

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 Съем 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 оптопровод) |
| 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.

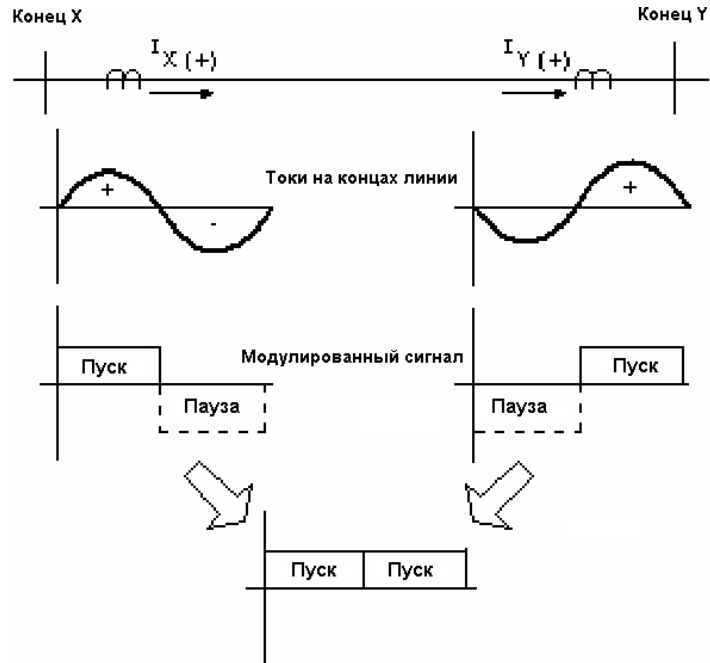


Рис. 1: Транзит мощности или внешнее КЗ

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.

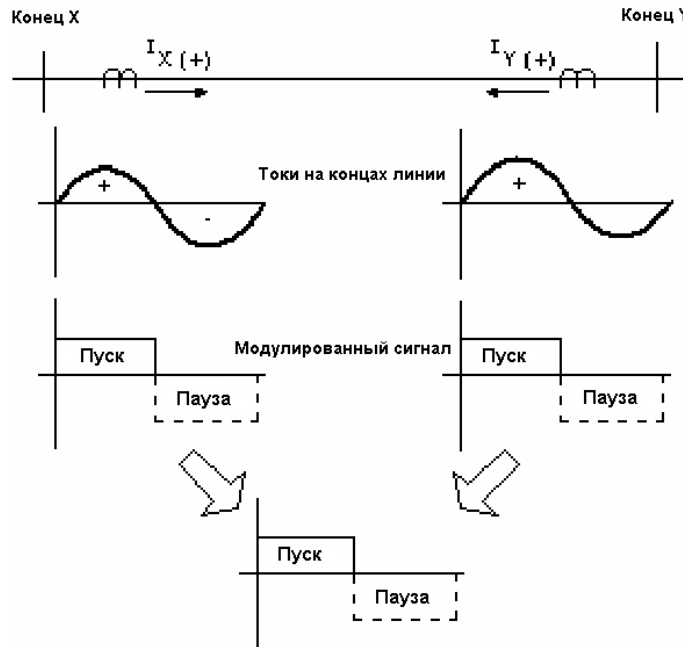


Рис. 2: Условие КЗ в зоне защиты

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.

