;
- код и постоянные данные, содержащиеся в ООЗУ, проверяются по соответствующим данным во флэш-памяти ЭП ПЗУ, чтобы проверить нарушение целостности данных;
- ООЗУ, содержащее все данные, кроме кода и постоянных данных, проверяется контрольной суммой;
- ЭП ПЗУ, содержащие значения уставок проверяется контрольной суммой;
- состояние батареи;
- уровень напряжения внутреннего источника питания;
- целостность данных входов/выходов цифрового сигнала из опто изолированных входов и контактов реле проверяются каждый раз функцией сбора данных. Работа системы сбора аналоговых данных непрерывно проверяется функцией сбора данных посредством выборки соответствующих напряжений;
- работа платы сопроцессора, включая реакцию платы на изменение уставок, неправильные полученные данные, неисправность канала связи и общего реле контроля исправности для отражения непрерывной работы ПО на плате;
- работа панели IRIG-B, если она установлена, проверяется программным обеспечением, которое читает время и дату на плате.

В маловероятном случае, когда одна из проверок обнаруживает ошибку в подсистемах реле, это сообщается основному программному обеспечению, и оно попытается записать эксплуатационное сообщение в ООЗУ с питанием от батареи. Если проблема с состоянием батареи или панелью IRIG-B, то реле продолжит работу. Однако, если проблемы обнаружены в любой другой области, реле инициирует отключение и перезагрузку. Это приведет к периоду до 5 секунд, когда защита не работает, но полный перезапуск реле, включая все инициализации, должен устранить большинство проблем, которые могут возникнуть. Как описано выше, неотъемлемая часть процедуры запуска - полная диагностическая самопроверка. Если она обнаруживает ту же самую проблему, которая заставила реле перезапуститься, то есть, перезапуск не устранил проблему, то реле выведет себя из эксплуатации. Это указывается погасанием светодиода 'Исправно' на передней панели реле и срабатыванием контакта контроля исправности.

Техническое описание

Реле MiCOM P547

Дифференциально-фазная защита

Глава 4

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

СОДЕРЖАНИЕ

1.	НОМИНАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ	4
1.1	Токи	4
1.2	Источник питания	4
1.3	Частота	4
1.4	Универсальные дискретные входы	4
1.5	Контакты выходных реле	5
1.6	Дополнительный источник напряжения	5
1.7	Требования к проводке	5
2.	ПОТРЕБЛЕНИЕ	6
2.1	Токовые цепи	6
2.2	Источник питания	6
3.	ТОЧНОСТЬ	7
3.1	Нормальные климатические условия эксплуатации	7
3.2	Точность измерений	7
3.3	Точность защиты	7
3.4	Влияющие факторы	8
3.5	Перенапряжения МЭК 60255-5: 1977	9
3.5.1	Диэлектрическая прочность МЭК 60255-5: 1977 – только задние зажимы	9
3.5.2	Высоковольтный импульс	9
3.5.3	Сопrotивление изоляции	9
4.	ВНЕШНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ	10
4.1	Электрическое воздействие	10
4.1.1	Кратковременное исчезновение напряжения питания (пост. ток)	10
4.1.2	Пульсации постоянного тока.	10
4.1.3	Кратковременные исчезновение напряжения питания переменным током.	10
4.1.4	Высокочастотные возмущения.	10
4.1.5	Кратковременные возмущения.	10
4.1.6	Электростатический разряд	10
4.1.7	Кондуктивное излучение EN 55011:1991	10
4.1.8	Радиоактивное излучение EN 55011:1991	11
4.1.9	Защищенность от излучений МЭК60255-22-3:1989	11
4.1.10	Защищенность проводников МЭК 61000-4-6: 1996	11
4.1.11	Устойчивость к пульсациям МЭК61000-4-5:1995	11
4.1.12	Пики напряжения	11
4.1.13	Электромагнитная совместимость	11
4.1.14	Помехи промышленной частоты - Ассоциация по электричеству (Великобритания)	11
4.2	Условия окружающей среды	11
4.2.1	Температура	11
4.2.2	Влажность	12
4.2.3	Проверка на герметичность	12
4.2.4	Степень загрязнения МЭК 61010-1 1990/A2: 1995	12
4.3	Механическая прочность	12
4.3.1	Вибрация	12
4.3.2	Ударостойкость	12
4.3.3	Сейсмическая прочность	12
5.	ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ НА ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ ANSI	13
5.1	ANSI / IEEE C37.90.1989	13
5.2	ANSI / IEEE C37.90.1 : 1989	13
5.3	ANSI / IEEE C37.90.2 : 1995	13
6.	ДИАПАЗОНЫ УСТАВОК ЗАЩИТ	13

6.1 Дифференциально-фазная защита	13
6.1.1 Пусковые органы Delta	13
6.1.2 Пусковые органы Threshold (level)	13
6.1.3 Угол устойчивости	14
6.1.4 Сигнализация чрезмерной передачи	14
6.1.5 Уставка компенсации емкостного тока	14
6.1.6 Уставки подсчета отсутствия импульса (пауз)	14
6.1.7 Точное время возврата пусковых органов Delta	14
6.1.8 Грубое время возврата пусковых органов Delta	14
6.2 Максимальная токовая защита	14
6.2.1 Обратная зависимость времятоковая характеристика (IDMT)	14
6.2.2 Независимая выдержка времени	15
6.3 Трехфазная ненаправленная МТЗ	16
6.3.1 Уставки	16
6.3.2 Выдержка времени	16
6.4 Защита от замыканий на землю	18
6.4.1 Уставки	18
6.4.2 Выдержки времени	18
6.5 Чувствительная защита от замыканий на землю	18
6.5.1 Уставки	18
6.5.2 Выдержки времени	18
6.6 Защита от обрыва провода	19
6.7 Защита от тепловой перегрузки	19
6.8 Органы минимального тока	19
6.9 Таймеры УРОВ (tУРОВ1 и tУРОВ2)	19
<hr/>	
7. УСТАВКИ ИЗМЕРЕНИЙ	20
7.1 Уставки осциллографа	20
<hr/>	
8. УСТАВКИ ФУНКЦИЙ УПРАВЛЕНИЯ	20
8.1 Уставки связи	20
8.2 Контроль положения выключателя	20
8.3 Контроль выключателя	21
8.4 Контроль ресурса выключателя	21
8.4.1 Уставка сигнала техобслуживания	21
8.4.2 Уставка сигнала блокировки	21
8.5 Программируемая логика	21
8.6 Уставки коэффициентов трансформации ТТ	22

1. НОМИНАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ

1.1 Токи

$I_n = 1 \text{ A}$ или 5 A действ. значение. (двойной номинал).

