

СПРАВОЧНИК

HighTECH Line | PROTECTION TECHNOLOGY
MADE SIMPLE

MRG3 | СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ГЕНЕРАТОРА С КОНТРОЛЕМ
ЭЛЕКТРОСЕТИ, ЗАЩИТОЙ ОТ МАКСИМАЛЬНОГО
ТОКА С ВЫДЕРЖКОЙ ВРЕМЕНИ И КОНТРОЛЕМ
ТОКА ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ



**Система защиты генератора с контролем
ЭЛЕКТРОСЕТИ, ЗАЩИТОЙ ОТ МАКСИМАЛЬНОГО ТОКА С ВЫДЕРЖКОЙ ВРЕМЕНИ И
КОНТРОЛЕМ ТОКА ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ**

Перевод оригинала

Русский

Revision: D

Компания SEG Electronics сохраняет за собой право в любой момент вносить изменения в текст настоящего документа. Информация, предоставленная компанией SEG Electronics, является проверенной и корректной. Тем не менее, компания SEG Electronics не несет ответственности за ее достоверность, за исключением специально оговоренных случаев.

© SEG Electronics 1994–2020. All rights reserved.

Содержание

| | |
|---|-----------|
| 1. Общий обзор и применение | 7 |
| 2. Функции и характеристики | 9 |
| 3. Конструкция | 10 |
| 3.1 Соединения..... | 10 |
| 3.1.1 Схемы соединений..... | 10 |
| 3.1.2 Аналоговые входные цепи | 15 |
| 3.1.3 Выходные реле | 15 |
| 3.1.4 Вход блокировки..... | 15 |
| 3.1.5 Вход внешнего сброса | 15 |
| 3.1.6 Последовательный интерфейс | 15 |
| 3.1.7 Источник вспомогательного напряжения | 16 |
| 3.1.8 Кодовые разъемы..... | 16 |
| 3.1.9 Низкий/высокий диапазон цифровых входов..... | 19 |
| 3.2 Передние панели..... | 20 |
| 3.3 Светодиодные индикаторы | 23 |
| 4. Принципы работы..... | 24 |
| 4.1 Аналоговые цепи | 24 |
| 4.2 Цифровые цепи | 24 |
| 4.3 Контроль напряжения | 24 |
| 4.3.1 Выбор соединения по схеме звезды или треугольника..... | 25 |
| 4.4 Принципы контроля частоты | 26 |
| 4.5 Развязка электросети | 27 |
| 4.5.1 Измерение частотного градиента | 27 |
| 4.5.2 Контроль выброса вектора | 28 |
| 4.5.3 Принцип измерения контроля выброса вектора..... | 29 |
| 4.5.4 Пороговое значение напряжения для измерения частоты, df/dt и выброса вектора..... | 32 |
| 4.6 Контроль максимального тока и короткого замыкания | 33 |
| 4.7 Защита от замыкания на землю..... | 33 |
| 4.7.1 Защита от замыкания на землю статора генератора | 33 |
| 4.7.2 Защита от замыкания на землю со стороны системы | 34 |
| 4.7.3 Направленная функция защиты от замыкания на землю | 34 |
| 4.7.4 Остаточное напряжение | 37 |
| 4.7.5 Режим работы устройства MRG3 при различных рабочих условиях | 37 |
| 4.7.6 Установка функции блокировки в соответствии с требованиями | 38 |
| 4.8 Регистратор неисправностей | 38 |
| 5. Эксплуатация и настройки | 40 |
| 5.1 Дисплей | 40 |
| 5.2 Порядок настройки | 46 |
| 5.3 Системные параметры | 46 |
| 5.3.1 Переключатель режимов Δ/Y | 46 |
| 5.3.2 Отображение значений измерений в качестве первичных величин | 46 |
| 5.3.3 Настройка измеренных вторичных значений для трансформаторов напряжения..... | 46 |
| 5.3.4 Настройка номинальных значений для генератора | 46 |
| 5.3.5 Подключение трансформатора напряжения для измерения остаточного напряжения ($3\phi u_e/n/1:1$)..... | 47 |
| 5.3.6 Номинальная частота | 47 |
| 5.3.7 Выбор между функцией выброса вектора и контролем df/dt | 47 |
| 5.3.8 Отображение данных об активации | 47 |
| 5.3.9 Переключатель параметров/внешний запуск регистратора неисправностей | 48 |
| 5.4 Параметр защиты «Развязка электросети» | 49 |
| 5.4.1 Настройка параметра «Функции защиты от повышенного и пониженного напряжения»..... | 49 |
| 5.4.2 Количество повторов измерений (Т) для функций контроля частоты..... | 49 |
| 5.4.3 Пороговые значения контроля частоты | 50 |
| 5.4.4 Задержки отключения для частотных элементов | 50 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 5.4.5 | Настройка параметра для контроля выброса вектора или скорости частотного градиента | 51 |
| 5.4.6 | Пороговое значение напряжения для измерения частоты и выброса вектора или измерения df/dt | 52 |
| 5.5 | Параметр защиты «Максимальный ток» | 52 |
| 5.5.1 | Значение срабатывания для элемента защиты от максимального фазового тока 52 | |
| 5.5.2 | Характеристики тока с выдержкой времени для элемента защиты от максимального фазового тока..... | 52 |
| 5.5.3 | Задержка отключения или множитель времени для элемента защиты от максимального фазового тока..... | 53 |
| 5.5.4 | Режим сброса всех характеристик отключения в цепи фазового тока | 53 |
| 5.5.5 | Значение срабатывания для элемента с высокой уставкой..... | 53 |
| 5.5.6 | Задержка отключения для элемента с высокой уставкой..... | 54 |
| 5.6 | Защитный параметр контроля замыкания на землю..... | 55 |
| 5.6.1 | Значение срабатывания для остаточного напряжения..... | 55 |
| 5.6.2 | Задержка отключения для остаточного напряжения (только устройства MRG3-IU0 и MRG3-U0)..... | 55 |
| 5.6.3 | Значение срабатывания для элемента защиты от замыкания на землю | 55 |
| 5.6.4 | Переключатель WARN/TRIP | 55 |
| 5.6.5 | Характеристики тока с выдержкой времени для элемента защиты от замыкания на землю (только устройство MRG3-IE) | 56 |
| 5.6.6 | Задержка отключения или множитель времени для элемента защиты от замыкания на землю | 56 |
| 5.6.7 | Режим сброса для характеристик отключения в цепи тока замыкания на землю | 56 |
| 5.6.8 | Значение срабатывания для быстрого отключения при замыкании на землю или коротком замыкании на землю..... | 56 |
| 5.6.9 | Задержка отключения для быстрого отключения при замыкании на землю или коротком замыкании на землю..... | 57 |
| 5.6.10 | Метод измерения COS/SIN | 57 |
| 5.7 | Другие настройки | 57 |
| 5.7.1 | Защита от отказа выключателя | 57 |
| 5.7.2 | Настройка адреса подчиненного устройства | 57 |
| 5.7.3 | Настройка скорости передачи данных в бодах (применяется только для протокола Modbus) | 57 |
| 5.7.4 | Настройка четности (применяется только для протокола Modbus) | 57 |
| 5.8 | Регистратор неисправностей..... | 58 |
| 5.8.1 | Настройка регистратора неисправностей | 58 |
| 5.8.2 | Количество записей неисправностей..... | 58 |
| 5.8.3 | Настройка событий запуска | 58 |
| 5.8.4 | Время до запуска | 58 |
| 5.8.5 | Настройка часов..... | 59 |
| 5.9 | Дополнительные функции..... | 60 |
| 5.9.1 | Блокировка защитных функций и назначение выходных реле | 60 |
| 5.10 | Индикация измеренных значений | 62 |
| 5.10.1 | Индикация измерения для развязки сети | 62 |
| 5.10.2 | Хранение мин./макс. значений..... | 63 |
| 5.10.3 | Отображаемые единицы измерения..... | 64 |
| 5.10.4 | Индикация единиц измерения для сверхтока и защиты от токов на землю | 64 |
| 5.10.5 | Единицы измерения..... | 65 |
| 5.10.6 | Индикация данных о неисправностях | 66 |
| 5.10.7 | Регистратор неисправностей..... | 66 |
| 5.10.8 | Удаление сохраненных данных неисправностей..... | 67 |
| 5.10.9 | Перезагрузка | 68 |
| 5.10.10 | Удаление записей аварийных нарушений..... | 68 |
| 6. | Техническое обслуживание и ввод в эксплуатацию..... | 69 |
| 6.1 | Подключение вспомогательного напряжения | 69 |
| 6.2 | Проверка выходных реле и светодиодных индикаторов | 69 |
| 6.3 | Проверка установленных значений | 70 |
| 6.4 | Проверка с помощью вторичного тока трансформатора (проверка вторичной подачи) | 70 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 6.4.1 | Оборудование, необходимое для проверки функций напряжения | 70 |
| 6.4.2 | Контрольная схема..... | 71 |
| 6.4.3 | Проверка входных контуров и измерительных функций | 72 |
| 6.4.4 | Проверка значений срабатывания и расцепления для излишнего/недостаточного напряжения..... | 72 |
| 6.4.5 | Проверка времени задержки отключения для излишнего/недостаточного напряжения..... | 73 |
| 6.4.6 | Проверка значений срабатывания и расцепления для излишнего/недостаточного значения частоты..... | 73 |
| 6.4.7 | Проверка времени задержки отключения для излишнего/недостаточного значения частоты | 73 |
| 6.4.8 | Проверка функции выброса вектора | 73 |
| 6.5 | Проверка с помощью вторичного тока трансформатора (проверка вторичной подачи)..... | 75 |
| 6.5.1 | Оборудование, необходимое для проверки функций напряжения | 75 |
| 6.5.2 | Контрольная схема функции тока..... | 76 |
| 6.5.3 | Проверка входных контуров и измеренных значений..... | 76 |
| 6.5.4 | Проверка рабочих значений и значений возврата реле | 77 |
| 6.5.5 | Проверка задержки отключения..... | 77 |
| 6.5.6 | Проверка элемента с высокой установкой реле | 77 |
| 6.6 | Пример контрольной схемы для реле MRG3-IER с направленной функцией тока замыкания на землю | 78 |
| 6.7 | Проверка входов внешней блокировки и сброса | 79 |
| 6.7.1 | Проверка функции защиты от отказов выключателя (CB) | 79 |
| 6.8 | Проверка первичной подачи | 79 |
| 6.9 | Обслуживание | 80 |
| 7. | Технические данные..... | 81 |
| 7.1 | Измерение входного напряжения | 81 |
| 7.1.1 | Влияние на измерение напряжения | 81 |
| 7.2 | Измерение частоты | 81 |
| 7.2.1 | Влияние на измерение частоты | 81 |
| 7.3 | Измерительный вход: фазный ток | 82 |
| 7.3.1 | Влияние на измерение тока | 82 |
| 7.4 | Измерительный вход: остаточное напряжение | 82 |
| 7.4.1 | Влияние на измерение остаточного напряжения | 82 |
| 7.5 | Измерительный вход: ток на землю | 83 |
| 7.5.1 | Влияние на измерение тока на землю | 83 |
| 7.6 | Общие данные | 84 |
| 7.7 | Реле выходных сигналов..... | 84 |
| 7.8 | Диапазон и порядок уставок..... | 85 |
| 7.8.1 | Системный параметр | 85 |
| 7.8.2 | Защита параметра: Защита напряжения, защита частоты, частотный градиент | 87 |
| 7.8.3 | Максимальная токовая защита с выдержкой времени | 88 |
| 7.8.4 | Контроль за коротким замыканием на землю..... | 89 |
| 7.8.5 | Контроль за коротким замыканием на землю с направленной функцией | 90 |
| 7.8.6 | Определение направления короткого замыкания на землю (MRG3-IER)..... | 90 |
| 7.8.7 | Защита по остаточному напряжению | 91 |
| 7.8.8 | Защита от отказов выключателя (CB) | 91 |
| 7.8.9 | Параметр интерфейса | 91 |
| 7.8.10 | Параметр регистратора неисправностей | 92 |
| 7.8.11 | Реле выходных сигналов..... | 92 |
| 7.8.12 | Инверсное время реле защиты от сверхтока | 93 |
| 7.9 | Характеристики инверсного времени | 94 |
| 8. | Бланк заказа..... | 97 |

Важное замечание.

Описание «цифрового многофункционального реле MR» является частью настоящего описания, включая разделы, действительные для всех устройств в этой линейке высокотехнологичной продукции, в том числе следующие.

- Характеристики и функции
- Оборудование MR — реле
- Эксплуатация и настройки
- Корпус
- Обслуживание
- Общие технические данные

Технические данные могут быть пересмотрены без уведомления.

1. Общий обзор и применение

MRG3 является универсальным устройством развязки электросети, которое обеспечивает все функции защиты, требуемые VDEW и большинством других энергетических систем для работы электростанций в параллельном режиме с электросетью, в том числе следующие:

- защита от повышенного и пониженного напряжения;
- защита от повышенной и пониженной частоты,
- сверхбыстрая развязка электросети в случае выбросов вектора или скорости изменения частоты df/dt .

Кроме того, устройство MRG3 можно дополнительно оснастить многоцелевым реле защиты от максимального тока с выдержкой времени и защиты от замыкания на землю, разработанным специально для сетей с изолированной и компенсированной нейтральной точкой звезды соответственно. Оно применимо для параллельного режима с электросетью генераторных установок производства энергии и включает следующие функции защиты:

- реле максимального тока с независимой (определенной) выдержкой времени,
- реле максимального тока с зависимой выдержкой времени и выбираемыми характеристиками, независимая защита от короткого замыкания;
- двухступенчатая (с низкой и высокой уставкой) защита от замыкания на землю с определенной или обратозависимой характеристикой выдержки времени;
- интегрированное определение направления замыкания на землю для применения в сетях энергосистем с изолированной нейтральной точкой звезды или компенсацией замыкания на землю (тип реле ER/XR);
- двухступенчатая защита от остаточного напряжения.

Для применения в системах, где требуются только функции индивидуальной защиты, компания SEG Electronics GmbH безусловно может предложить в качестве индивидуальных устройств следующие реле MR.

- MRU3-1 четырехступенчатая независимая защита от повышенного и пониженного напряжения (используется также для защиты генератора от замыкания на землю).
- MRU3-2 двухступенчатая независимая защита от повышенного и пониженного напряжения с оценкой симметричных составляющих напряжения.
- MRF3 четырехступенчатая независимая защита от повышенной и пониженной частоты и двухступенчатый контроль частотного градиента df/dt .
- MR13-I реле максимального тока с независимой (определенной) выдержкой времени, реле максимального тока с обратозависимой выдержкой времени и выбираемыми характеристиками отключения, независимая защита от короткого замыкания.
- MR13-E двухступенчатая (с низкой и высокой уставкой) защита от замыкания на землю с определенной или обратозависимой характеристиками выдержки времени.

Общее указание

Описание цифрового многофункционального реле MR является частью настоящего описания и включает в себя технические данные и подробные сведения, действительные для большинства устройств MR.