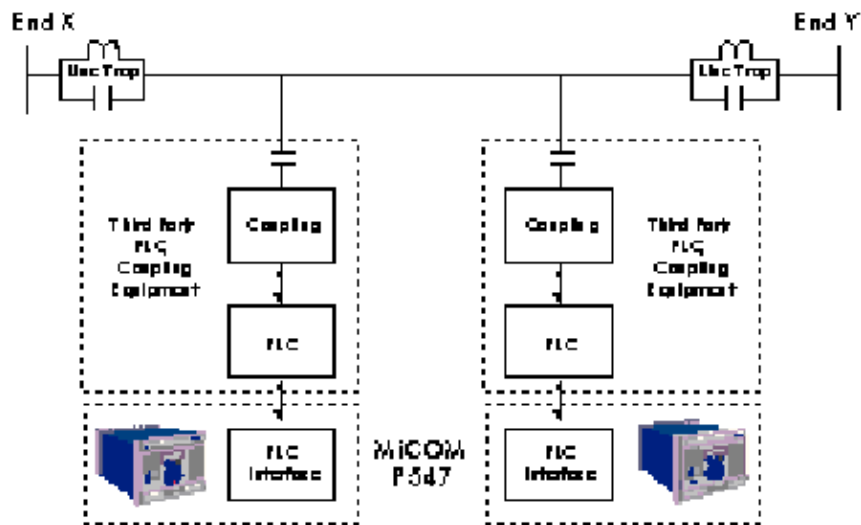


Рис. 3: Функциональная диаграмма схемы сравнения фазы

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 оптоволоды (IN1 и IN2) и выходы (OUTP1 и OUTP2) рассчитаны на напряжение 48В постоянного тока. Максимально выдерживаемое напряжение для этих оптоволодов и выходов – 60В. Если напряжение подстанционной батареи больше, чем 48/54В, то для оптоволодов 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):

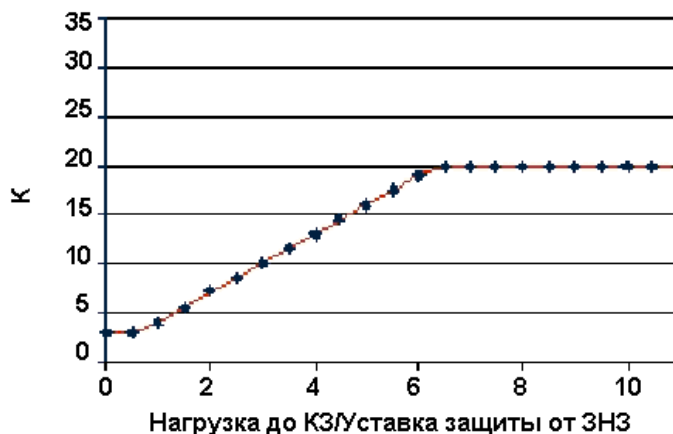


Рис. 4: автоматическая подстройка коэффициента K

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.