Для обмоток на 1 A и 5 A предусмотрены отдельные зажимы со входом нейтрали, общим для обеих обмоток..

Тип ТТ	Рабочий диапазон
Стандартный	От 0 до $64I_n$
Чувствительный	От 0 до $2I_n$

Длительность	Стойкость
Длительно	$4I_n$
10 секунд	$30I_n$
1 секунда	$100I_n$

1.2 Источник питания

Существует три версии питания реле, приведенных в следующей таблице:

Номинальный диапазон	Рабочий диапазон постоянн. напряжения	Рабочий диапазон перем. напряжения
24 – 54 В =	От 19 до 65 В	-
48 – 125 В = (30 – 100 В ~)**	От 37 до 150 В	От 24 до 110 В
110 – 250 В = (100 – 240 В ~)**	От 87 до 300 В	От 80 до 265 В

** Номинальное значение при работе на постоянном и переменном напряжении.

1.3 Частота

Номинальная частота имеет два значения 50/60 Гц и рабочий диапазон $40 \div 70$ Гц.

1.4 Универсальные дискретные входы

Все логические входы независимы и изолированы. Реле P547 имеет 8 входов.

Уставка напряжения батареи	Логическое Нет (0)	Логическое Да (1)	Среднее потребление при ном. напряжении
24/27	<16.2	>19.2	0.09 Вт
30/34	<20.4	>24	0.09 Вт
48/54	<32.4	>38.4	0.09 Вт
110/125	<75	>88	0.12 Вт
220/250	<176	>150	0.19 Вт

Максимальное напряжение входа (для любой уставки): 300 В =

Максимальны ток при подаче напряжения (0 ->300 В): >3.5 мА

1.5 Контакты выходных реле

Замыкание	30 А в течение 3 с
Нагрузка	250 А в течение 30 мс 10 А длительно
Размыкание	Постоянный ток: 50 Вт резистивн. 25 Вт индуктивн. (L/R = 40 мс) Переменный ток: 1250 ВА резистивн. 1250 ВА индуктивн. (cos φ = 0.7)
Максимум:	10 А и 300 В
Нагруженный контакт:	10,000 операций минимум
Ненагруженный контакт:	100,000 операций минимум

Контакт контроля исправности	
Размыкание	Постоянный ток: 30 Вт резистивн. 15 Вт индуктивн. (L/R = 40 мс) Переменный ток: 275 ВА индуктивн. (cos φ = 0.7)

Максимальное число выходных реле, предназначенных для постоянной работы под напряжением, составляет 50% имеющихся.

1.6 Дополнительный источник напряжения

Номинальное напряжение дополнительного внутреннего источника питания составляет 48 В постоянного тока с ограничением тока 112 мА. Рабочий диапазон составляет от 40 до 60 В с подачей сигнала при <35 В.

1.7 Требования к проводке

Требования к проводке внешних подключений реле и технические требования к кабелям приведены в разделе установки инструкции по эксплуатации.

2. ПОТРЕБЛЕНИЕ

2.1 Токовые цепи

Нагрузка ТТ (при номинальном токе)	
Фаза	<0.15 ВА при номинальном токе

2.2 Источник питания

Размер корпуса	Минимум*
40TE	15 Вт

* Минимум означает, что напряжение не подано ни на один выходной контакт и ни на один опто вход.

Для каждого опто входа под напряжением от внутреннего источника или каждого выходного реле под напряжением:

Каждый дополнительный опто вход под напряжением от внутреннего источника	0.10 Вт или 0.16 ВА
Каждое дополнительное выходное реле под напряжением	0.30 Вт или 0.35 ВА

3. ТОЧНОСТЬ

Существует однотипность всех точностей, равная $\pm 2.5\%$, если не указано иначе.

Если не указан диапазон справедливости точности, тогда указанная точность распространяется на весь диапазон уставок.

3.1 Нормальные климатические условия эксплуатации

Величина	Условия	Отклонения
Общие		
Температура		
Атмосферное давление	От 86 кПа до 106 кПа	-
Относительная влажность	От 45 до 75 %	-
Входная величина		
Ток	I_n	$\pm 5\%$
Напряжение	U_n	$\pm 5\%$
Частота	50 или 60 Гц	$\pm 0.5\%$
Напряжение питания	24, 48 или 110 В= 63.5 или 110 В~	$\pm 5\%$

3.2 Точность измерений

Величина	Диапазон	Точность
Ток	От 0.05 до $3I_n$	$\pm 1\%$ чтения
Частота	От 40 до 70 Гц	$\pm 1\%$