2. Функции и характеристики

- Микропроцессорная технология с функцией самоконтроля.
 - Эффективный аналоговый фильтр нижних частот для подавления гармоник при измерении частоты, df/dt и выброса вектора.
 - Цифровая фильтрация измеренных значений с помощью дискретного анализа Фурье для подавления более высоких гармоник и составляющих постоянного тока, вызванных сбоями или действиями системы.
 - Интегрированные функции контроля напряжения, частоты, df/dt и выброса вектора в одном устройстве.
 - Контроль напряжения с двухступенчатой системой обнаружения пониженного или повышенного напряжения.
 - Контроль частоты с трехступенчатой системой обнаружения пониженной или повышенной частоты.
 - Полностью независимые настройки выдержки времени для контроля напряжения и частоты.
 - Настраиваемое пользователем измерение выброса вектора методом «1 из 3» или «3 из 3».
 - Настраиваемое пороговое значение напряжения для блокировки измерения частоты, df/dt или выброса вектора.
 - Защита от максимального тока с независимой выдержкой времени.
 - Возможность выбора из следующих функций защиты:
 - реле максимального тока с определенной выдержкой времени (IM2) или
 - реле максимального тока с обратнoзависимой выдержкой времени (AM2)
 - Возможность выбора характеристик обратнoзависимой выдержки времени согласно IEC 255-4:
 - стандартная обратнoзависимая характеристика (тип A)
 - большая обратнoзависимая характеристика (тип B)
 - очень большая обратнoзависимая характеристика (тип C)
- Дополнительные характеристики:
- длительная обратнoзависимая характеристика выдержки времени,
 - обратнoзависимая характеристика RI,
 - характеристика RXIDG.
- Возможность выбора режима сброса для характеристик выдержки времени.
 - Элемент определенной выдержки времени для быстрого отключения при коротком замыкании.
 - Двухступенчатый контроль замыкания на землю.
 - Дополнительно: чувствительное направленное обнаружение замыкания на землю с системой измерения в ваттах с возможностью измерения остаточного напряжения.
 - Дополнительно: двухступенчатый контроль остаточного напряжения.
 - Два набора параметров.
 - Защита от отказа выключателя с разблокировкой для вспомогательной защиты.
 - Функции блокировки в обратном направлении.
 - Отображение всех измеряемых значений и установленных параметров при нормальной работе с помощью буквенно-цифрового дисплея и светодиодов.
 - Отображение измеряемых значений в качестве первичных величин.
 - Установка активных точек переключения для измеренных значений по току и напряжению в процентах.
 - Отказоустойчивая по напряжению память и отображение значений отключения в памяти ошибок, 16 раз (отказоустойчивость по напряжению).
 - Запись до четырех событий неисправностей с метками времени в формате Comtrade согласно IEC602555-25.
 - Возможность блокировки отдельных функций посредством внешнего входа блокировки. Параметры можно установить в соответствии с требованиями.
 - Блокировка индикации после завершeнной активации (мигание светодиода).
 - Свободное назначение выходных реле.
 - Отображение даты и времени.
 - Соответствие требованиям VDE 0435, часть 303, и IEC 255.
 - Возможность обмена данными через последовательный интерфейс RS485; альтернативные варианты: с помощью протокола RS485 Pro-Open Data или Modbus.

3. Конструкция

3.1 Соединения

3.1.1 Схемы соединений

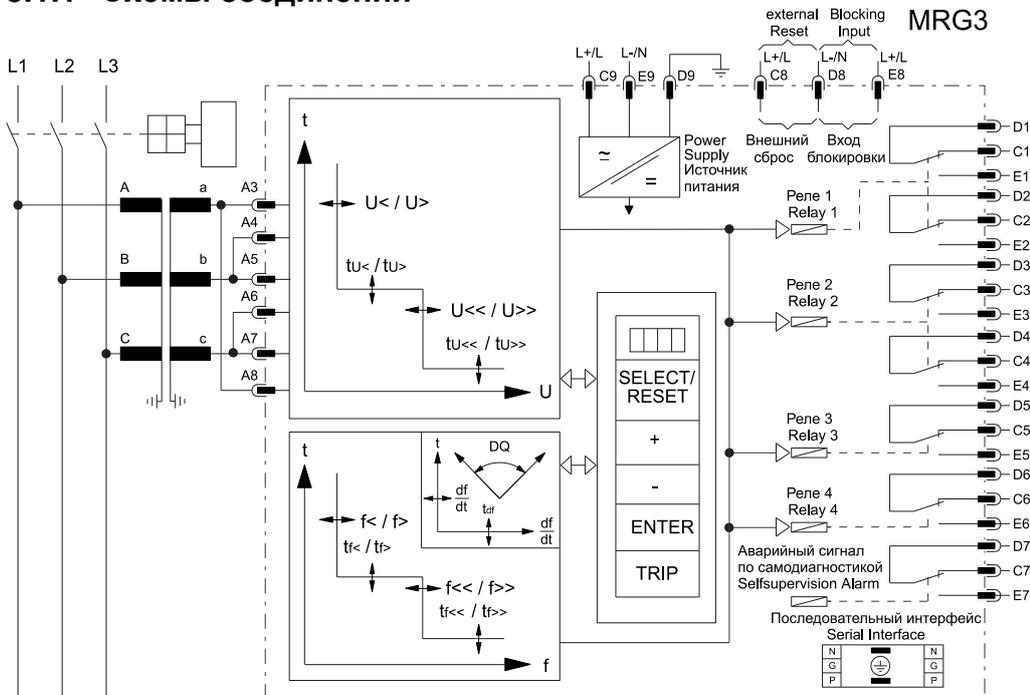


Рисунок 3.1. Схема соединений «Развязка электросети»

Измерительные цепи по выбору можно подключать по схеме звезды или треугольника (см. раздел 4.3.1)

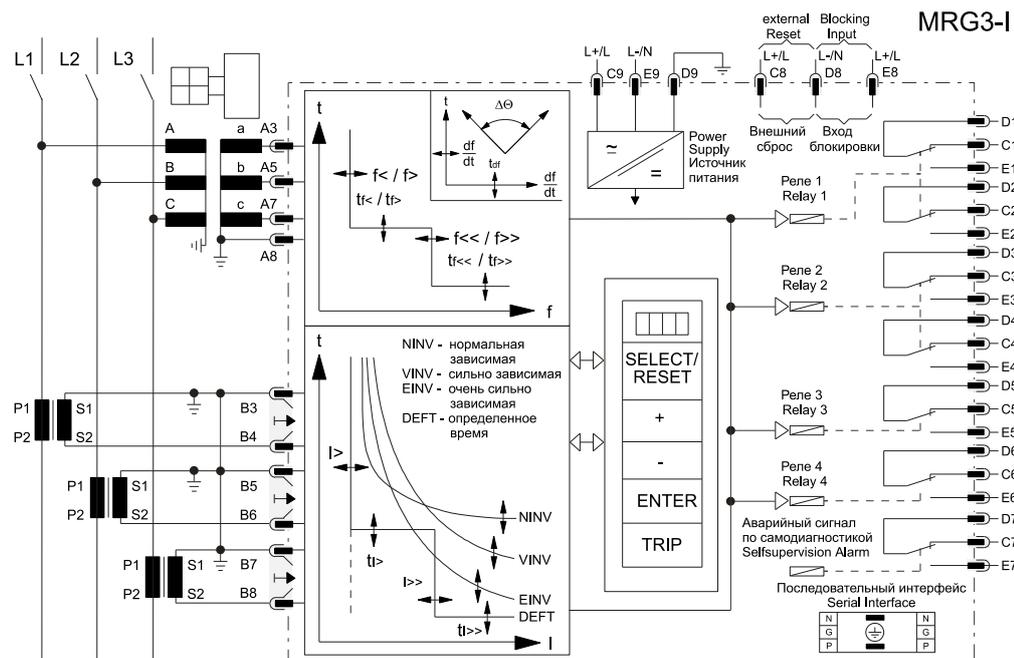


Рисунок 3.2. Схема соединений MRG3-I «Развязка электросети с защитой от максимального тока с выдержкой времени»

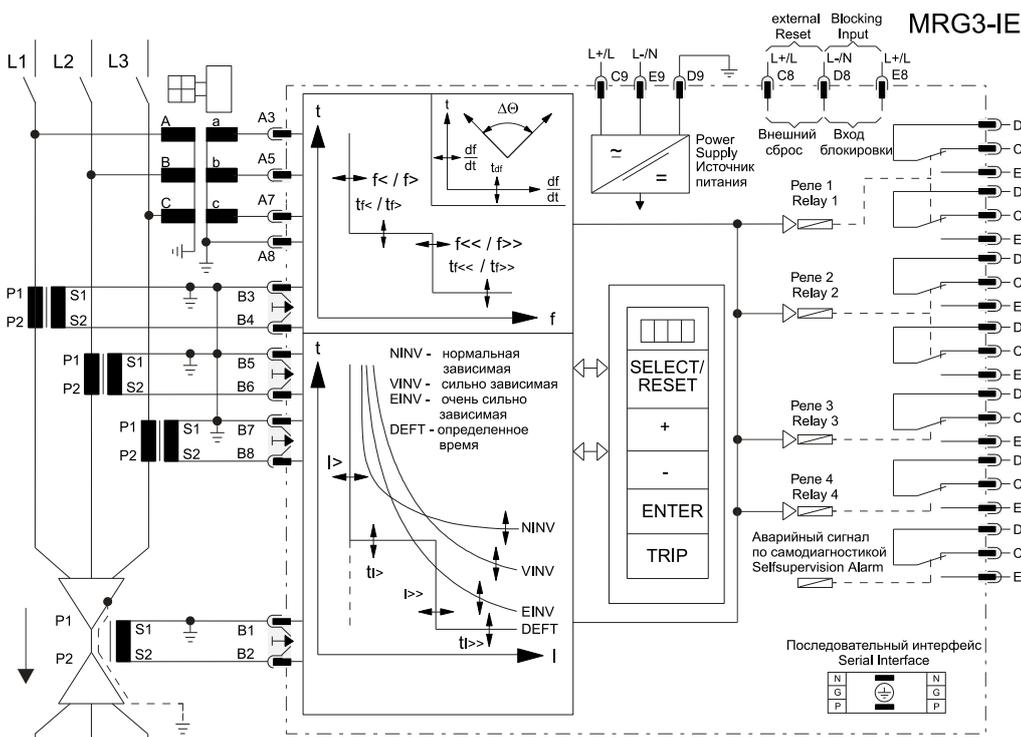


Рисунок 3.3. Схема соединений MRG3-I «Развязка электросети с защитой от максимального тока с выдержкой времени»

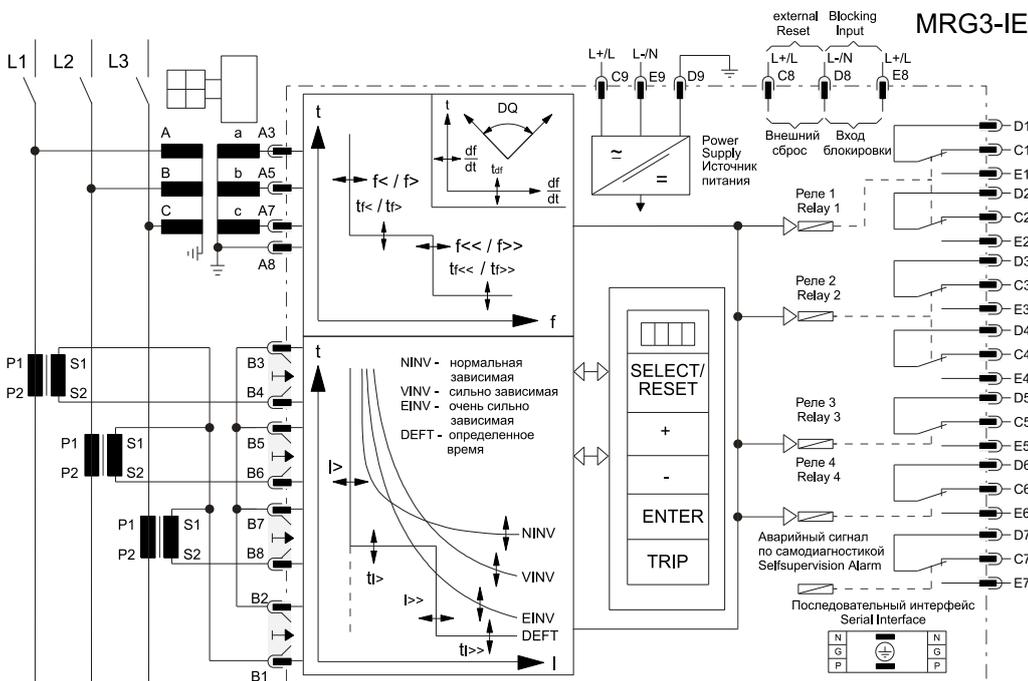


Рисунок 3.4. Схема соединений с защитой от максимального тока с выдержкой времени и защитой от замыкания на землю по схеме Холмгрена

Это соединение можно использовать с тремя существующими трансформаторами фазового тока, если требуется комбинированное измерение фазового тока и тока замыкания на землю. Недостатки схемы Холмгрена: при насыщении одного или нескольких трансформаторов тока реле ошибочно обнаруживает ток замыкания на землю.

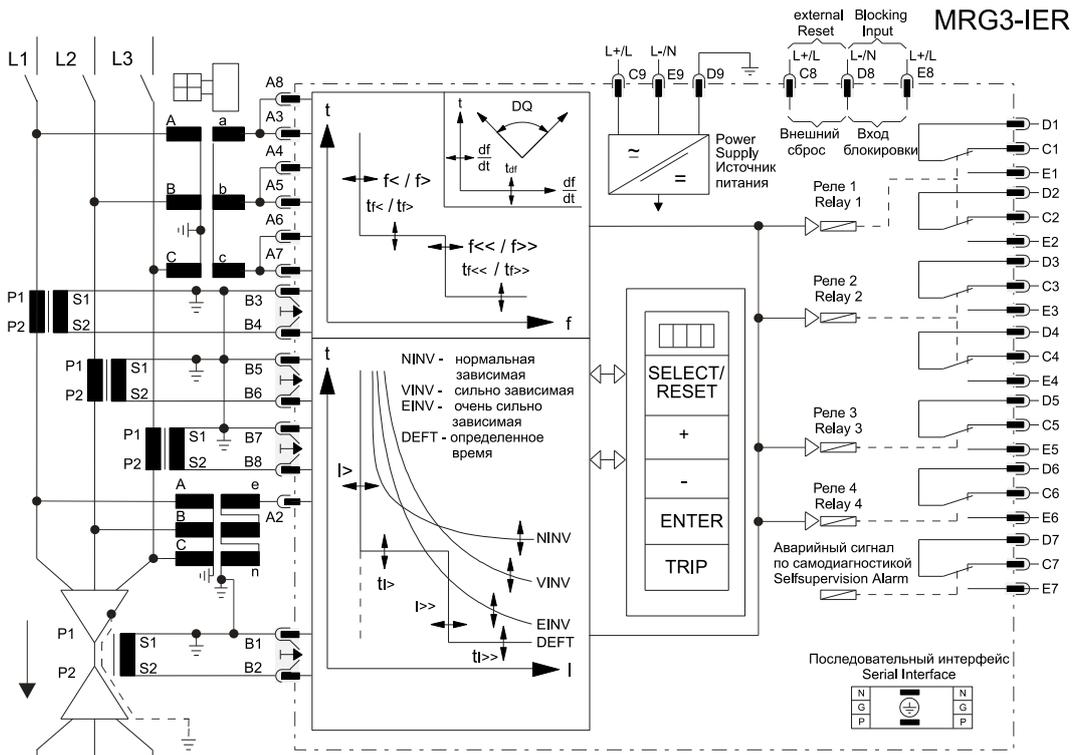


Рисунок 3.5. Схема соединений с защитой от максимального тока с выдержкой времени и направленной функцией защиты от замыкания на землю