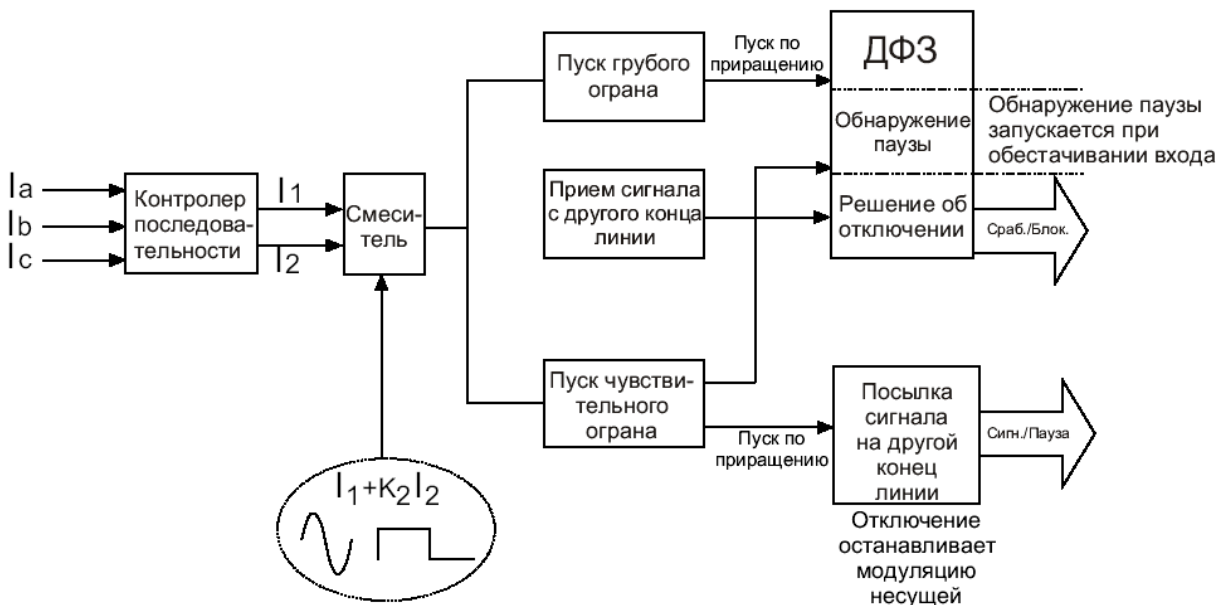


Рис. 5: Функциональная диаграмма схемы сравнения фазы

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

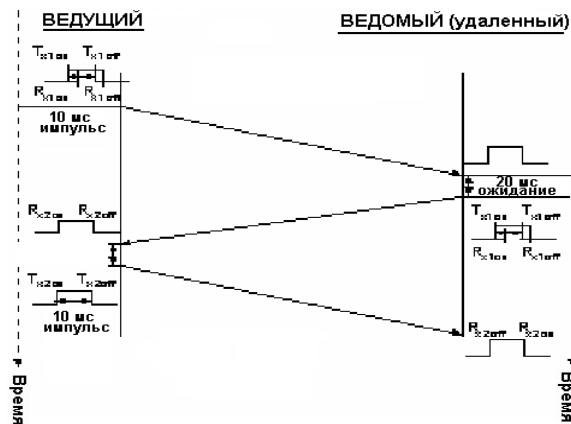
Вы, конечно, можете заметить, что между моментом, когда MiCOM P547 послал сигнал ВКЛ/ВЫКЛ пуск/пауза и когда этот сигнал будет принят другим устройством на другом конце линии, всегда есть небольшая задержка. Эту задержку составляют: срабатывание быстродействующего выхода P547, задержка в аппаратуре ВЧ 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.



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

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.

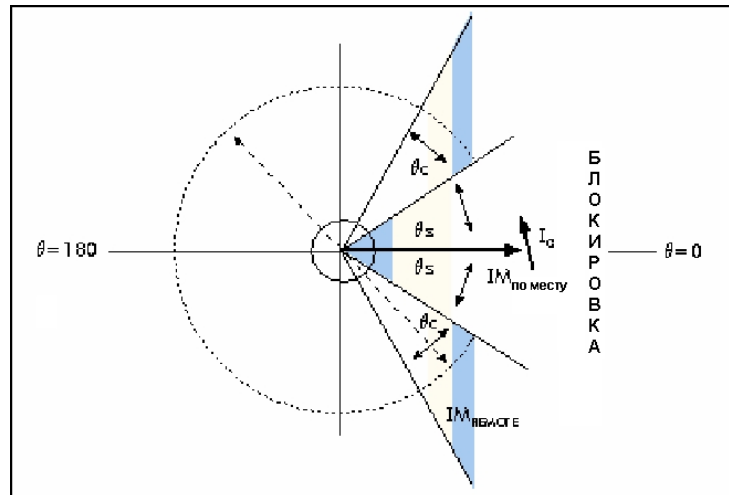


Рис. 7: Устойчивость системы

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 $\tilde{t} [(\theta_s + \theta_c) / 360] \times 1$ 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):

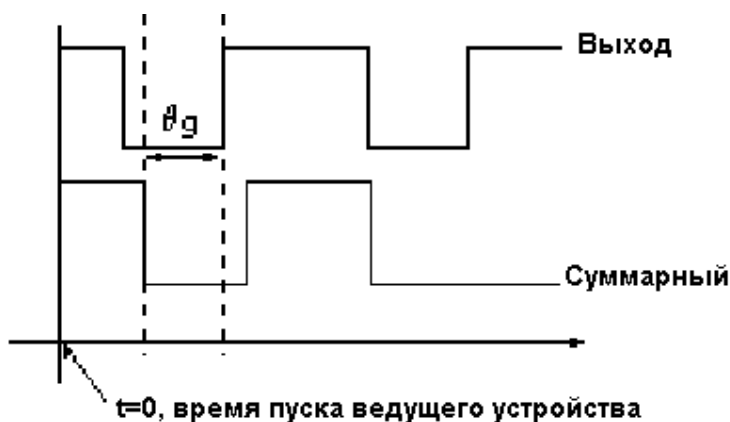


Рис. 8: Измерение интервала

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 заблокировала 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:

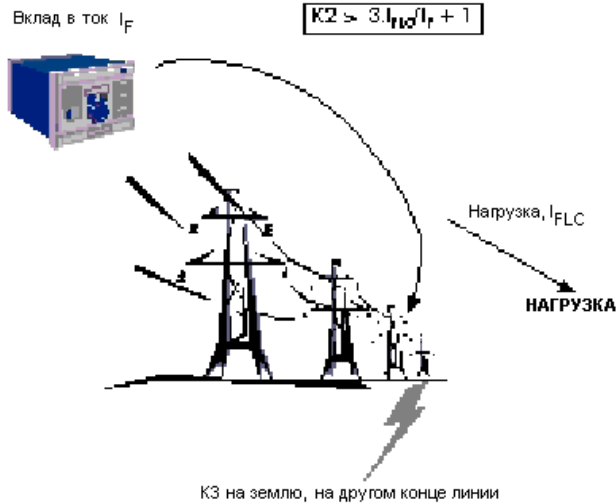


Рис. 9: Составляющие тока при КЗ на удаленном конце линии

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, $= I_{FLC}$

$I_{mixed} = -I_1 + (K \cdot I_2) = -(I_{FLC} + I_{1F}) + (K \cdot I_{2F}) \dots$ 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, $I_N > K3$ 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 Съем 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.
- Съем 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.

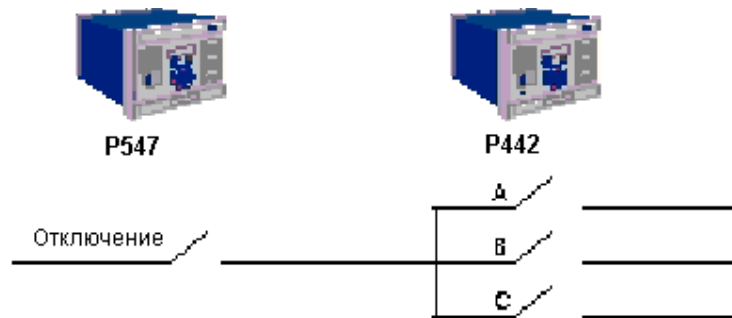


Рис. 10: Использование устройства дистанционной защиты для выбора фазы в схемах с пофазным отключением

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.

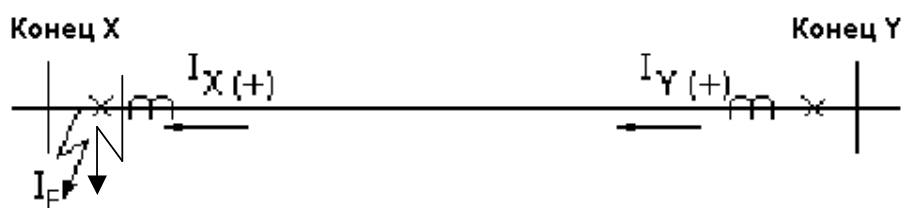


Рис. 11: Пример необходимости дополнительного отключения

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.

МТЗ 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 наладки 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.

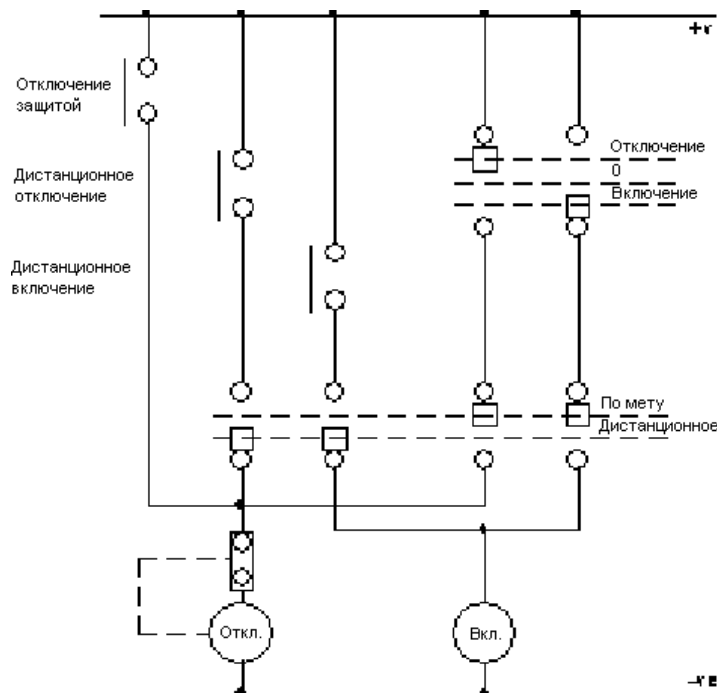


Рис. 12: Дистанционное управление выключателем

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 оптовходов 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 оптовходу 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 (зашелкивания) 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 (зашелкивание) 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 оптовходов, 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 оптовходов

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 оптоволоконных кабелей, 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 оптоволоконных кабелей) | - | - |
| 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 А) |
| 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 OUP1 и OUP2 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.