3.3 Точность защиты

Элемент	Диапазон	Пуск	Возврат	Точность времени
Дифференциально-фазная защита	От 0 до 60°	-	-	$\pm 2^\circ$
Органы МТЗ ($I>$ & $I>>$)	От 2 до $20I_s$ [1]	DT: $1s \pm 5\%$ IDMT: $1.05I_s \pm 5\%$	$0.95I_s \pm 2\%$ $0.95I_s \pm 5\%$	Больше, чем $\pm 2\%$ или 20 мс больше, чем $\pm 5\%$ или 40 мс
Угол м.ч.	От -95° до $+95^\circ$	Точность: $\pm 2^\circ$	1°	
Органы ЗНЗ ($I_N>$, $I_{ЧЗНЗ}>$)	От 2 до $20I_s$ [2]	DT: $1s \pm 5\%$ IDMT: $1.05I_s \pm 5\%$	$0.95I_s \pm 5\%$	Больше, чем $\pm 2\%$ или 20 мс больше, чем $\pm 5\%$ или 40 мс
Поляризация током обратной последовательности: Уставка тока ($I_{2p}>$)	От 0.08 до $1.0 I_n$	Точность $\pm 5\%$	$0.95I_s \pm 5\%$	-
Органы минимального тока ($I<$, $I_0<$)	От 0.2 до $1.2 I_n$	Точность: $\pm 10\%$	$\pm 5\%$	Выше уставки: 10 мс или менее Ниже уставки: 15 мс или менее
Защита от	От 0.08 до	$1.05I_0>> \pm 5\%$	$0.95I_0>> \pm 5\%$	Более, чем $\pm 2\%$ или

Элемент	Диапазон	Пуск	Возврат	Точность времени
тепловой перегруз.	3.2 In			20 мс
Защита от обрыва провода	От 0.2 до 1.0	±5%	0.95 ±5%	Более, чем ±2% или 20 мс
Кратковременное перенапряжение	От 2 до 20 Is	<5% (для X/R системы до 90)	-	-
Отклонения от установленного значения	От 2 до 20 Is	<50 мс	-	-
Таймеры УРОВ	От 0 до 10 с	-	-	Более, чем ±2% или 20 мс

Примечания:

Меньшее из [1] или 65In.

Меньшее из [2] или 30In.

3.4 Влияющие факторы

Дополнительные погрешности не будут возникать при следующих условиях:

Величины	Рабочий диапазон (только типичный)
Окружающая среда	
Температура	От - 25°C до + 55°C
Механические (вибрация, удар, толчок, сейсмические)	В соответствии с МЭК 60255-21-1:1988 МЭК 60255-21-2:1988 МЭК 60255-21-3:1995

Величины	Рабочий диапазон
Электрические	
Частота	От 45 до 65 Гц
Гармоники (одна)	5% в диапазоне от 2-й до 17-й
Диапазон напряжения питания	От 0.8 НН до 1.2 ВН (пост.) От 0.8 НН до 1.1 ВН (перемен.)
Пульсация напряжения питания	12% Un с частотой 2fn.
Фаза тока КЗ	От 0 до 360°
Смещение постоянной составляющей тока КЗ	От нулевого до полного смещения
Фаза	От -90° до +90°
Бросок тока намагничивания	Не действует на элементы МТЗ, установленные на 35% максимального ожидаемого уровня броска тока намагничивания

3.5 Перенапряжения МЭК 60255-5: 1977

3.5.1 Диэлектрическая прочность МЭК 60255-5: 1977 – только задние зажимы

Реле выдерживает воздействие действующего значения напряжения 2 кВ между всеми зажимами и заземленным корпусом в течение 1 минуты.

Реле выдерживает воздействие действующего значения напряжения 2 кВ на все независимые цепи при соединенных между собой зажимах этих цепей в течение 1 минуты, включая выходные контакты и закоротку между D17/D18 и E17/E18.

Реле выдерживает воздействие действующего значения напряжения 1 кВ на нормально разомкнутые контакты реле контроля исправности в течение 1 минуты.

Реле выдерживает воздействие действующего значения напряжения 1,5 кВ на нормально разомкнутые контакты выходных реле в течение 1 минуты.

3.5.2 Высоковольтный импульс

Реле выдерживает воздействие импульсов величиной 5 кВ, 1,2 / 50 мкс, 0,5J между:

- всеми независимыми цепями и корпусом при соединенных между собой зажимах каждой независимой цепи;
- независимыми цепями при соединенных между собой зажимах каждой независимой цепи;
- зажимами одной цепи, кроме нормально разомкнутых металлических контактов.

3.5.3 Сопротивление изоляции

Сопротивление изоляции превышает 100 МОм при 500 В=.

4. ВНЕШНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

4.1 Электрическое воздействие

4.1.1 Кратковременное исчезновение напряжения питания (пост. ток)

МЭК 60255-11: 1979

Реле выдерживает кратковременное исчезновение напряжения питания не превышающее 20 мс при нахождении реле в статическом состоянии. При этом не требуется перезапуск реле.

4.1.2 Пульсации постоянного тока.

МЭК 60255-11: 1979

Устройство выдерживает пульсации постоянного тока, равные 12 % от постоянного напряжения питания без дополнительных погрешностей измерений.

4.1.3 Кратковременные исчезновение напряжения питания переменным током.

EN 61000-4-11: 1994

Устройство удовлетворяет требованиям EN61000-4-11:1994 при провалах напряжения и перерывах питания в 20 мс.

4.1.4 Высокочастотные возмущения.

МЭК 60255-22-1: 1988 Класс III

Возмущения величиной 1МГц, в течение 2 секунд с сопротивл. источника 200 Ом без дополнительных погрешностей измерений:

Устройство выдерживает воздействие импульса напряжения величиной 2,5 кВ приложенного к независимым цепям и независимым цепям и корпусу.

Устройство выдерживает воздействие импульса напряжения величиной 1,0 кВ приложенного к зажимам независимых цепей.

4.1.5 Кратковременные возмущения.

МЭК 60255-22-4: 1992 Класс IV

Напряжение 4 кВ при частоте 2,5 кГц, приложенное к источнику питания.

Напряжение 4 кВ при частоте 2,5 кГц, приложенное ко всем входам.

4.1.6 Электростатический разряд

МЭК 60255-22-2: 1996 Класс 4

Интерфейс пользователя, дисплей и металлические детали корпуса выдерживают воздействие атмосферного разряда в 15 кВ.