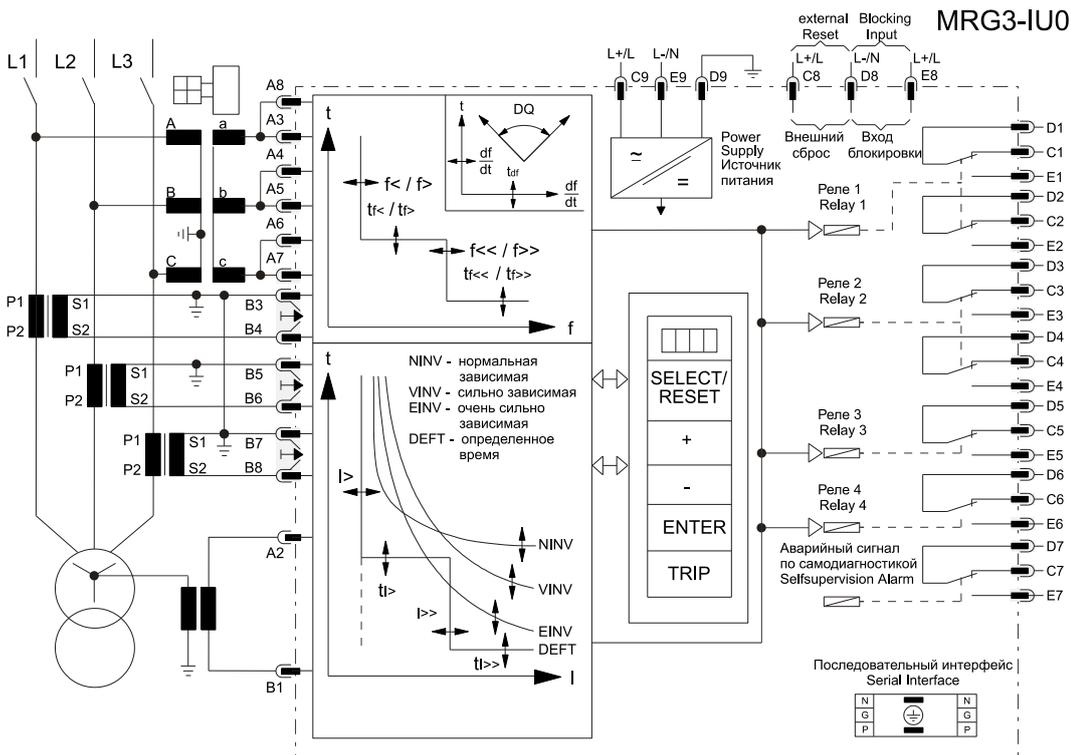


Рисунок 3.6. Схема соединений с защитой от максимального тока с выдержкой времени и обнаружением остаточного напряжения

Для версии устройства с направленной функцией защиты от замыкания на землю (тип устройства ER) остаточное напряжение U_0 может генерироваться внутри вторичной измерительной цепи. Для этого устройство необходимо закодировать, как описано в разделе 3.1.8. Таким образом, соединение трансформаторов напряжения по схеме звезды является обязательным. Для обнаружения остаточного напряжения на основе обмотки разомкнутого треугольника возможно подключение трансформатора напряжения непосредственно к B1 и A2. Соединение трансформаторов напряжения в изолированных/компенсированных сетях описано в разделе 4.7.3

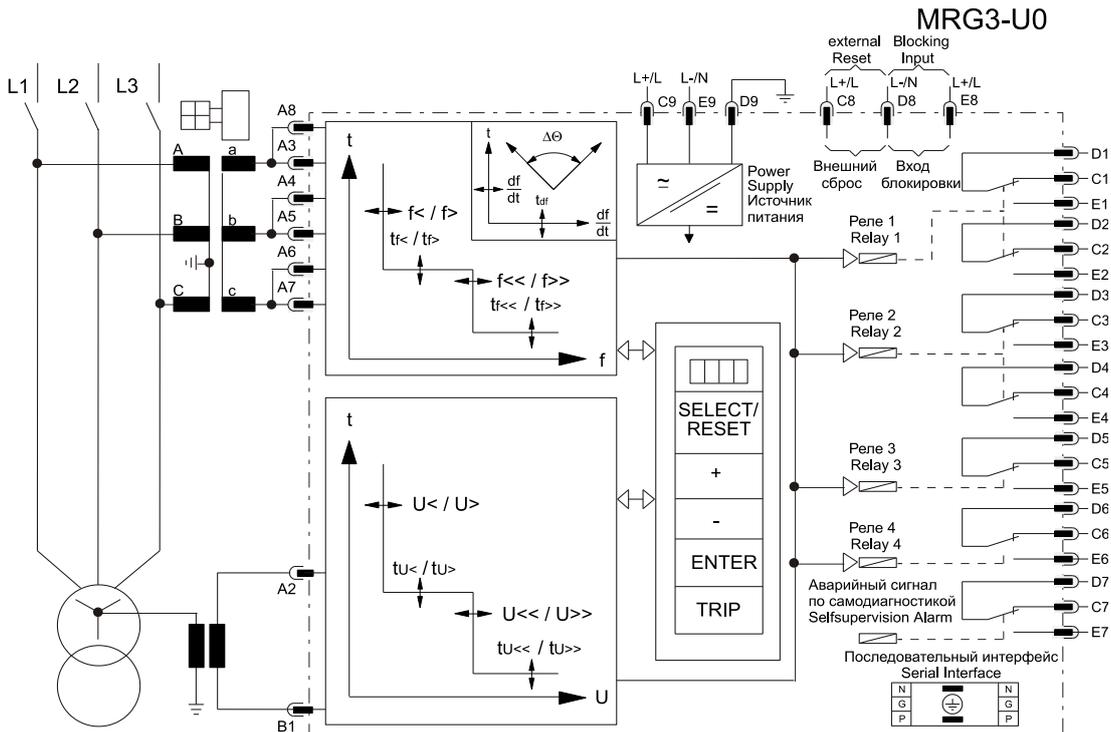


Рисунок 3.7. Схема соединений с обнаружением остаточного напряжения

3.1.2 Аналоговые входные цепи

Защитный блок получает аналоговые входные сигналы фазовых токов IL1 (B3–B4), IL2 (B5–B6), IL3 (B7–B8) и тока IE (B1–B2), фазовых напряжений U_{L1} (A3–A4), U_{L2} (A5–A6); U_{L3} (A7–A8) и остаточного напряжения U_0 (A2–B1), каждый через отдельные входные трансформаторы. Измерение тока происходит гальванически развязкой фильтрации и в конечном итоге подаются в аналого-цифровой преобразователь.

Измерительные цепи напряжения по выбору можно подключать по схеме звезды или треугольника (см. раздел 4.3.1)

Для типа устройства с направленными функциями защиты от замыкания на землю (MRG3-IER) остаточное напряжение U_E может формироваться внутри вторичной цепи трансформаторов напряжения. Для этого устройство необходимо закодировать, как описано в разделе 3.1.8. Таким образом, соединение трансформаторов напряжения по схеме звезды является обязательным.

Для обнаружения остаточного напряжения на основе обмотки разомкнутого треугольника возможно подключение трансформатора напряжения непосредственно к B1 и A2. Соединение трансформаторов напряжения в изолированных/компенсированных сетях описано в разделе 4.7.3

3.1.3 Выходные реле

Устройство MRG3 оснащено 5 выходными реле. За исключением реле аварийного сигнала по самодиагностике все защитные функции можно назначить по выбору.

- Реле 1: C1, D1, E1 и C2, D2, E2
- Реле 2: C3, D3, E3 и C4, D4, E4
- Реле 3: C5, D5, E5
- Реле 4: C6, D6, E6
- Реле 5: Самодиагностика C7, D7, E7 (Ошибка в программе)

Все реле отключения и реле сигнализации являются реле рабочего тока, реле для самодиагностики является реле тока холостого хода.

3.1.4 Вход блокировки

В соответствии с требованием можно установить функцию блокировки. При подаче вспомогательного напряжения на D8/E8 предварительно установленные функции реле блокируются (см. раздел 4.8 и 5.9.1).

3.1.5 Вход внешнего сброса

См. раздел 5.10.9.

3.1.6 Последовательный интерфейс

Последовательным интерфейсом является интерфейс RS485, который используется для настройки параметров устройства MRG3 через HTL/PL-Soft4 и для классификации зарегистрированных последовательностей событий. Условия подключения указаны в разделе 5.2 описания устройства MR — цифрового многофункционального реле.

3.1.7 Источник вспомогательного напряжения

На устройство MRG3 подается вспомогательное напряжение через разъемы C9–D9. Необходимо убедиться, что устройство заземлено через разъем D9.

3.1.8 Кодовые разъемы

Диапазон измерения напряжения фаз и остаточного напряжения можно настроить с помощью кодовых разъемов. Для диапазона измерения от 0 до 150 В кодовые разъемы необходимо установить на значение X–100 В; для диапазона измерения от 0 до 600 В настройте кодовые разъемы на значение x_400 В. Обозначение x в данном случае применяется в качестве символа замены для фаз L1, L2, L3 и U_E.

Кодировка

100V L1: диапазон измерения 0–150 В в фазе U_L1
L2 100V: диапазон измерения 0–150 В в фазе U_L2
100V L3: диапазон измерения 0–150 в фазе U_L3
100V U_E: диапазон измерения 0–150 В в фазе U0
L1 400V: диапазон измерения 0–60 В в фазе U_L1
400V L2: диапазон измерения 0–600 В в фазе U_L2
L3 400V: диапазон измерения 0– 600 В в фазе U_L3
U_E 400V: диапазон измерения 0–600 В в фазе U0

Изменение значения номинального вторичного напряжения трансформаторов автоматически определяется устройством MRG3 (см. раздел 5.3.3). Это заданное значение определяет вторичное номинальное напряжение устройства. Если настроенное значение ниже 138 В, реле MRG3 распознает диапазон измерения 0–150 В; при значении не менее 138 В будет определяться диапазон измерения 0–600 В.

Внимание!

Заводской настройкой для кодовых разъемов является 400 В. Чтобы не допустить повреждения реле, необходимо всегда следить за надлежащим диапазоном измерения. Диапазон измерения следует устанавливать для каждой фазы отдельно.

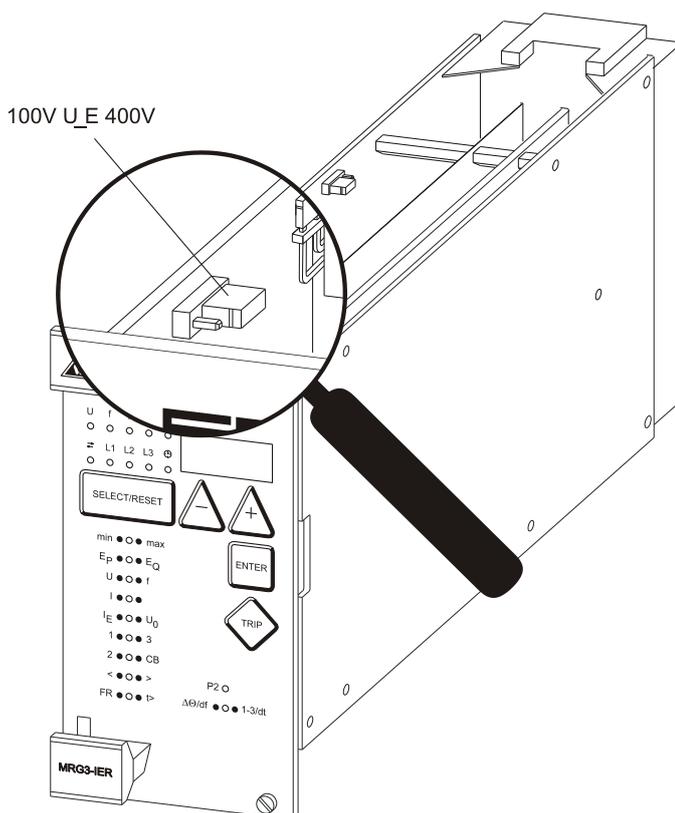


Рисунок 3.8. Смена диапазона измерения для остаточного напряжения U₀

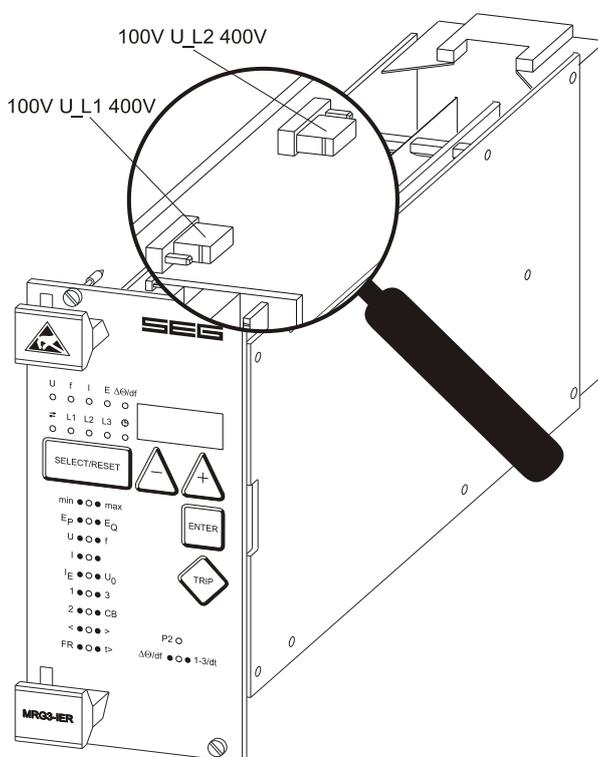


Рисунок 3.9. Смена диапазона измерения для фазы I1 и L2 фазовых напряжений

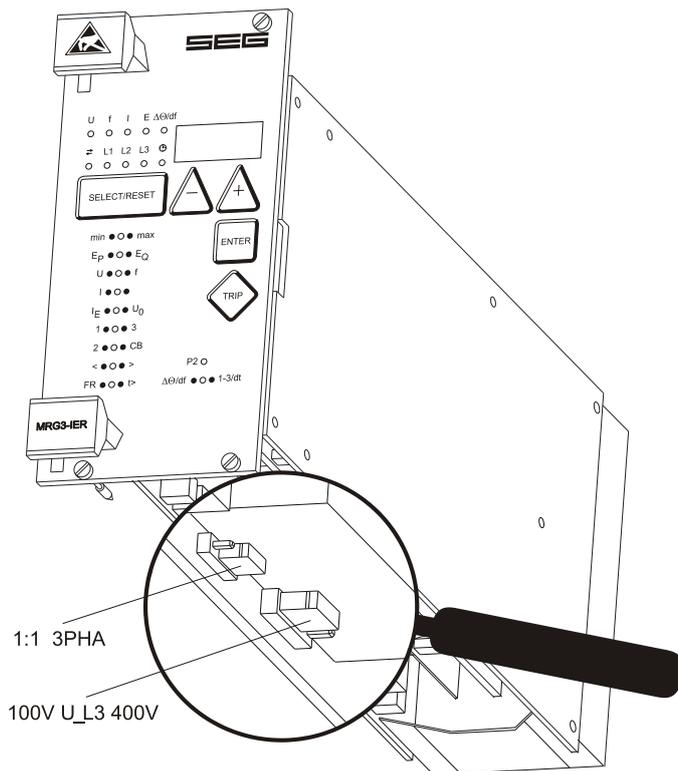


Рисунок 3.10. Смена диапазона измерения для фазы L3 фазового напряжения. Выбор метода измерения, используемого для остаточного напряжения.

Существует три способа измерения остаточного напряжения:

- непосредственно в нейтральной точке звезды;
- на основе обмотки разомкнутого треугольника;
- на основе фазовых напряжений при соединении по схеме звезды.