МЭК 60255-22-2: 1996 Класс 3

Порты связи выдерживают воздействие атмосферного разряда в 8 кВ. Лицевая панель реле выдерживает воздействие точечного разряда величиной 6 кВ.

4.1.7 Кондуктивное излучение EN 55011:1991

Ограничения Группа 1 Класс А.

0.15 - 0.5МГц, 79 дБμВ (квазибросок) 66 дБмВ (средняя величина).

0.5 - 30МГц, 73 дБμВ (квазибросок) 60 дБмВ (средняя величина).

4.1.8 Радиоактивное излучение EN 55011:1991

Ограничения Группа 1 Класс А.

30 - 230МГц, 40дБμВ/м при расстоянии измерения 10 м.

230 - 1000МГц, 47дБμВ/м при расстоянии измерения 10 м.

4.1.9 Защищенность от излучений МЭК60255-22-3:1989

Класс/Уровень III/3 - 10В/м @ 1кГц 80% ам., 20МГц ÷ 1ГГц.

4.1.10 Защищенность проводников МЭК 61000-4-6: 1996

Уровень 3 - 10 В действ. знач. @ 1кГц 80% ам.- 0.15 ÷ 80МГц.

4.1.11 Устойчивость к пульсациям МЭК61000-4-5:1995

Уровень 3 - 2 кВ синфазная помеха 1 кВ помеха при дифференциальном включении.

4.1.12 Пики напряжения

МЭК 61000-4-5: 1995 Уровень 4.

Устройство выдерживает пики напряжения

4 кВ, приложенного к реле и заземленному корпусу (1,2 / 50мкс).

Устройство выдерживает пики напряжения

2 кВ, приложенного к зажимам каждой группы (1,2 / 50 мкс).

4.1.13 Электромагнитная совместимость

Одобрено директивой Европейской комиссии по низковольтной аппаратуре.
89/336/ЕЕС

Директива подтверждает выполнение стандартов EN50081-2: 1994 и EN50082-2: 1995

4.1.14 Помехи промышленной частоты - Ассоциация по электричеству (Великобритания)

Документ EA PAP, требования к климатическим испытаниям для реле защиты и систем выпуск I, проект 4.2.1 1995.

Класс	Длина сети передачи информации	Несимметричные сети В (действ. знач.)	Симметричные сети (Несимметрия 1%) В (действ. знач.)	Симметричные сети (Несимметрия 0.1%) В (действ. знач.)
1	От 1 до 10 м	0.5	0.005	0.0005
2	От 10 до 100 м	5	0.05	0.005
3	От 100 до 1000 м	50	0.5	0.05
4	От 1000 до 10,000 м или >	500	5	0.5

4.2 Условия окружающей среды

4.2.1 Температура

МЭК 60255-6:1988

Рабочий диапазон:

От -25 °С до +55 °С

Хранение и транспортировка:

От $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ к $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$

МЭК 60068-2-1: 1990/A2:1994

Проверка на морозоустойчивость

МЭК 60068-2-2: 1974/A2:1994

Высокотемпературное воздействие

4.2.2 Влажность

МЭК 60068-2-3: 1969

Сохраняет работоспособность в течение 56 дней при 93 % влажности и температуре $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4.2.3 Проверка на герметичность

МЭК 60529: 1989

Лицевая сторона реле защищена от попадания пыли и капель влаги при наклоне реле на угол менее 15° по вертикали (IP52).

4.2.4 Степень загрязнения МЭК 61010-1 1990/A2: 1995

Обычно появляется только непроводящее загрязнение. Можно ожидать случайную временную проводимость, вызванную конденсацией.

4.3 Механическая прочность

4.3.1 Вибрация

МЭК 60255-21-1: 1988

Класс 2 - 1g

Класс долговечности 2 - 2g

4.3.2 Ударостойкость

МЭК 60255-21-2: 1988

Класс ударостойкости 2 - 10g

Класс механической прочности 1 - 15g

Класс устойчивости к толчкам - 10g

4.3.3 Сейсмическая прочность

МЭК 60255-21-3: 1993 Класс 2

5. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ НА ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ ANSI

Изделие соответствует следующим требованиям ANSI / IEEE:

5.1 ANSI / IEEE C37.90.1989

Стандарты для реле и релейных систем, связанных электрическими аппаратами.

5.2 ANSI / IEEE C37.90.1 : 1989

Способность противостоять импульсам (SWC) испытания для реле защиты и релейных систем:

Колебательное испытание - 1МГц ÷ 1.5МГц, 2.5 кВ ÷ 3.0 кВ,

Проверка на быстрый переходный режим 4 кВ ÷ 5 кВ

5.3 ANSI / IEEE C37.90.2 : 1995

Стандарт для релейных систем на способность противостоять излучаемым электромагнитным помехам от приемопередатчика. 35 В/м , 25 ÷ 1000МГц.

6. ДИАПАЗОНЫ УСТАВОК ЗАЩИТ

6.1 Дифференциально-фазная защита

Обычное время срабатывания дифференциально-фазной защиты будет <1.5 периодов плюс уставка выдержки времени плюс время прохождения сигнала по каналу связи защиты.

При срабатывании пусковых органов они останутся в сработанном состоянии в течение следующего времени возврата при условии протекания тока КЗ:

Уставка	Диапазон	Шаг
Грубое время возврата	0.5-1	0.1
Точное время возврата	0.6-1	0.01

6.1.1 Пусковые органы Delta

Пусковой орган тока прямой последовательности (I_1)

Грубый от 5 до 60% номинального тока

Чувствительный от 5 до 60% номинального тока

Пусковой орган тока обратной последовательности (I_2)

Грубый от 5 до 60% номинального тока

Чувствительный от 5 до 60% номинального тока

6.1.2 Пусковые органы Threshold (level)

Пусковой орган тока прямой последовательности (I_1)

Грубый от 5 до 500%

Чувствительный от 5 до 500%

Пусковой орган тока обратной последовательности (I_2)

Грубый от 5 до 500%
Чувствительный от 5 до 500%

6.1.3 Угол устойчивости

Уставка	Диапазон	Шаг
Угол устойчивости	0 - 60°	1°

6.1.4 Сигнализация чрезмерной передачи

Уставка	Диапазон	Шаг
Сигнализация чрезмерной передачи	0.2 – 10 с	0.01 с

6.1.5 Уставка компенсации емкостного тока

Уставка	Диапазон	Шаг
Зарядный ток	0 - 0.3 In	0.01 In

6.1.6 Уставки подсчета отсутствия импульса (пауз)

Уставка	Диапазон	Шаг
Число пауз	1 – 5	1

6.1.7 Точное время возврата пусковых органов Delta

Уставка	Диапазон	Шаг
Точное время возврат.	0.6 – 1 с	0.01 с

6.1.8 Грубое время возврата пусковых органов Delta

Уставка	Диапазон	Шаг
Грубое время возврат.	0.5 – 1 с	0.01 с

6.2 Максимальная токовая защита

Выдержка времени выбирается пользователем, как независимая или зависимая от времени характеристика:

6.2.1 Обрато зависящая времятоковая характеристика (IDMT)

Характеристика IDMT может быть выбрана из четырех МЭК/UK и пяти IEEE/US кривых, как показано в таблице ниже.

Характеристики МЭК/UK IDMT соответствуют следующему уравнению:

Ошибка!

Характеристики IEEE/US IDMT соответствуют следующему уравнению:

Ошибка!

где t = время срабатывания

K = константа

I = измеренный ток

I_s = уставка тока

α = константа

L = константа ANSI/IEEE (нуль для кривых МЭК/UK)

T = Уставка коэффициента времени для кривых МЭК/UK

TD = Уставка коэффициента времени для кривых IEEE/US

Описание характеристики IDMT	Стандарт	Константа K	Константа α	Константа L
Стандартная инверсная	IEC	0.14	0.02	0
Очень инверсная	IEC	13.5	1	0
Чрезвычайно инверсная	IEC	80	2	0
Длительно инверсная	UK	120	1	0
Умеренно инверсная	IEEE	0.0515	0.02	0.114
Очень инверсная	IEEE	19.61	2	0.491
Чрезвычайно инверсная	IEEE	28.2	2	0.1217
Инверсная	US-C08	5.95	2	0.18
Кратковременно инверсная	US-C02	0.02394	0.02	0.01694

Существующие характеристики IDMT

Название	Диапазон	Шаг
TMS	От 0.025 до 1.2	0.025

Уставка коэффициента времени для кривых МЭК/UK

Название	Диапазон	Шаг
TD	От 0.5 до 15	0.1

Уставка коэффициента времени для кривых IEEE/US

6.2.2 Независимая выдержка времени

Диапазон	Шаг
От 0 до 100 с	0.01 с

Выдержка времени возврата будет мгновенной и будет обычно меньше, чем 60 мс плюс время прохождения сигнала по каналу связи.

6.3 Трехфазная ненаправленная МТЗ

6.3.1 Уставки

Уставка	Степень	Диапазон	Шаг
I>1	1 степень	От 0.08 до 4.0I _n	0.01I _n
I>2	2 степень	От 0.08 до 4.0I _n	0.01I _n
I>3	3 степень	От 0.08 до 32I _n	0.01I _n
I>4	4 степень	От 0.08 до 32I _n	0.01I _n

6.3.2 Выдержка времени

Каждый орган МТЗ имеет независимую выдержку времени и каждая выдержка времени может быть заблокирована опто входом:

Орган	Тип выдержки времени
1 степень	Независимая или зависимая
2 степень	Независимая или зависимая
3 степень	Независимая
4 степень	Независимая

6.3.2.1 Обратно зависимая времятоковая характеристика (IDMT)

Характеристика IDMT может быть выбрана из четырех МЭК/UK и пяти IEEE/US кривых, как показано в таблице ниже.

Характеристики МЭК/UK IDMT соответствуют следующему уравнению:

Ошибка!

Характеристики IEEE/US IDMT соответствуют следующему уравнению:

Ошибка!

где t = время срабатывания

K = константа

I = измеренный ток

I_s = уставка тока

α = константа

L = константа ANSI/IEEE (нуль для кривых МЭК/UK)

T = Уставка коэффициента времени для кривых МЭК/UK

TD = Уставка коэффициента времени для кривых IEEE/US

Описание характеристики IDMT	Стандарт	Константа K	Константа α	Константа L
Стандартная инверсная	IEC	0.14	0.02	0
Очень инверсная	IEC	13.5	1	0
Чрезвычайно инверсная	IEC	80	2	0

Длительно инверсная	UK	120	1	0
Умеренно инверсная	IEEE	0.0515	0.02	0.114
Очень инверсная	IEEE	19.61	2	0.491
Чрезвычайно инверсная	IEEE	28.2	2	0.1217
Инверсная	US-C08	5.95	2	0.18
Кратковременно инверсная	US-C02	0.02394	0.02	0.01694

Существующие характеристики IDMT

Название	Диапазон	Шаг
TMS	От 0.025 до 1.2	0.025

Уставка коэффициента времени для кривых МЭК/UK

Название	Диапазон	Шаг
TD	От 0.5 до 15	0.1

Уставка коэффициента времени для кривых IEEE/US

6.3.2.2 Независимая выдержка времени

Орган	Диапазон	Шаг
Все ступени	От 0 до 100 с	10 мс

6.3.2.3 Характеристика возврата

Опции возврата для ступеней IDMT:

Тип хар-ки	Выдержка времени возврата
Кривые МЭК - UK	Только независимая
Все остальные	Зависимая или независимая

Обратно зависимая характеристика возврата зависит от выбранной характеристики IEEE/US IDMT, как показано в таблице ниже. Однако, если выбран возврат по IDMT, то выбранная характеристика и постоянная времени будут применяться как к срабатыванию, так и к возврату.