Подробное описание данной функции см. в разделе 4.7.3.

Для непосредственного измерения в нейтральной точке звезды, а также для измерения на основе обмотки разомкнутого треугольника устройство MRG3 оснащено соответствующим входом измерения. Для этих целей кодовый разъем устанавливается в положение «1:1». Для определения остаточного напряжения на основе трех фазовых напряжений при соединении по схеме звезды установите кодовый разъем в положение «3PNA». Положением кодового разъема по умолчанию является «1:1».

3.1.9 Низкий/высокий диапазон цифровых входов

Устройство MRG3 оснащено блоком питания, чтобы можно было свободно выбрать питающее напряжение. Это означает, что пороговое значение переключения цифровых входов необходимо определить в зависимости от питающего напряжения. Возможно настроить два диапазона порогового значения переключения:

- низкий диапазон с пороговым значением переключения
 $U_{AN} \geq 10 \text{ V}$;
 $U_{AB} \leq 8 \text{ V}$ = разъем подсоединен; или
- высокий диапазон с пороговым значением переключения
 $U_{AN} \geq 80 \text{ V}$;
 $U_{AB} \leq 60 \text{ V}$ = разъем отсоединен.

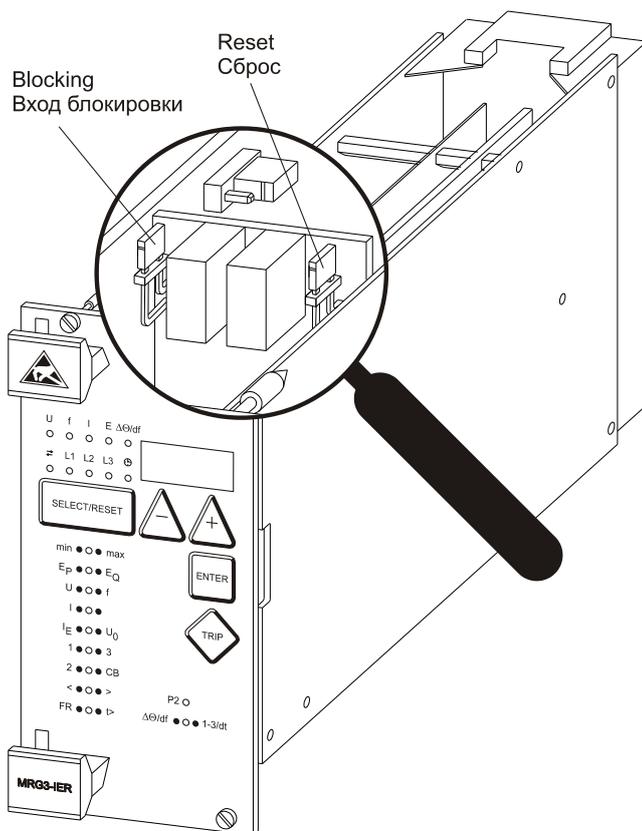


Рисунок 3.11. Выбор низкого/высокого диапазона цифровых входов

3.2 Передние панели

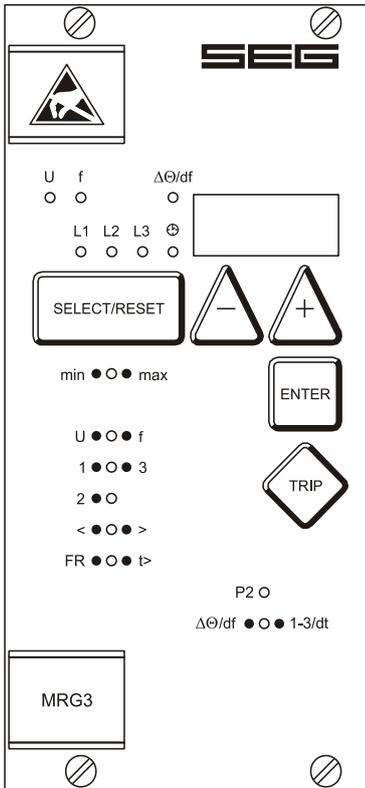


Рисунок 3.12. Передняя панель MRG3

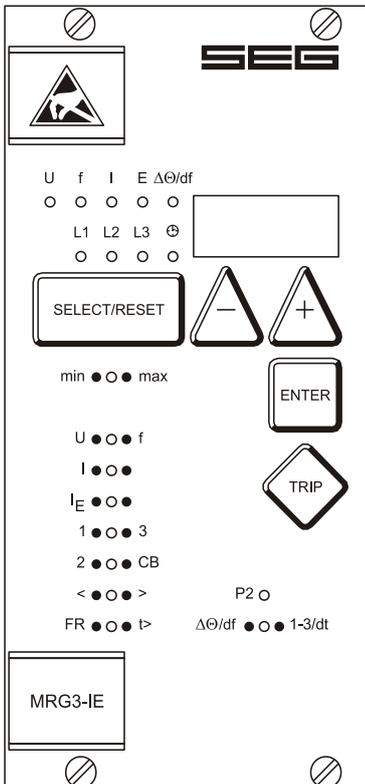


Рисунок 3.13. Передняя панель MRG3-IE

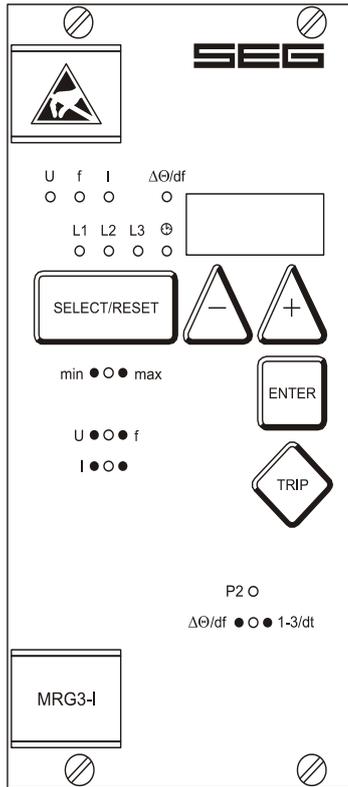


Рисунок 3.14. Передняя панель MRG3-I

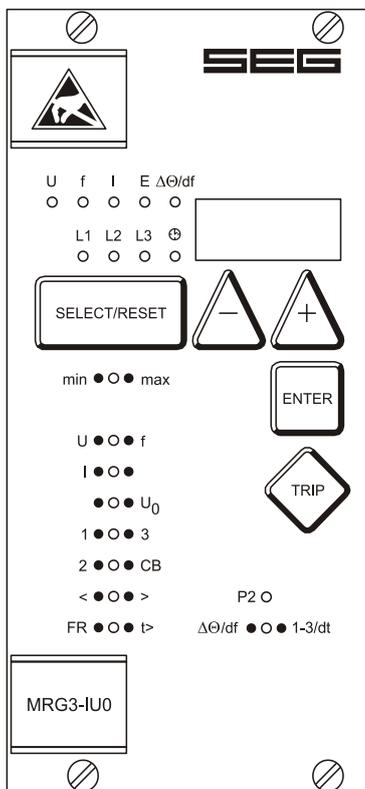


Рисунок 3.15. Передняя панель MRG3-IU0

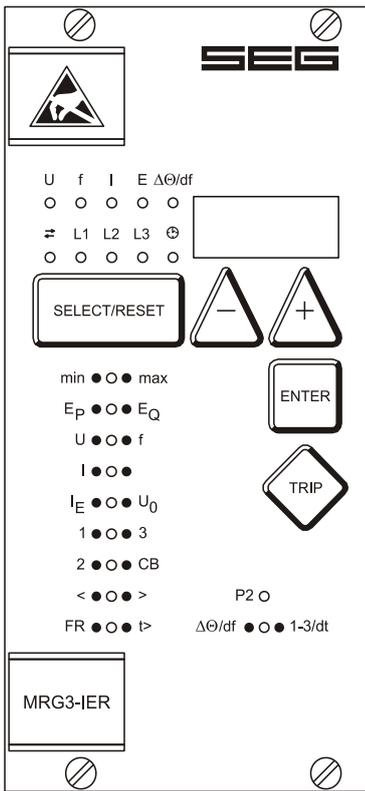


Рисунок 3.16. Передняя панель MRG3-IER

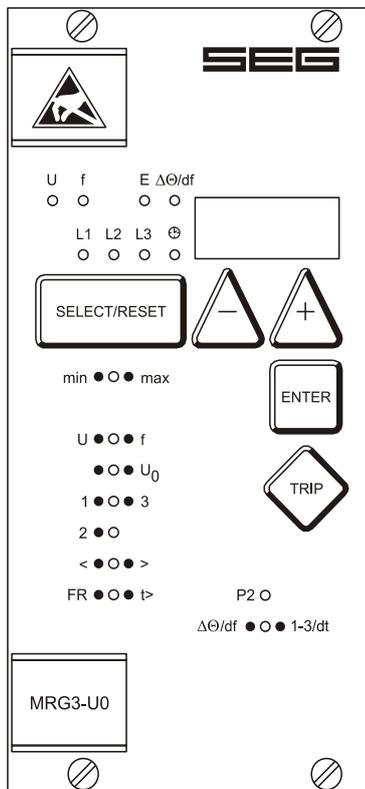


Рисунок 3.17. Передняя панель MRG3-U0

3.3 Светодиодные индикаторы

Все светодиодные индикаторы (за исключением L1, L2, L3 и символа часов) являются двухцветными. Светодиодные индикаторы на левой стороне рядом с буквенно-цифровым дисплеем горят зеленым во время измерения и красным после сообщения о сбое.

Светодиодные индикаторы под кнопкой <SELECT/RESET> горят зеленым во время настройки значений на левой стороне рядом со светодиодными индикаторами. Светодиодные индикаторы будут гореть красным во время параметризации значений настройки с правой стороны от них.

Замечания

Из-за наличия большого количества функций защиты не удастся назначить каждую индивидуальную функцию определенному светодиодному индикатору. По этой причине некоторые из измеренных значений или параметров обозначаются одновременным загоранием нескольких светодиодных индикаторов.

Пример. Для обозначения функции параметра U<, загораются индикаторы рядом с U, 1 и <. Полный перечень назначения функций и светодиодных индикаторов приведен в разделе 5.1 и в конце данного описания.

4. Принципы работы

4.1 Аналоговые цепи

Входные напряжения гальванически изолируются с помощью входных трансформаторов. Влияние шумовых сигналов, вызванных индуктивной и емкостной связью, подавляется с помощью аналоговой фильтрующей цепи R-C.

Аналоговые сигналы измеренного напряжения поступают в аналого-цифровой преобразователь микропроцессора и затем преобразуются в цифровые сигналы с помощью цепей выборки и хранения. Вся последующая обработка основана на этих оцифрованных сигналах. Для аналоговых сигналов выполняется выборка с частотой дискретизации $16 \times f_N$, называемой частотой выборки, со значением 1,25 мс для каждой измеряемой величины при 50 Гц и 1,04 мс для каждой измеряемой величины при 60 Гц.

4.2 Цифровые цепи

Важной частью реле MRG3 является мощный микроконтроллер. Все операции, от аналогово-цифрового преобразования до решения об отключении реле выполняются микроконтроллером в цифровой форме.

Программа реле находится в EPROM (электрически программируемая постоянная память). С помощью этой программы ЦП микроконтроллера обрабатывает напряжения для определения возможной неисправной ситуации на защищаемом объекте.

Вычисленные действительные значения тока сравниваются с настройками реле. Если фазовый ток превышает значение срабатывания, подается аварийный сигнал и после истечения заданного значения задержки отключения активируется соответствующее реле.

Значения настройки реле для всех параметров хранятся в памяти параметров (EEPROM — электрически программируемая постоянная память), чтобы действительные настройки реле не могли быть утрачены даже в случае прерывания электропитания.

Микропроцессор контролируется с помощью встроенного таймера защитного устройства. В случае сбоя таймер защитного устройства сбрасывает данные микропроцессора и подает аварийный сигнал посредством выходного реле по самодиагностике.

4.3 Контроль напряжения

Элемент контроля напряжения устройства MRG3 предназначен для общей защиты генераторов, потребителей и другого электрического оборудования от повышенного и пониженного напряжения.

Реле оснащено двухступенчатой независимой трехфазной функцией определения повышенного ($U>$, $U>>$) и пониженного напряжения ($U<$, $U<<$) с отдельно настраиваемыми значениями срабатывания и значениями времени задержки.

При соединении по схеме треугольника линейные напряжения, а при соединении по схеме звезды напряжения между фазой и нейтралью постоянно сравниваются с предварительно установленными пороговыми значениями.

При этом решающим является самое высокое значение напряжения при контроле повышенного напряжения и самое низкое значение напряжения из трех фаз для контроля пониженного напряжения.

4.3.1 Выбор соединения по схеме звезды или треугольника

Все соединения входных трансформаторов напряжения выведены к винтовым зажимам. Номинальное напряжение устройства связано с номинальным напряжением входных трансформаторов. В зависимости от назначения входные трансформаторы могут соединяться по схеме треугольника или звезды. Соединением для линейного напряжения является соединение по схеме треугольника. В соединении по схеме звезды измеряемое напряжение уменьшается в $1/\sqrt{3}$. При установке параметров необходимо настроить конфигурацию соединения Y или Δ .

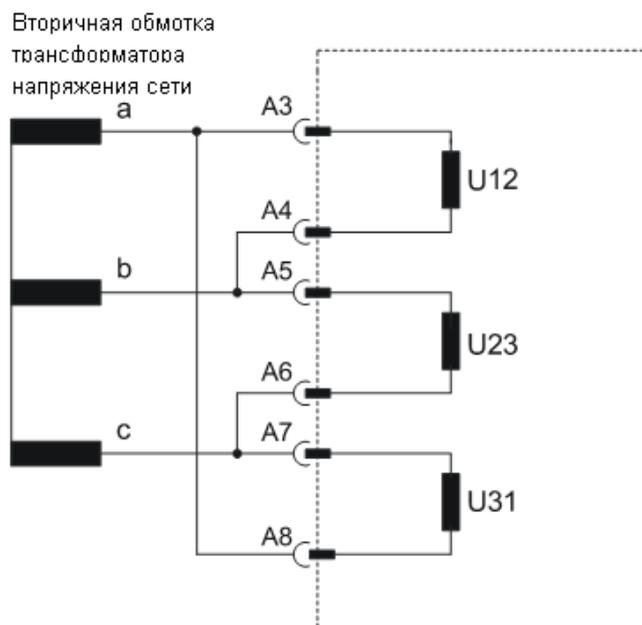


Рисунок 4.1. Входные трансформаторы напряжения при соединении по схеме треугольника (Δ)

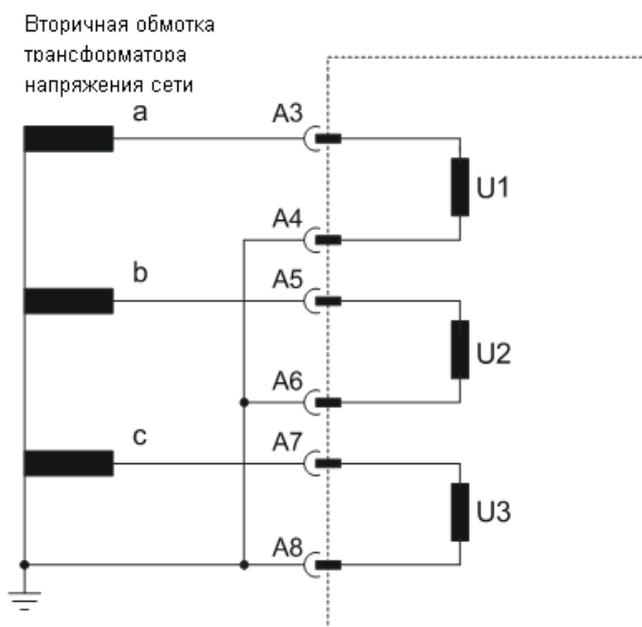


Рисунок 4.2. Входные трансформаторы напряжения при соединении по схеме звезды (Y)

4.4 Принципы контроля частоты

Устройство MRG3 используется для общей защиты электрогенераторов, потребителей и электрического оборудования в целом от повышенной и пониженной частоты. С этой целью реле оснащено тремя частотными элементами $f_1 - f_3$ со свободным выбором параметров и возможностью независимой настройки значений срабатывания и значений времени задержки.