Все обратно зависимые характеристики возврата соответствуют следующему уравнению:

Ошибка!

где

t_r	=	время срабатывания
I	=	измеренный ток
I_s	=	уставка тока
α	=	константа
TD	=	Уставка коэффициента времени для кривых IEEE/US (та же уставка, что и для кривой срабатывания IDMT)

IEEE/US IDMT	Название стандарта	Константа tr	Константа α
Умеренно инверсная	IEEE	4.85	2
Очень инверсная	IEEE	21.6	2
Чрезвычайно инверсная	IEEE	29.1	2
Инверсная	US-C08	5.95	2
Кратковременно инверсная	US-C02	2.261	2

Обратно зависимые характеристики возврата

6.4 Защита от замыканий на землю

6.4.1 Уставки

Уставка	Степень	Диапазон	Шаг
$I > 1$	1 степень	От 0.08 до $4.0I_n$	$0.01I_n$
$I > 2$	2 степень	От 0.08 до $4.0I_n$	$0.01I_n$
$I > 3$	3 степень	От 0.08 до $32I_n$	$0.01I_n$
$I > 4$	4 степень	От 0.08 до $32I_n$	$0.01I_n$

6.4.2 Выдержки времени

Степени 1 и 2 могут быть по выбору с независимой и с зависимой выдержкой времени. Степени 3 и 4 могут иметь только независимую выдержку времени. Уставки и характеристики IDMT идентичны таковым для МТЗ. Диапазон уставок для независимой выдержки времени приведен ниже:

Независимая выдержка времени

Орган	Диапазон	Шаг
Все степени	От 0 до 100 с	10 мс

6.5 Чувствительная защита от замыканий на землю

6.5.1 Уставки

Уставка	Диапазон	Шаг
$I_{CH3} > 1$	От 0.005 до $0.1I_n$	$0.00025I_n$
$I_{CH3} > 2$	От 0.005 до $0.1I_n$	$0.00025I_n$
$I_{CH3} > 3$	От 0.005 до $0.8I_n$	$0.00025I_n$
$I_{CH3} > 4$	От 0.005 до $0.8I_n$	$0.00025I_n$

6.5.2 Выдержки времени

Опции выдержки времени для чувствительной ЗНЗ идентичны таковым для МТЗ, степени 1 и 2 могут быть по выбору с независимой и с зависимой выдержкой времени. Степени 3 и 4 могут иметь только независимую выдержку времени. Так же как и выбор характеристик и диапазоны уставок для коэффициентов такие же,

как для органов МТЗ. Органы с независимой выдержкой времени имеют тот же диапазон, что и органы стандартной ЗНЗ.

6.6 Защита от обрыва провода

Уставка	Диапазон	Шаг
I2 / I1	От 0.2 до 1.0	0.01
t I2 / I1	От 0 до 100 с	0.1 с

6.7 Защита от тепловой перегрузки

Орган тепловой перегрузки может использовать уравнение с одной или двумя постоянными времени, как показано ниже:

1. Характеристика с одной постоянной времени

$$\exp(-t/\tau_1) = (I^2 - (1.05 \cdot I_{TH})^2) / (I^2 - I_p^2)$$
2. Характеристика с двумя постоянными времени

$$0.4 \cdot \exp(-t/\tau_1) + 0.6 \cdot \exp(-t/\tau_2) = (I^2 - (1.05 \cdot I_{TH})^2) / (I^2 - I_p^2)$$

Тепловое состояние сохраняется в реле в энергонезависимой памяти и останется при потере питания реле.

I_p - нагрузка до КЗ

t - время срабатывания

I_{TH} - уровень тока для теплового отключения

Уставка	Диапазон	Шаг
Постоянная времени	Одна или две	-
Тепловое отключение	От 0.08 до 4I _n	0.01I _n
Тепловой сигнал	От 50 до 100%	1%
Пост.времени 1 (τ_1)	От 1 до 200 минут	1 минута
Пост.времени 2 (τ_2)	От 1 до 200 минут	1 минута

6.8 Органы минимального тока

Эти органы используются функциями реле УРОВ и контроля выключателя. relay.

Название	Диапазон	Шаг
$I <$	От 0.02 до 3.2I _n	0.01I _n
$I < ZN3 <$	От 0.001 до 0.8I _n	0.0005I _n

6.9 Таймеры УРОВ (tУРОВ1 и tУРОВ2)

Существует две ступени УРОВ, которые могут использоваться для повторного отключения выключателя и для отключения вышестоящего выключателя в случае отказа выключателя. При отключении выключателя, это обычно обнаруживается органами минимального тока, таймеры сбрасываются. Другие методы обнаружения могут применяться для конкретных отключений (см. Указания по применению, т. 1, гл. 2).

Таймер	Диапазон уставок	Шаг
tУРОВ1	От 0 до 10 с	0.01 с
tУРОВ2	От 0 до 10 с	0.01 с

7. УСТАВКИ ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Уставки осциллографа

Уставка	Диапазон	Шаг
Длина записи	От 0 до 10.5 с	0.1 с
Момент запуска	От 0 до 100%	0.1%
Тип запуска	Один/Расширенный	
Дискретизация	12 Выборок/период	Фиксированный
Дискретные сигналы	По выбору с дискретных входов и выходов и внутренних сигналов	
Логика запуска	Каждый дискретный вход может быть назначен на запуск осциллографа	

8. УСТАВКИ ФУНКЦИЙ УПРАВЛЕНИЯ

8.1 Уставки связи

Передний порт	Параметры связи (фиксир.)
Протокол	Курьер
Адрес	1
Формат сообщения	МЭК60870FT1.2
Скорость передачи информации	19200 бит/с