Принцип измерения контроля частоты в целом основан на измерении времени полных циклов, где новое измерение начинается при каждом прохождении через нулевое значение напряжения. Таким образом влияние всплесков колебаний на результат измерения снижается до минимума.

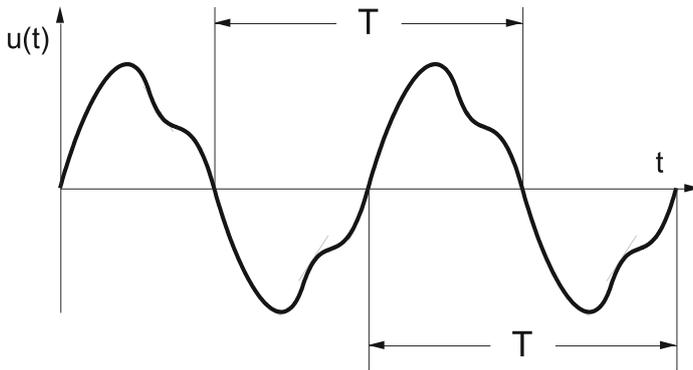


Рисунок 4.3. Определение длительности цикла посредством прохождений через нулевое значение.

Во избежание возникновения ошибочных отключений из-за напряжений помех и фазовых сдвигов реле работает с регулируемым повтором измерений. (См. раздел 5.4.2.)

При низких значениях напряжений, которые могут возникнуть, например, при запуске генератора, частотное отключение нежелательно.

Все функции контроля частоты можно блокировать с помощью настраиваемого порогового значения напряжения UB в случае, если измеренные значения напряжения ниже данного значения.

4.5 Развязка электросети

Устройство MRG3 позволяет использовать два различных критерия оценки для развязки электросети: измерение частотного градиента и контроль выброса вектора. С помощью настройки параметров возможно выбрать один из двух методов измерения.

4.5.1 Измерение частотного градиента

Электрогенераторы, работающие параллельно с электросетью, например, на промышленных внутренних электростанциях, должны быть в максимально короткий срок отделены от электросети, если в сети произойдет сбой, по следующим причинам:

- необходимо предотвратить повреждение генераторов вследствие асинхронного восстановления, например, после кратковременного прерывания энергоснабжения;
- необходимо сохранить внутреннюю промышленную подачу питания.

Надежным критерием обнаружения сбоя в электросети является измерение скорости изменения частоты (df/dt). Условием для этого является поток нагрузки в точке подсоединения электросети. При сбое в электросети изменение потока нагрузки ведет к внезапному повышению или понижению частоты. При нехватке активной мощности внутренней электростанции возникает линейное падение частоты. При чрезмерной мощности возникает линейное увеличение. Типовые частотные градиенты при «развязке электросети» составляют от 0,5 Гц/с до более 2 Гц/с. Устройство MRG3 регистрирует моментальный частотный градиент df/dt каждого периода напряжения электросети с интервалом половины периода. С помощью оценки множества последовательных частотных градиентов определяется непрерывность изменения направления (знака частотного градиента). Такая особая процедура измерения позволяет достичь высокой степени безопасности с помощью отключения и высокой устойчивости к переходным процессам, например к процедуре переключения. Общее время отключения при сбое электросети составляет от 60 мс до 80 мс в зависимости от настройки.

4.5.2 Контроль выброса вектора

Контроль выброса вектора защищает синхронные генераторы, работающие параллельно с электросетью, с помощью очень быстрой развязки в случае сбоя в электросети. Для синхронных генераторов очень опасным является автоматическое прерывание (КИ), повторное включение электросети. Напряжение электросети, которое возвращается через 300 мс, может выбить генератор в асинхронное положение. Очень быстрая развязка также требуется в случае продолжительных сбоев электросети. В основном существует два способа применения.

- a) **Только параллельная работа с электросетью, при отсутствии автономного режима**
При этом режиме контроль выброса вектора защищает генератор с помощью отключения выключателя генератора в случае сбоя электросети.
- b) **Параллельная работа с электросетью и автономный режим:**
В этом режиме контроль выброса вектора размыкает выключатель электросети. При этом гарантируется, что генераторная установка не будет заблокирована, если она требуется в качестве аварийной установки.

Известно, что очень быстрое обнаружение сбоев электросети для синхронных генераторов, работающих параллельно с электросетью, является очень трудной задачей. Устройства контроля напряжения не могут применяться, поскольку ложное сопротивление синхронного генератора, а также потребителя способствует поддержанию напряжения.

При этом напряжение электросети падает ниже порогового значения срабатывания реле контроля напряжения приблизительно через 100 мс, и поэтому безопасная регистрация автоматического повторного включения электросети с помощью этого типа реле невозможна.

В определенной степени для этой цели не вполне подходят реле частоты, поскольку только генератор с высокой нагрузкой уменьшает скорость в течение 100 мс. Реле тока регистрируют сбой только при наличии токов короткого замыкания, но они не могут предотвратить развития этой ситуации. Реле мощности способны сработать в течение 200 мс, но они также не могут предотвратить повышение мощности до значений короткого замыкания. Поскольку изменение мощности также вызывает внезапная нагрузка генераторов, использование реле мощности может быть проблематичным.

Устройство MRG3 регистрирует сбой электросети в течение 60 мс без приведенных выше ограничений, так как оно специально разработано для областей применения, где требуется очень быстрое отключение от электросети.

Если прибавить время срабатывания выключателя или время отключения замыкателя, общее время отключения составляет менее 150 мс. Основным требованием системы для отключения генератора/электросети является изменение нагрузки как минимум на 15–20% от номинальной. Медленные изменения частот системы, например, в процессе регулировки (настройка регулятора скорости), не влияют на срабатывание реле.

Короткие замыкания внутри сети также могут привести к отключениям, при этом значение выброса вектора также может превышать предварительно установленное значение. Величина выброса вектора напряжения зависит от расстояния между точкой короткого замыкания и генератором. Данная функция также может быть полезной для энергоснабжающей компании, так как мощность короткого замыкания в электросети и, следовательно, энергия короткого замыкания не возрастает.

Для предотвращения возможного ошибочного отключения измерение выброса вектора можно блокировать при очень низком входном напряжении (см. раздел 5.9.1). Блокировка пониженного напряжения срабатывает быстрее, чем измерение выброса вектора.

Отключение при выбросе вектора блокируется при обрыве фазы, поэтому сбой ТН (например, неисправный предохранитель ТН) не вызывает ошибочного отключения. При включении вспомогательного или измерительного напряжения включено контроль выброса вектора блокируется в течение 5 с (см. раздел 4.8).

4.5.3 Принцип измерения контроля выброса вектора

Когда синхронный генератор вырабатывает энергию, образуется так называемый угол смещения между конечным напряжением (напряжением электросети U_1) и внутренним идеальным синхронным напряжением (U_p). Этот угол смещения ротора приводит к образованию разницы напряжений ΔU между U_p и U_1 (рис. 4.4).

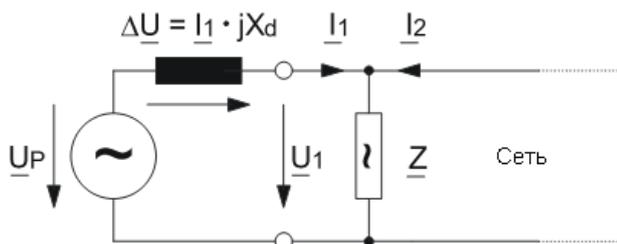


Рисунок 4.4. Эквивалентная цепь для синхронных генераторов, работающих параллельно с электросетью.

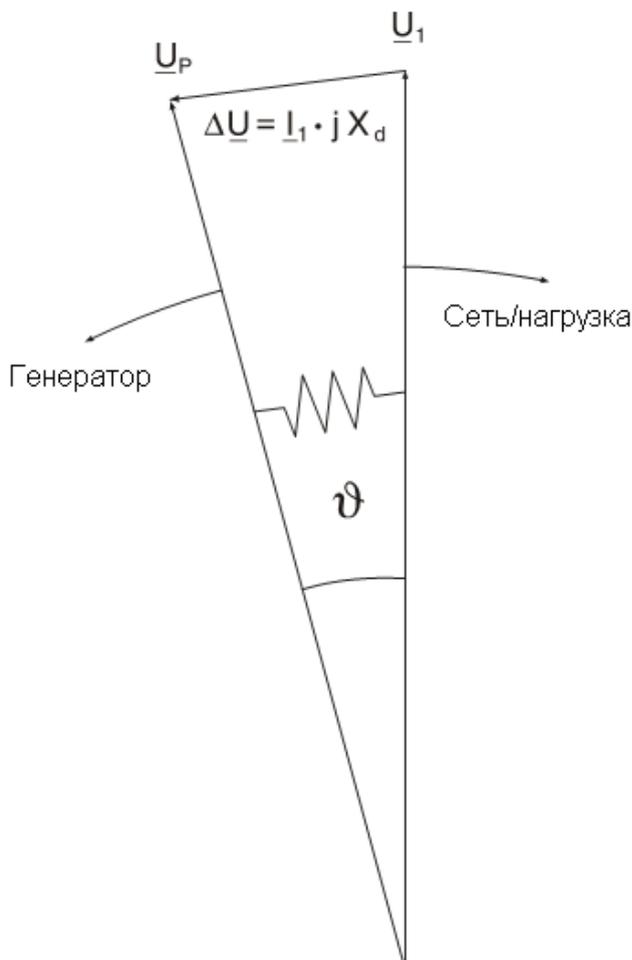


Рисунок 4.5. Изменение угла смещения ротора при внезапной нагрузке генератора

Угол смещения между полем статора и ротора зависит от механического момента вращения вала генератора. Механическая мощность вала сбалансирована с мощностью питающей электросети, поэтому поддерживается постоянная синхронная скорость. (Рис. 4.5.)

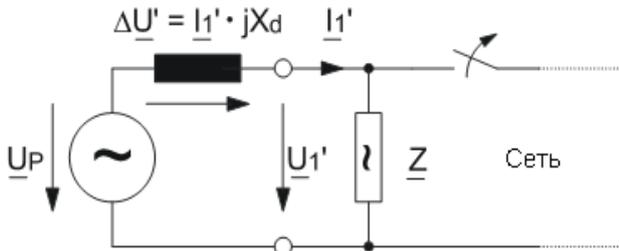


Рисунок 4.6. Эквивалентная цепь при сбое электросети

В случае сбоя электросети или короткого прерывания генератор внезапно питает очень высокую нагрузку потребителя. Угол смещения ротора внезапно увеличивается, и вектор напряжения U_1 меняет направление (U_1'). (Рис. 4.6 и 4.7.)

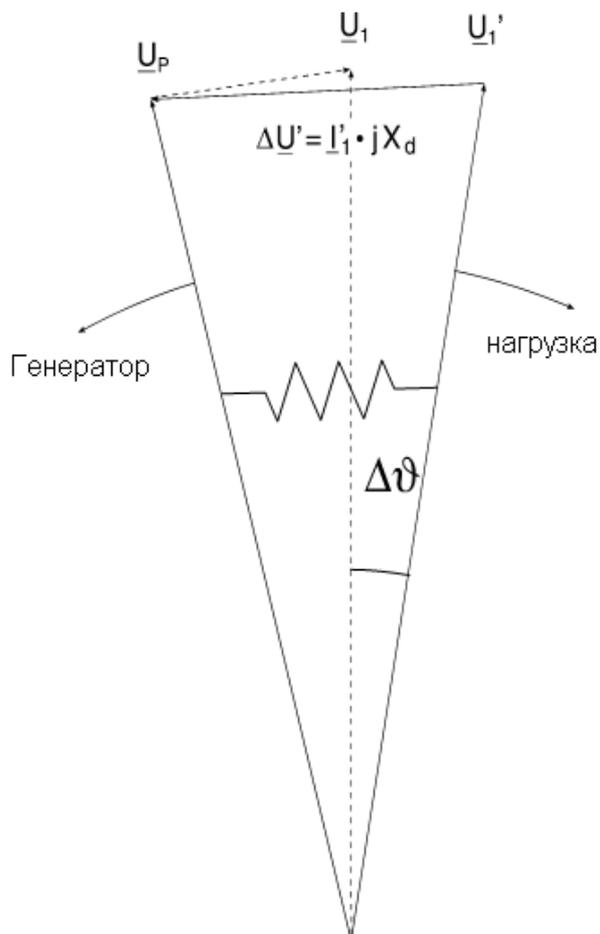


Рисунок 4.7. Изменение угла смещения ротора при внезапной нагрузке генератора

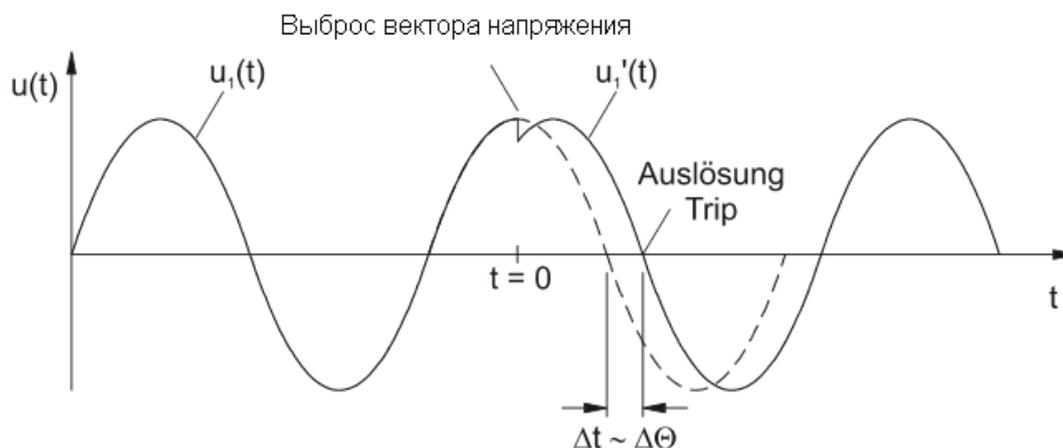


Рисунок 4.8. Выброс вектора напряжения

Как показано на диаграмме напряжения/времени, значение напряжения моментально изменяется, также меняется фаза. Обычно это называется выбросом вектора или фазы.

Устройство MRG3 измеряет продолжительность цикла. Новое измерение начинается при каждом прохождении через нулевое значение напряжения. Измеренная продолжительность цикла внутренне сравнивается с эталонным временем кварцевых внутренних часов. Таким образом определяется отклонение продолжительности цикла сигнала напряжения. В случае выброса вектора, приведенном на рисунке 4.8, прохождение через нулевое значение происходит раньше или позже. Образовавшееся отклонение продолжительности цикла соответствует углу выброса вектора.

Если угол выброса вектора превышает заданное значение, реле отключается без задержки. Отключение при выбросе вектора блокируется в случае обрыва одной или нескольких фаз измеряемого напряжения.

Логика отключения по выбросу вектора

Функция выброса вектора устройства MRG3 одновременно контролирует выбросы вектора во всех трех фазах. Независимо от этого можно настроить отключение реле по выбросу вектора одной фазы (более чувствительное измерение). С этой целью для параметра 1/3 необходимо установить значение «1Ph». Если для параметра 1/3 установлено значение «3Ph», отключение элемента выброса вектора происходит только в том случае, если при выбросе вектора угол выброса вектора одновременно превышает заданное значение во всех трех фазах.

Рекомендация по применению

Хотя реле выброса вектора гарантирует очень быстрое и надежное обнаружение сбоев электросети практически при любых рабочих условиях синхронных генераторов, работающих параллельно с электросетью, необходимо принимать во внимание следующие граничные случаи.

а) При сбое электросети: во время сбоев электросети в точке подключения коммуникаций не наблюдается или наблюдается незначительное изменение потока мощности.

Это может возникнуть при работе в момент снижения максимума нагрузки или на станциях СНР (комбинированной выработки тепла и электроэнергии), где поток мощности между электростанцией и электросетью общего пользования может быть очень низким. Для получения возможности обнаружения выброса вектора на параллельно работающих синхронных генераторах изменение нагрузки должно составлять по меньшей мере 15–20% от номинальной мощности. Если активная нагрузка в точке подключения коммуникаций регулируется минимальным значением и в электросети возникает сбой с большим сопротивлением, будут отсутствовать как выброс вектора, так и изменения мощности и частоты, вследствие чего сбой электросети не будет обнаружен.

Это может произойти только в том случае, если электросеть общего пользования отключается вблизи электростанции и поэтому синхронные генераторы не получают дополнительной нагрузки от каких-либо потребителей. При удаленных сбоях электросети синхронные генераторы получают внезапную нагрузку от оставшихся потребителей, что напрямую приводит к выбросу вектора, поэтому обнаружение сбоя гарантируется. При возникновении подобной ситуации следует принимать во внимание следующее.

В случае если сбой электросети не обнаружен, т.е. при замкнутом выключателе электросети, реле выброса вектора реагирует на первое изменение нагрузки, вызванное выбросом вектора, и размыкает выключатель электросети.

Другая возможность обнаружения сбоев электросети с большим сопротивлением заключается в применении реле нулевого тока с настраиваемой задержкой срабатывания. Задержка срабатывания требуется, чтобы дать возможность току достичь нулевого значения в точке подключения коммуникаций. При сбоях электросети с большим сопротивлением выключатель электросети отключается с помощью реле нулевого тока после истечения времени задержки.

В целях предотвращения асинхронного включения автоматическое повторное включение электросети общего пользования необходимо заблокировать по меньшей мере на это время задержки.

Кроме того, для обнаружения выброса вектора необходимо, чтобы регулирование нагрузки в точке подключения коммуникаций всегда обеспечивало минимальный поток мощности 15–20% от номинальной мощности.

b) Нагрузка короткого замыкания синхронных генераторов при удаленных сбоях электросети

При любом удаленном сбое электросети оставшиеся потребители вызывают внезапную нагрузку короткого замыкания генераторов электростанции. Реле выброса вектора обнаруживает сбой электросети приблизительно в течение 60 мс и отключает выключатель подсоединения электросети. Таким образом, общее время отключения составляет приблизительно 100–150 мс. Если автономные генераторы оснащены сверхбыстродействующей защитой от короткого замыкания, например, с помощью функции обнаружения di/dt , синхронные генераторы могут отключаться неселективно при отключении выключателя генератора. Однако это является нежелательным, поскольку ставится под угрозу подача питания для внутренних потребностей, а последующее синхронизированное переключение по отношению к электросети можно будет выполнить только после ручного сброса защиты от короткого замыкания.

Чтобы не допустить такой ситуации, выключатели синхронного генератора должны быть оснащены защитой от короткого замыкания с задержкой, причем длительность задержки должна быть достаточной для выполнения развязки электросети с помощью реле выброса вектора.

4.5.4 Пороговое значение напряжения для измерения частоты, df/dt и выброса вектора

При низких измеряемых значениях напряжения, например при запуске генератора, измерение частоты, выброса вектора или df/dt может быть нежелательным.

С помощью настройки порогового значения напряжения $UB<$, функции $f_1 - f_3$, df/dt или $\Delta\Theta$ блокируются, если измеренные значения падения напряжения ниже заданного значения.

4.6 Контроль максимального тока и короткого замыкания

Элемент контроля фазового тока устройства MRG3 защищает генераторы, потребителей или работающее дополнительное оборудование от максимального тока и короткого замыкания. Реле оснащено функцией двухступенчатого контроля максимального тока и короткого замыкания.

Функция защиты от максимального тока выполняется либо с помощью независимой защиты IDMT, либо с помощью защиты DMT, с задержкой отключения. Для защиты IDMT возможна дополнительная активация функции обнаружения перемежающихся ошибок. Если обнаружение сбоя прервано во время фазы возбуждения, истекшее время возбуждения будет удержано в течение 60 секунд. Если в течение этого времени снова обнаружится сбой, продолжится отсчет времени возбуждения. Это необходимо для предотвращения сбоев, которые всегда повторяются в течение этих 60 секунд, но длительность которых ниже настроенного времени возбуждения для безопасного отключения.

Защита от короткого замыкания является одноступенчатой защитой с немедленным отключением или настраиваемым временем задержки.

4.7 Защита от замыкания на землю

4.7.1 Защита от замыкания на землю статора генератора

С помощью точки нейтрали, заземленной, как показано на рис. 4.9, устройство MRG3 срабатывает только при возникновении фазовых замыканий на землю между генератором и местоположением токовых трансформаторов, подающих питание на реле. Случаи замыкания на землю за пределами токовых трансформаторов, т.е. на стороне потребителя или линии, не обнаруживаются.

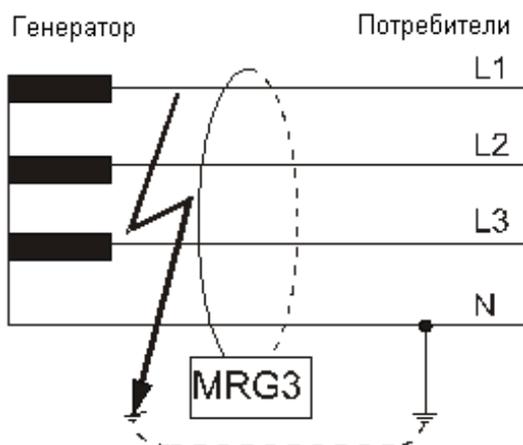


Рисунок 4.9. Защита от замыкания на землю статора генератора

4.7.2 Защита от замыкания на землю со стороны системы

С помощью точки нейтрали, заземленной, как показано на рис. 4.10, устройство MRG3 срабатывает только при возникновении замыканий на землю на стороне потребителя или линии. Оно не срабатывает при возникновении замыканий на землю на клеммах генератора или в статоре генератора.

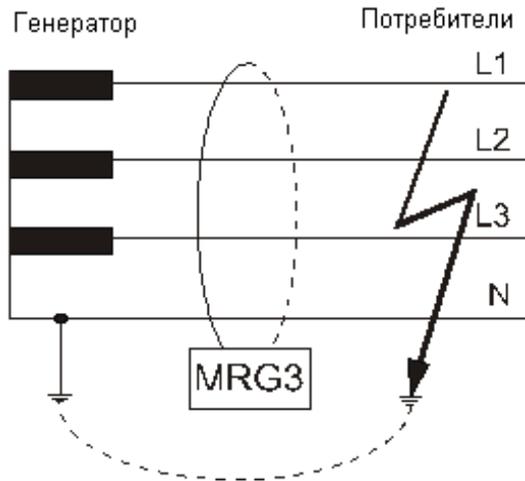


Рисунок 4.10. Защита от замыкания на землю системы

4.7.3 Направленная функция защиты от замыкания на землю

Реле располагает встроенным элементом защиты, определяющим направление замыкания на землю, который применим к сетям энергоснабжения с изолированной или компенсированной с помощью дугогасительной катушки точкой нейтрали.

Что касается определения направления замыкания на землю, то это в основном вопрос оценки направления потока мощности в системе нулевой последовательности. При этом для определения направления оценивается как остаточное напряжение, так и нейтральный (остаточный) ток.

В изолированных и компенсированных системах для обнаружения замыкания на землю решающим является измерение реактивной или активной мощности. Поэтому для измерения в соответствии с методами $\sin \varphi$ или $\cos \varphi$ в зависимости от способа подключения точки нейтрали необходимо установить тип реле ER/XR.

Остаточное напряжение U_E , требуемое для определения направления замыкания на землю, в зависимости от соединений трансформаторов напряжения можно измерить тремя различными способами. (См. таблицу 4.1.)

Суммарный ток можно измерить, подключив устройство либо к трансформатору тока с тороидальным сердечником, либо к трансформаторам тока по схеме Холмгрена. При этом максимальная чувствительность будет достигнута при подключении защитного устройства MRG3 к трансформатору тока с тороидальным сердечником. (См. рис. 3.4.)

Значения срабатывания $I_{E>}$ и $I_{E>>}$ (активная и реактивная составляющие тока для метода $\cos \varphi$ или $\sin \varphi$) для типов реле ER можно настроить от 0,01 до $0,45 \times I_N$.

| Вариант настройки | Применение, см. раздел Error! Reference source not found. | Соединения трансформаторов напряжения | Измеренное напряжение при замыкании на землю | Коэффициент коррекции для остаточного напряжения |
|-------------------|--|---------------------------------------|--|--|
| «3pha» | 3-фазный трансформатор напряжения, подключенный к разъемам A3-A4, A5-A6, A7-A8 (MRG3-IER; MRG3-IU0; MRG3-U0) Кодировка контактной колодки X19 на 3PHA | | $\sqrt{3} \times U_N = 3 \times U_{1N}$ | $K = 1/3$ |
| «e-n» | обмотка e-n, подключенная к разъемам B1, A2 (MRG3-IER; MRG3-IU0; MRG3-U0) Кодировка контактной колодки X19 на 1:1 | | $U_N = \sqrt{3} \times U_{1N}$ | $K = 1/\sqrt{3}$ |
| «1:1» | Напряжение точки нейтрали (= остаточное напряжение) разъемы B1, A2 (MRG3-IER; MRG3-IU0; MRG3-U0) Кодировка контактной колодки X19 на 1:1 | | $U_{1N} = U_{NE}$ | $K = 1$ |

Таблица 4.1: Соединение трансформаторов напряжения

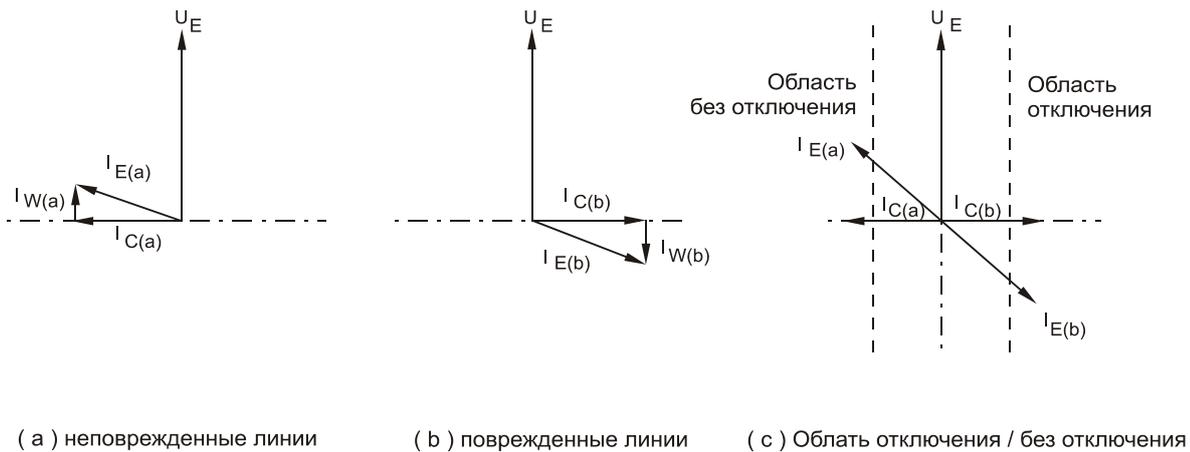


Рисунок 4.11. Фазовое положение между остаточным напряжением и током нулевой последовательности для поврежденных и неповрежденных линий в случае изолированных систем ($\sin \varphi$)

- U_E -остаточное напряжение
- I_E -ток нулевой последовательности
- I_C -емкостная составляющая тока нулевой последовательности
- I_W -активная составляющая тока нулевой последовательности

Путем вычисления реактивной составляющей тока (настройка $\sin \varphi$) и последующего сравнения угла смещения фазы по отношению к остаточному напряжению U_E тип реле ER/XR определяет, присутствует ли замыкание на землю на защищаемой линии.

На линиях, не подверженных замыканию на землю, емкостная составляющая $I_C(a)$ суммарного тока опережает остаточное напряжение на угол, равный 90° . В случае поврежденных линий величина емкостного тока $I_C(b)$ отстает от остаточного напряжения на 90° .

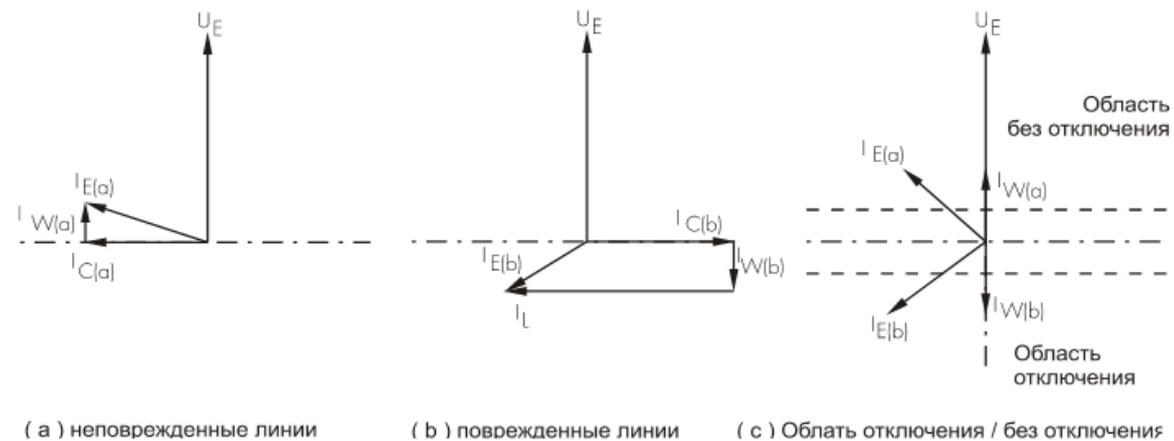


Рисунок 4.12. Фазовое положение между остаточным напряжением и током нулевой последовательности для поврежденных и неповрежденных линий в случае компенсированных систем ($\cos \varphi$)

- U_E остаточное напряжение
- I_E ток нулевой последовательности
- I_L индуктивная составляющая тока нулевой последовательности
- I_C емкостная составляющая тока нулевой последовательности
- I_W активная составляющая тока нулевой последовательности

В компенсированной электросети направление короткого замыкания на землю не удастся определить по реактивным составляющим тока, поскольку реактивная часть тока замыкания на землю зависит от уровня компенсации электросети. Для определения направления используется омическая составляющая суммарного тока (вычисленная с помощью настройки $\cos \varphi$).