Уставки заднего порта	Опции уставок	Уставки имеются для:
Канал связи	RS485 или оптоволокно	Только МЭК
Адрес реле	0 – 255 (шаг 1)	МЭК /Курьер
Адрес Modbus	1 – 247 (шаг 1)	Только Modbus
Скорость передачи информации	9 600 или 19 200 бит/с	Только МЭК
Скорость передачи информации	9 600, 19 200 или 38 400 бит/с	Только Modbus
Таймер бездействия	1 – 30 минут (шаг 1)	Всех
Четность	“Нечетный”, “Четный” или “Нет”	Только Modbus
Период измерений	1 – 60 минут (шаг 1)	Только МЭК

8.2 Контроль положения выключателя

Реле может контролировать положение выключателя с помощью сигнала либо 52a, либо 52b, возможно выбрать, какой из них использовать в меню реле. Если в меню выбрана опция ‘Оба 52a и 52b’, тогда может быть обнаружен сигнал несоответствия. Если эти контакты одновременно замкнуты или разомкнуты в течение >5 с, то будет выдан сигнал «Статус выкл».

8.3 Контроль выключателя

Название	Диапазон	Шаг
Контр.Выкл.от	Введен/локальный/ Дистанц. / Локальн. +дистанц. / Опто/ Опто+локальн. / Опто+дистанц. / Опто+дист+локал.	
tимпульса вкл.	От 0.1 до 5 с	0.1 с
tимпульса откл.	От 0.1 до 5 с	0.1 с
tручн.вкл.	От 0 до 60 с	1 с
tготовн.	От 0.01 до 999 с	0.01 с
tконтр.синх.	От 0.01 до 9999 с	0.01 с

8.4 Контроль ресурса выключателя

8.4.1 Уставка сигнала техобслуживания

Название	Диапазон	Шаг	
I ^Δ Обслуж.	От 1 до 25000	1	Сумма отключенных токов
Число опер.выкл.	От 1 до 10000	1	
tработы выкл.	От 5 до 500 мс	1 мс	Время отключения выключателя

8.4.2 Уставка сигнала блокировки

Название	Диапазон	Шаг
I ^Δ уставка	От 1 до 25000	1
Число блок.выкл.	От 1 до 10000	1
tблок.выкл	От 5 до 500 мс	1 мс
Число КЗ	От 1 до 9999	1
tчаст.КЗ	От 0 до 9999	1

8.5 Программируемая логика

Программируемая логика не редактируется в меню реле, а имеется специально предназначенный пакет, как часть программы поддержки MiCOM S1. Это графический редактор для программируемой логики. Функции программируемой логики более полно описаны в разделе указаний по применению. Как часть логики каждый выходной контакт имеет программируемый формирователь/таймер, имеется также восемь таймеров общего назначения для использования в логике.

Формирователь выходов и таймеры общего назначения имеют следующие диапазоны уставок:

Модель	Таймер	Диапазон	Шаг
P547	От T1 до T8	От 0 до 4 часов	0.01 с

8.6 Уставки коэффициентов трансформации ТТ

Первичные и вторичные номинальные значения могут быть установлены независимо для каждого набора входов ТТ, например, коэффициент трансформации ТТ нулевой последовательности может отличаться от таковых для фазных токов.

	Первичное значение	Вторичное значение
Трансформатор тока	От 1 до 30000 А с шагом 1 А	1 или 5 А

ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ

СОДЕРЖАНИЕ

1.	РАЗДЕЛ БЕЗОПАСНОСТИ	4
1.1	Здоровье и безопасность	4
1.2	Объяснение символов и меток	4

2.	УСТАНОВКА, НАЛАДКА И ОБСЛУЖИВАНИЕ	5
3.	УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ	6
3.1	Цепи трансформатора тока	6
3.2	Замена батарей	6
3.3	Внешние резисторы	6
3.4	Включение модулей и печатных плат	6
3.5	Оптоволоконная связь	6
3.6	Изоляция и испытание электрической прочности диэлектриков	6

4.	ДЕМОНТАЖ И УТИЛИЗАЦИЯ	7
5.	ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ	8

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

Реле MiCOM P547 Дифференциально-фазная защита

РАБОТА С ЭЛЕКТРОННЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

Нормальные перемещения человека могут легко производить электростатические электрические потенциалы в несколько тысяч вольт.

Разряд этих разностей потенциалов в полупроводниковые устройства при управлении электронными схемами может причинить серьезное повреждение, которое часто немедленно не может быть выявлено, но надежность схемы будет понижена.

Электронные схемы изделий ALSTOM устойчивы к разряду электростатического электричества, когда размещены в корпусе. Не подвергайте их риску повреждения при излишнем вынимании активной части реле из корпуса.

Каждый модуль обеспечивает самую высокую реальную защиту для ее полупроводниковых устройств. Однако, если становится необходимо вынуть модуль, должны быть приняты следующие предосторожности, чтобы обеспечить высокую надежность и срок службы, на которые аппаратура была разработана и изготовлена.

1. Перед выдвиганием активной части убедитесь, что Вы имеете тот же электростатический электрический потенциал, что и аппаратура.
2. Манипулируйте модулем с помощью его передней пластины, корпуса или гранями панели печатной схемы. Избегайте касания радиодеталей, трассирования печатной схемы или разъемов.
3. Не передавайте модуль никакому человеку без обеспечения, одного электростатического электрического потенциала, например, с помощью рукопожатия.
4. Расположите модуль на не электризующейся поверхности, или на проводящей поверхности, которая имеет тот же электрический потенциал, что и Вы.
5. Храните или переносите модуль в токопроводящем мешке.

Больше информации относительно рабочей процедуры для всего электронного оборудования можно найти в BS5783 и МЭК 60147-0F.

При выполнении измерений во внутренней электронной схеме устройств в процессе эксплуатации предпочтительно, чтобы Вы были заземлены с помощью металлической манжеты на руке.