Активная составляющая на неповрежденной линии совпадает по фазе с остаточным напряжением, в то время как активная составляющая на поврежденной линии находится в противофазе с остаточным напряжением.

Гармоники и переходные процессы при коротком замыкании в токе короткого замыкания подавляются с помощью эффективного цифрового фильтра. Таким образом, нечетные гармоники, вызываемые, к примеру, сбоем из-за электрической дуги, не ослабляют защитной функции.

4.7.4 Остаточное напряжение

В устройстве MRG3-IER (реле) обнаружение остаточного напряжения служит только в качестве предупредительной функции, поскольку остаточное напряжение в данном случае используется для определения направления. Устройство MRG3-IUO обеспечивает двухступенчатую защиту.

4.7.5 Режим работы устройства MRG3 при различных рабочих условиях

| № | Динамический режим | $U_{<<}$ | $U_{>>}$ | f_1, f_2, f_3 | $\Delta\theta$ | df/dt |
|---|--|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | напряжение подается на вход внешней блокировки | свободно программируется | свободно программируется | свободно программируется | свободно программируется | свободно программируется |
| 2 | Вход блокировки разблокирован | моментальная разблокировка | моментальная разблокировка | разблокировка спустя 1 с | разблокировка спустя 5 с | разблокировка спустя 5 с |
| 3 | питающее напряжение включено | блокировка в течение 200 мс | блокировка в течение 200 мс | блокировка в течение 1 с | блокировка в течение 1 с | блокировка в течение 1 с |
| 4 | внезапно подается 3-фазное измерительное напряж. | разблокировка | разблокировка | блокировка в течение 1 с | блокировка в течение 5 с | блокировка в течение 5 с |
| 5 | одно или несколько измерительных напряжений внезапно отключаются (сбой фазы) | разблокировка | разблокировка | блокировка | блокировка | блокировка |
| 6 | измерительное напряжение менее $U_{в<}$ (настраиваемое значение порога напряжения) | разблокировка | разблокировка | блокировка | блокировка | блокировка |

Таблица 4.2: Динамический режим функций для развязки электросети устройства MRG3

| № | Динамический режим | I> | I>> | IE> | ER> | UO>* |
|---|--|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 | напряжение подается на вход внешней блокировки | свободно программируется |
| 2 | Вход блокировки разблокирован | моментальная разблокировка |

*не MRG3-IER

Таблица 4.3: Динамический режим функций для токовой защиты устройства MRG3

4.7.6 Установка функции блокировки в соответствии с требованиями

Устройство MRG3 оснащено входом внешней блокировки. При подаче вспомогательного напряжения на вход D8/E8 блокируются требуемые функции защиты реле (см. раздел 5.9.1).

4.8 Регистратор неисправностей

Устройство MRG3 оснащено регистратором значений неисправностей, который регистрирует измеренные аналоговые значения в качестве мгновенных значений.

Мгновенные значения

или $U_{L1}; U_{L2}; U_{L3}$ U_0 для соединения по схеме звезды
 $U_{12}; U_{23}; U_{21}$ для соединения по схеме треугольника
 и $i_{L1}, i_{L2}, i_{L3}, i_E,$

считываются с растром 1,25 мс (при 50 Гц) и 1,041 мс (при 60 Гц) и сохраняются в циклическом буфере. Максимальные значения общего времени регистрации: 20 с (при 50 Гц) и 16,66 с (при 60 Гц).

Эти данные касаются только версий устройства MRG3 и MRG3-U0. Время регистрации для всех остальных типов устройства: 10 с при 50 Гц и 8,33 с при 60 Гц.

Разделение памяти

Независимо от времени регистрации всю емкость памяти можно разделить на несколько ячеек для записи неисправностей с более коротким временем регистрации для каждой. Кроме того, можно оказать влияние на режим удаления данных регистратора неисправностей.

Запрет перезаписи

При выборе 2, 4 или 8 записей целая память разделяется на соответствующее количество отдельных сегментов. При превышении этого максимального количества событий неисправности регистратор неисправностей блокирует любые дальнейшие записи для предотвращения перезаписи сохраненных данных. После считывания и удаления данных регистратор снова готов к дальнейшей работе.

Перезапись

При выборе 1, 3 или 7 записей в целой памяти резервируется соответствующее количество отдельных сегментов. При заполнении памяти новая запись всегда перезаписывает наиболее раннюю.

При заполнении памяти начинает мигать светодиодный индикатор FR.

Часть памяти регистратора неисправностей предназначена для циклического запоминающего устройства. В данном примере можно сохранить 7 записей о неисправностях (с функцией перезаписи).

Области в памяти с 6 по 4 заняты

Область памяти 5 в настоящее время перезаписывается

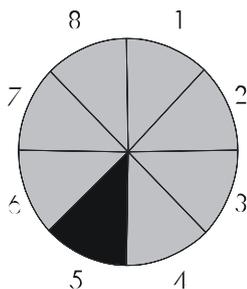


Рисунок 4.13. Пример разделения памяти на 8 сегментов

Поскольку области памяти 6, 7 и 8 заняты, этот пример демонстрирует, что для памяти назначено более восьми записей. Это означает, что самой ранней записью неисправности является запись № 6, а наиболее поздней — запись № 4.

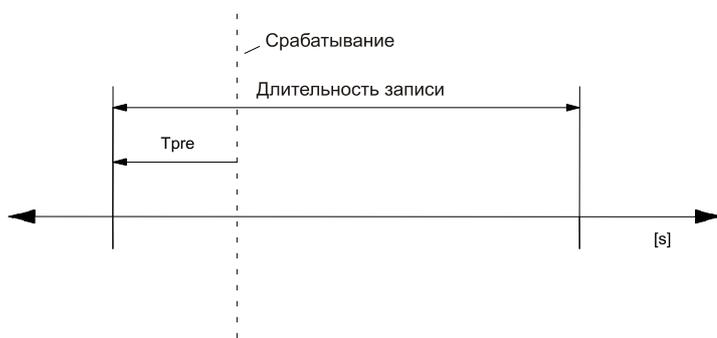


Рисунок 4.14. Базовая установка регистратора неисправностей

Для каждого сегмента памяти доступно назначенное время сохранения, что позволяет настройку промежутка времени до возникновения события запуска.

Через интерфейс RS485 данные можно считать и обработать с помощью ПК (HTL/PL-Soft4). Данные редактируются в графическом виде и отображаются. Записываются также двоичные данные отслеживания, например, по активации и отключению.

5. Эксплуатация и настройки

5.1 Дисплей

В следующей таблице приведены различные используемые специальные символы. Для получения подробной информации о функциях можно обратиться к соответствующим разделам, однако описания имеются не для всех функций всех устройств. В списке параметров, приведенном в конце данного описания, перечислены функции для различных реле.

| Функция | Индикация дисплея | Требуемое нажатие кнопок | Соответствующий светодиодный индикатор | Раздел |
|-----------------------------------|--|---|---|--------|
| Нормальная работа | SEG | <SELECT/RESET>, 3 с | | |
| Измеренные параметры срабатывания | Напряжение в L1 Напряжение в L2 Напряжение в L3 Альтернативный вариант: Напряжение в L1/L2 Напряжение в L2/L3 Напряжение в L3/L1 Измерение частоты Значение: мин. значение макс. значение Выброс вектора в L1 Выброс вектора в L2 Выброс вектора в L3 Альтернативный вариант: Выброс вектора в L1/L2 Выброс вектора в L2/L3 Выброс вектора в L3/L1 Мин. значение Макс. значение Альтернативный вариант: Частотный градиент df Мин. значение Макс. значение Кажущийся ток в L1 Кажущийся ток в L2 Кажущийся ток в L3 Остаточное напряжение U_0 Ток замыкания на землю Активная составляющая E_p Реактивная составляющая E_Q Угол I_E и U_0 | <SELECT/RESET>, один раз для каждого значения | U+L1 U+L2 U+L3 U+L1+L2 U+L2+L3 U+L3+L1 f f+min f+max $\Delta\theta/df+L1$ $\Delta\theta/df+L2$ $\Delta\theta/df+L3$ $\Delta\theta/df+L1+L2$ $\Delta\theta/df+L2+L3$ $\Delta\theta/df+L3+L1$ $\Delta\theta/df+min$ $\Delta\theta/df+max$ $\Delta\theta/df$ $\Delta\theta/df+min$ $\Delta\theta/df+max$ I+L1 I+L2 I+L3 U+E I+E I+E+ E_p I+E+ E_Q U+I+E | 5.10 |
| Отображение даты и времени. | Год: Y = 06 Месяц: M = 01 День: D = 04 Час: h = 12 Минута: m = 2 | <SELECT/RESET> <+><-> | ⊕ | 5.8.5 |

| Функция | Индикация дисплея | Требуемое нажатие кнопки | Соответствующий светодиодный индикатор | Раздел |
|--|--|---|--|-----------------------------------|
| | Секунда: s = 12 | | | |
| Значения параметра: соединение по схеме звезды/треугольника | Y/DELT | <SELECT/RESET> <+><-> | U | 4.3.1 5.3.1 |
| Номинальное первичное напряжение трансформатора Номинальное вторичное напряжение трансформатора Номинальное первичное напряжение генератора | SEK.. значение параметра в кВ Значение параметра в В SEK.. значение параметра в кВ | <SELECT/RESET><+><-> один раз для каждого значения | U+L1+L2+L3+1 U+L1+L2+L3+2 U+L1+L2+L3+3 | 5.3.2 5.3.3 5.3.4 5.10.3 |
| Номинальный первичный ток трансформатора Номинальный первичный ток генератора | SEK.. значение параметра в кА SEK.. значение параметра в кА | <SELECT/RESET><+><-> один раз для каждого значения | I+L1+L2+L3+1 I+L1+L2+L3+2 | 5.3.2 5.3.4 5.10.4 |
| Номинальное остаточное напряжение трансформатора для остаточного напряжения Номинальное остаточное напряжение генератора | SEK.. значение параметра в кВ Значение параметра в В SEK.. значение параметра в кВ | <SELECT/RESET><+><-> один раз для каждого значения | U+E+1 U+E+2 U+E+3 | 5.3.2 5.3.3 5.3.4 5.10.4 |
| Метод, используемый для измерения остаточного напряжения | 3PHA, E:N, 1:1 | <SELECT/RESET><+><-> один раз для каждого значения | U+E | 4.7.3 5.3.5 |
| Номинальный первичный ток трансформатора для короткого замыкания на землю Номинальный первичный ток генератора для короткого замыкания на землю | SEK.. значение параметра в кА SEK.. значение параметра в кА | <SELECT/RESET><+><-> один раз для каждого значения | I+E+1 I+E+2 | 5.3.2 5.3.4 5.10.4 |
| Номинальная частота | F=50, f=60 | <SELECT/RESET><+><-> один раз для каждого значения | f | 0 |
| Выбор выброса вектора или df/dt | dPhi/dfdt | <SELECT/RESET><+><-> | $\Delta\theta_{df}$ | 5.3.7 |
| Мигание СДИ при переключении Отсутствие мигания СДИ | FLSH NOFL | <SELECT/RESET><+><-> | | 5.3.8 |
| Переключатель параметров/внешний запуск регистратора | SET1, SET2, B_S2, R_S2, B_FR, R_FR, S2_FR | <SELECT/RESET><+><-> | P2 | 5.3.9 |

| Функция | Индикация дисплея | Требуемое нажатие кнопок | Соответствующий светодиодный индикатор | Раздел |
|--|--|---|--|----------------|
| неисправностей | | | | |
| Пониженное напряжение (низкая уставка) Задержка отключения элемента с низкой уставкой | Значение параметра в % Значение параметра в секундах | <SELECT/RESET><+><-> один раз для каждого значения | U + 1 + < U + 1 + < + t> | 5.4.1 |
| Пониженное напряжение (высокая уставка) Задержка отключения элемента с высокой уставкой | Значение параметра в % Значение параметра в секундах | <SELECT/RESET><+><-> один раз для каждого значения | U + 2 + < U + 2 + < + t> | 5.4.1 |
| Повышенное напряжение (низкая уставка) Задержка отключения элемента с низкой уставкой | Значение параметра в % Значение параметра в секундах | <SELECT/RESET><+><-> один раз для каждого значения | U + 1 + > U + 1 + > + t> | 5.4.1 |
| Повышенное напряжение (высокая уставка) Задержка отключения элемента с высокой уставкой | Значение параметра в % Значение параметра в секундах | <SELECT/RESET><+><-> один раз для каждого значения | U + 2 + > U + 2 + > + t> | 5.4.1 |
| Повтор измерения напряжения T | Значение параметра в периодах | <SELECT/RESET><+><-> | f | 5.4.2 |
| Частотный элемент f ₁ Задержка отключения частотного элемента f ₁ | Значение параметра в Гц Значение параметра в секундах | <SELECT/RESET><+><-> | f + 1 + (> f + 1 + t> | 5.4.3 5.4.4 |
| Частотный элемент f ₂ Задержка отключения частотного элемента f ₂ | Значение параметра в Гц Значение параметра в секундах | <SELECT/RESET><+><-> один раз для каждого значения | f + 2 + (> f + 2 + t> | 5.4.3 5.4.4 |
| Частотный элемент f ₃ Задержка отключения частотного элемента f ₃ | Значение параметра в Гц Значение параметра в секундах | <SELECT/RESET><+><-> один раз для каждого значения | f + 3 + (> f + 3 + t> | 5.4.3 5.4.4 |
| Значение отклика для выброса вектора | Значение параметра в градусах | <SELECT/RESET><+><-> | $\Delta\theta_{df}$ | 5.4.5 |
| Измерение «1 из 3»/«3 из 3» | 1Ph/3Ph | <SELECT/RESET><+><-> | 1/3_dt | 5.4.5 |
| Значение параметра df/dt Повтор измерения df/dt | Значение параметра в Гц/с Значение параметра в периодах | <SELECT/RESET><+><-> один раз для каждого значения | $\Delta\theta_{df}$ 1/3_dt | 5.4.5 |
| Блокировка измерения частоты и выброса вектора при пониженном напряжении (df/dt) | Значение параметра в вольтах | <SELECT/RESET><+><-> | f, $\Delta\theta_{df}$ | 5.4.6 |
| Максимальный ток I> | Значение параметра в % | <SELECT/RESET><+><-> один раз для каждого значения | I + 1 + > | 5.5.1 |
| Характеристики отключения для фазового тока | DEFT, NINV, VINV, EINV, LINV, RINV | <SELECT/RESET><+><-> один раз для каждого значения | I + 1 | 5.5.2 |
| Задержка | Значение параметра в | <SELECT/RESET><+><-> | I + 1 + > + t> | 5.5.3 |