Манжета запястья (кольцо пальца) должна иметь сопротивление относительно земли порядка 500 кОм – 1 МОм. Если манжеты нет в наличии, Вы должны поддерживать регулярный контакт с землей, чтобы предотвратить статическое напряжение.

Контрольно-измерительная аппаратура, которая может использоваться для измерений, должна быть заземлена всякий раз, когда это возможно.

ALSTOM настоятельно рекомендует при выполнении измерений придерживаться требований BS5783 или МЭК 60147-0F.

1. РАЗДЕЛ БЕЗОПАСНОСТИ

Этот раздел должен быть прочитан перед началом любых работ с устройством.

1.1 Здоровье и безопасность

Информация в разделе Безопасности документации устройства служит для проверки правильной установки и функционирования устройства для того, чтобы поддерживать его в безопасных условиях эксплуатации. Необходимо, чтобы все, кто связан с эксплуатацией устройства, были знакомы с содержанием настоящего раздела.

1.2 Объяснение символов и меток

Значение символов и меток, которые могут использоваться на оборудовании или в документации на устройства, дается ниже.



Предупреждение: Обратитесь к документации



Предупреждение: Опасность поражения электрическим током



Зажим защитного/безопасного заземления



Зажим заземления.

Примечание: этот символ может также использоваться для зажима защитного/безопасного заземления, если этот зажим - часть блока зажимов или блока питания.

2. УСТАНОВКА, НАЛАДКА И ОБСЛУЖИВАНИЕ

Подключение оборудования



Персонал, выполняющий установку, должен быть осведомленным о правилах проведения работ для обеспечения безопасности. Перед началом установки оборудования необходимо ознакомиться с документацией устройства.

Если оборудование электрически не изолировано, то на зажимах устройства в период установки, запуска и эксплуатации может возникать опасное напряжение.

Если есть доступ к задней стенке устройства, персоналу необходимо соблюдать осторожность, чтобы избежать поражения электрическим током.

Для безопасности, подключение зажимов тока и напряжения должно быть выполнено, используя изолированный блок зажимов. Чтобы обеспечить правильное подключение проводов, необходимо использовать соответствующие зажимы и провода. Перед подачей питания оборудование должно быть заземлено с помощью зажима защитного заземления или соответствующего разъема. Снятие или отсоединение заземления может вызвать угрозу безопасности.

Рекомендуемое минимальное сечение заземляющего провода - 2.5 мм², если нет особых указаний в разделе технических данных в документации на устройство.

Перед подачей питания, необходимо проверить:

- Величину и полярность напряжения
- Номинальный ток трансформатора тока и целостность соединений
- Номинал защитных предохранителей (если применяется)
- Целостность заземления (если применяется)

3. УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ

Оборудование должно обслуживаться в заданных пределах электрических параметров и условиях окружающей среды.

3.1 Цепи трансформатора тока



Не разрывайте вторичные цепи работающего трансформатора тока, так как высокое напряжение на зажимах может оказаться летальным для персонала и повредить изоляцию.

3.2 Замена батарей



Если установлены внутренние батареи, их замена должна осуществляться в соответствии с рекомендуемым типом и устанавливаться они должны с правильной полярностью, чтобы избежать возможной поломки оборудования.

3.3 Внешние резисторы



В случае, если внешние резисторы подключены к реле, они могут вызывать опасность поражения электрическим током или ожога при касании.

3.4 Включение модулей и печатных плат



Модули и печатные платы не должны устанавливаться или извлекаться из оборудования, пока на него подано питание, так как это может приводить к повреждению.

3.5 Оптоволоконная связь



Если установлены оптоволоконные устройства связи, они не должны просматриваться прямо. Оптические измерители мощности должны использоваться для определения действия или уровня сигнала устройства.

3.6 Изоляция и испытание электрической прочности диэлектриков



Испытание изоляции может оставляться конденсаторами, заряженными до опасного напряжения. На завершающей стадии каждого испытания, напряжение должно быть постепенно сведено к нулю, для этого необходимо разрядить конденсаторы.

4. ДЕМОНТАЖ И УТИЛИЗАЦИЯ



Демонтаж:

Цепь питания реле может включать в себя емкости через источник питания или на землю. После полного отключения питания от реле (обоих полюсов любого источника питания постоянного тока) с целью избежания удара током до демонтажа конденсаторы должны быть разряжены через внешние зажимы.

Утилизация:

Рекомендуется не сжигать и не допускать доступа к водоемам. Устройство должно быть утилизировано с соблюдением мер безопасности. Любое устройство, содержащее батареи, должно утилизироваться без них в целях безопасности и предотвращения коротких замыканий. Для утилизации литиевых батарей могут действовать отдельные правила, соответствующие стандартам той или иной страны.

5. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Рекомендуемый максимальный номинальный ток внешнего плавкого предохранителя для данного устройства составляет 16А, типа Red Spot, если не указан другой тип в разделе технических данных.

Класс изоляции:	МЭК 61010-1: 1990/A2: 1995 Класс 1 EN 61010-1: 1993/A2: 1995 Класс 1	Необходим защитный заземляющий провод, чтобы гарантировать безопасность персонала.
Категория установки (Перенапряжения):	МЭК 61010-1: 1990/A2: 1995 Категория III EN 61010-1: 1993/A2: 1995 Категория III	Стационарная установка. Оборудование в этой категории проверено импульсом в 5 кВ, 1.2/50мкс, 500 Ом, 0.5J, между всеми цепями питания и землей, а также между независимыми цепями.
Внешняя среда:	МЭК 61010-1: 1990/A2: 1995 Степень Загрязнения 2 EN 61010-1: 1993/A2: 1995 Степень Загрязнения 2	Согласовано с общими правилами техники безопасности.
Безопасность устройства:	73/23/ЕЕС	Согласовано с Директивой Европейской Комиссии по низкому напряжению
CE	EN 61010-1: 1993/A2: 1995 EN 60950: 1992/A11: 1997	Согласовано с универсальными правилами техники безопасности.