| Функция | Индикация дисплея | Требуемое нажатие кнопки | Соответствующий светодиодный индикатор | Раздел |
|---|---|---|---|---------------------------------|
| отключения для I> или множитель времени для характеристик Режим сброса Короткое замыкание I>> Задержка отключения для I>> | секундах Без единиц измерения | один раз для каждого значения | | |
| | 0s/60s (0 c/60 c) | <SELECT/RESET><+><-> | I + 1 + > + t> | 5.5.4 |
| Короткое замыкание I>> Задержка отключения для I>> | Значение параметра в % Значение параметра в секундах | <SELECT/RESET><+><-> один раз для каждого значения | I + 2 + > I + 1 + > + t> | 5.5.5 |
| | Остаточное напряжение U0>, индикация Warning (Предупреждение) или Trip (Отключение) | warn/trip | <SELECT/RESET><+><-> | U0 + 1 |
| Остаточное напряжение U0> Задержка отключения для U0> | Значение параметра в % Значение параметра в секундах | <SELECT/RESET><+><-> один раз для каждого значения | U0 + 1 + > U0 + 1 + > + t> | 5.6.1 5.6.2 |
| | Остаточное напряжение U0>> Задержка отключения для U0>> | Значение параметра в % Значение параметра в секундах | <SELECT/RESET><+><-> один раз для каждого значения | U0 + 2 + > U0 + 2 + > + t> |
| Максимальный ток замыкания на землю IE> | Значение параметра в % | <SELECT/RESET><+><-> один раз для каждого значения | IE + 1 + > | 5.6.3 |
| Максимальный ток замыкания на землю IE>, индикация Warning (Предупреждение) или Trip (Отключение) | Warn/trip | <SELECT/RESET><+><-> | IE + 1+2 | 5.6.4 |
| | Характеристика отключения для тока замыкания на землю | DEFT, NINV, VINV, EINV, LINV, RINV, RXID | <SELECT/RESET><+><-> один раз для каждого значения | IE + 1 |
| Задержка отключения для IE> или множитель времени для характеристик в прямом направлении | Значение параметра в секундах Без единиц измерения | <SELECT/RESET><+><-> один раз для каждого значения | IE + 1 + > + t> + → | 5.6.6 |
| | Значение параметра в секундах Без единиц измерения | <SELECT/RESET><+><-> один раз для каждого значения | IE + 1 + > + t> + ← | 5.6.6 |
| Режим сброса | 0s/60s (0 c/60 c) | <SELECT/RESET><+><-> | IE + 1 + > + t> | 5.6.7 |
| Короткое замыкание на землю IE>> Задержка отключения IE>> в прямом направлении | Значение параметра в % Значение параметра в секундах | <SELECT/RESET><+><-> один раз для каждого значения | I + 2 + > I + 2 + > + t> + → | 5.6.8 5.6.9 |
| | Короткое замыкание на землю IE>> Задержка отключения IE>> в обратном направлении | Значение параметра в % Значение параметра в секундах | <SELECT/RESET><+><-> один раз для каждого значения | I + 2 + > I + 2 + > + t> + ← |

| Функция | Индикация дисплея | Требуемое нажатие кнопок | Соответствующий светодиодный индикатор | Раздел |
|---|---|---|--|-----------------------|
| Переключение изолированных (sin φ) или компенсированных (cosφ) сетей | SIN/COS | <SELECT/RESET><+> <-> | IE + 1 + 2 | 5.6.10 |
| Задержка отключения защиты от отказа выключателя | Значение параметра в секундах | <SELECT/RESET><+><-> один раз для каждого значения | CB + t | 5.7.1 |
| Адрес подчиненного устройства последовательного интерфейса | RS_1....RS32 | <SELECT/RESET><+><-> один раз для каждого значения | | 5.7.2 |
| Количество зарегистрированных последовательностей событий для MRG3; MRG3-U0; Количество зарегистрированных последовательностей событий для MRG3-I; MRG3-IU0; MRG3-IER Сигнал запуска для регистратора событий неисправностей Период до запуска регистратора событий неисправностей | 1x10; 1x5; 2x5; 3x2. 4x2.; 7x1.; 8x1. (50 Гц) 1x8.; 1x4.; 2x4.; 3x2. 4x2.; 7x1.; 8x1. (60 Гц) | <SELECT/RESET><+><-> один раз для каждого значения | FR | 4.8 5.8 |
| | 1x20; 1x10; 2x10; 3x5; 4x5; 7x2.; 8x2. (50 Гц) 1x16; 1x16; 2x8.; 3x4; 4x4.; 7x2.; 8x2. (60 Гц) | <SELECT/RESET><+><-> один раз для каждого значения | FR | 4.8 5.8 |
| | TEST, P_UP, A_PI, TRIP | <SELECT/RESET><+><-> один раз для каждого значения | FR | 4.8 5.8 |
| | Значение параметра в секундах | <SELECT/RESET><+><-> один раз для каждого значения | FR | 4.8 5.8 |
| Скорость передачи данных (в бодах) ¹⁾ | 2400-9600 | <SELECT/RESET><+><-> один раз для каждого значения | | 5.7.3 |
| Проверка на четность ¹⁾ | even/odd/no | <SELECT/RESET> <+><-> | | 5.7.4 |
| Блокировка функции защиты | BLOC, NO_B | <+> <-><SELECT/RESET> | U; f; Δθ/df; I; I _E ;U ₀ ; 1; 2; 3; <; >; CB | 5.9.1 |
| Назначение реле | ___.1_3_ 2 3 4 | <SELECT/RESET><+><-> один раз для каждого значения | L1; L2; L3; U; f; Δθ/df; I; I _E ;U ₀ ; 1; 2; 3; <; >; CB | 5.7.1 |
| Отключение реле при разблокировке защиты от отказа выключателя | CBFP | | L1; L2; L3; U; f; Δθ/df; I; I _E ;U ₀ ; 1; 2; 3; <; >; CB | 5.7.1 |
| Запрос памяти неисправностей | FLT1; FLT2..... | <-><+> | L1; L2; L3; U; f; Δθ/df; I; E;U0 | 5.7.1 |
| Удаление данных из памяти неисправностей | wait (ожидание) | <-> <SELECT/RESET> в течение 3 с | | 5.7.1 |
| Блокировка | EXIT | <+> до достижения макс. значения параметра <-> до достижения мин. значения параметра | СДИ блокированного параметра | общ. док. по MR |
| Сохранить параметр? | SAV? | <ENTER> | | общ. док. по MR |
| Сохранить параметр | SAV! | <ENTER> припл. в течение 3 с | | общ. док. по MR |
| Версия программного обеспечения | Первая часть (например, D02-) | <TRIP>, один раз для каждой части | | общ. док. |

| Функция | Индикация дисплея | Требуемое нажатие кнопок | Соответствующий светодиодный индикатор | Раздел |
|----------------------------|-----------------------------|---|--|-----------------|
| | Доп. часть (например, 6.01) | | | по MR |
| Отключение вручную | TRI? | <TRIP> 3 руч. | | общ. док. по MR |
| Запрос пароля | PSW? | <SELECT/RESET>/<+><->/<ENTER> | | общ. док. по MR |
| Отключение реле | TRIP | <TRIP> или отключение из-за неисправности | L1; L2; L3; U; f; $\Delta\Theta/df$; I; I _E ; U ₀ ; 1; 2; 3; <; >; CB | общ. док. по MR |
| Введение секретного пароля | XXXX | <SELECT/RESET>/<+>/<->/<ENTER> | | 5.7.1 |
| Сброс системы | SEG | <SELECT/RESET> прибл. в течение 3 с | | 5.7.1 |

1) только Modbus

Таблица 5.1: Возможные индикаторные сообщения на дисплее

5.2 Порядок настройки

В этом параграфе подробно описываются настройки для всех параметров реле. При первой настройке параметров следует ввести пароль (см. пункт 4.4 описания «MR — цифровые многофункциональные реле»).

5.3 Системные параметры

5.3.1 Переключатель режимов Δ/Y

В зависимости от состояния напряжения электросети входные трансформаторы напряжения могут работать при соединении по схеме треугольника или по схеме Y. Переключение осуществляется с помощью кнопок <+> и <->, а сохраняется с помощью кнопки <ENTER>. (См. раздел 4.3.1.)

5.3.2 Отображение значений измерений в качестве первичных величин

С помощью этого параметра можно обозначить измеренные значения в качестве первичных величин. С этой целью для данного параметра необходимо установить значение, равное значению номинального первичного тока ТТ. Если для параметра установлено значение «SEK», измеренное значение будет отображаться в качестве номинального вторичного напряжения ТТ или значения, кратного значению номинального вторичного тока ТТ.

5.3.3 Настройка измеренных вторичных значений для трансформаторов напряжения

С помощью этого параметра следует отрегулировать номинальное вторичное значение для трансформатора напряжения. Если трансформатор напряжения недоступен, для параметра «Обозначение измеренных значений в качестве первичных величин на дисплее» необходимо установить значение SEK (см. раздел 5.3.2).

С помощью этого параметра устройство MRG3 имеет возможность распознавать диапазон напряжения, на котором основан расчет: 0–150 В или 0–600 В.

На основе настройки номинального вторичного напряжения не менее 138 В будут рассчитаны все точки переключения диапазона измерения 0–600 В. Если для данного параметра установлено значение не более 138 В, рассчитываются все точки переключения диапазона 0–150 В.

Необходимо помнить: следует убедиться, что для переключения на различные диапазоны напряжения кодовые разъемы всегда подключены надлежащим образом. (см. раздел 3.1.8).

5.3.4 Настройка номинальных значений для генератора

До отображения в процентах следующих параметров защитных функций по току и напряжению необходимо настроить номинальные значения для тока и напряжения генератора.

Пример.

Номинальное значение генератора составляет 8,2 кВ. Применяются трансформаторы напряжения с номинальным значением 10 кВ/110 В.

Итоговыми настройками параметра являются следующие:

| | |
|--------------------------------------|--------|
| номинальное первичное напряжение ТТ: | 10 кВ |
| номинальное вторичное напряжение ТТ: | 110 В |
| номинальное напряжение генератора: | 8,2 кВ |

Если в настоящее время генератор работает при номинальном напряжении, отображается измеренное номинальное значение напряжения «8k20». Если для перепада пониженного напряжения впоследствии устанавливается значение 80%, возбуждение возникнет при напряжении генератора $0,8 \times 8,2 \text{ кВ} = 6,56 \text{ кВ}$.

Номинальное значение генератора составляет 180 А. Будут применяться трансформаторы напряжения с номинальным значением 200 А/5А.

Исходя из этих данных настройками параметра являются следующие:

номинальный первичный ток ТТ: 0,20 кА

номинальный ток генератора: 0,18 кА

Параметр для номинального вторичного тока ТТ не требуется, поскольку значение этого параметра равно номинальному току защитного устройства.

Если для перепада повышенного напряжения устанавливается значение 120%, возбуждение возникнет при напряжении генератора $1,2 \times 180 \text{ А} = 216 \text{ А}$, а на дисплее отобразится «k216».

5.3.5 Подключение трансформатора напряжения для измерения остаточного напряжения (3pha/e-n/1:1)

В зависимости от подключения трансформатора напряжения можно выбрать три варианта измерения остаточного напряжения (см. раздел 4.7.4).

5.3.6 Номинальная частота

Адаптированный алгоритм FFT требует, чтобы номинальная частота объекта была защищена в качестве параметра для цифровой выборки и фильтрации токов на входе. При нажатии кнопки <SELECT> на дисплее отобразится «f=50» или «f=60». Требуемую номинальную частоту можно настроить с помощью кнопки <+> или <->, а затем сохранить с помощью кнопки <ENTER>.

5.3.7 Выбор между функцией выброса вектора и контролем df/dt

Устройство MRG3 обеспечивает два метода контроля кратковременных перебоев в электросети: контроль выброса вектора (см. раздел 4.5.2) и контроль df/dt (см. раздел 4.5.1). Вышеуказанные функции (выброс вектора = dPhi и контроль df/dt) можно выбрать с помощью кнопок перемещения курсора <+> и <->.

5.3.8 Отображение данных об активации

Если после активации реле значение существующего тока падает ниже значения срабатывания, например I>, без запуска отключения, быстрое мигание светодиодного индикатора I> сигнализирует о возникновении активации. Светодиодный индикатор продолжает мигать до повторного сброса (кнопка <RESET>). Мигание можно заблокировать, установив для параметра значение NOFL.

5.3.9 Переключатель параметров/внешний запуск регистратора неисправностей

С помощью переключателей параметров можно активировать два различных набора параметров. Переключение параметров можно выполнить с помощью программного обеспечения, а также посредством внешних входов RESET или входа блокировки. В качестве альтернативного варианта для сброса или блокировки запуска регистратора неисправностей можно использовать внешние входы.

| Параметр программного обеспечения | Использование входа блокировки | Использование входа RESET |
|-----------------------------------|--|--|
| SET1 | Вход блокировки | Вход RESET |
| SET2 | Вход блокировки | Вход RESET |
| B_S2 | Переключатель параметров | Вход RESET |
| R_S2 | Вход блокировки | Переключатель параметров |
| B_FR | Внешний запуск регистратора неисправностей | Вход сброса |
| R_FR | Вход блокировки | Внешний запуск регистратора неисправностей |
| S2_FR | Переключатель параметров | Внешний запуск регистратора неисправностей |

Таблица 5.2: Функция цифровых входов

При установке параметра B_S2 вход блокировки (D8, E8) используется в качестве переключателя наборов параметров. При установке параметра R_S2 вход сброса (D8, E8) используется в качестве переключателя наборов параметров. При установке параметра B_FR регистратор неисправности немедленно активируется с помощью входа блокировки. На протяжении регистрации на передней панели горит светодиодный индикатор FR. При установке параметра R_FR регистратор неисправности активируется с помощью входа сброса. При установке параметра S2_FR можно активировать набор параметров 2 с помощью входа блокировки и/или регистратор неисправностей с помощью входа сброса. Соответствующая функция активируется при подаче вспомогательного напряжения на внешние входы.

Важное замечание.

При использовании внешнего входа RESET в качестве устройства переключения параметров или внешнего запуска он становится недоступным для выполнения сброса. Если внешний вход блокировки используется в качестве переключателя параметров, функции защиты следует блокировать по отдельности с помощью программного обеспечения (см. раздел 5.7.1).

5.4 Параметр защиты «Развязка электросети»

5.4.1 Настройка параметра «Функции защиты от повышенного и пониженного напряжения»

Процедура настройки управляется с помощью двух цветных светодиодных индикаторов. Во время настройки пороговых значений напряжения светодиодные индикаторы U<, U<<, U> и U>> будут мигать следующим образом:

U< U + 1 + <
U<< U + 2 + <
U> U + 1 + >
U>> U + 2 + >

При настройке соответствующей задержки отключения светодиодные индикаторы будут мигать следующим образом:

tU< U + 1 + < + t>
tU<< U + 2 + < + t>
tU> U + 1 + > + t>
tU>> U + 2 + > + t>

Пороговые значения контроля напряжения

При настройке пороговых значений U<, U<<, U> и U>> значения номинального напряжения генератора отображаются непосредственно в %. Пороговые значения можно изменить с помощью кнопок <+> <->, а затем сохранить с помощью кнопки <ENTER>.

Контроль пониженного напряжения (U< и U<<), а также контроль повышенного напряжения (U> и U>>) можно отключить, установив в качестве порогового значения «EXIT».

Задержки отключения контроля напряжения

Во время настройки значений задержки отключения $t_{u<}$, $t_{u<<}$, $t_{u>}$ и $t_{u>>}$ они отображаются на дисплее непосредственно в секундах. Значение задержки отключения можно изменить с помощью кнопок <+> и <-> в диапазоне от 0,04 с до 50 с, а затем сохранить с помощью кнопки <ENTER>.

При установке для задержки отключения параметра «EXIT» значение становится бесконечным, что означает только предупреждение, а не отключение.

Примечание.

При настройке следует еще раз убедиться в правильном положении кодовых разъемов (см. раздел 3.1.8)

5.4.2 Количество повторов измерений (Т) для функций контроля частоты

Во избежание ошибочных отключений устройства при кратковременных падениях напряжения системы или из-за напряжений помех устройство MRG3 работает с настраиваемым счетчиком повторов измерений. Если мгновенное измеряемое значение частоты превышает (при повышенной частоте) или опускается ниже (при пониженной частоте) заданного опорного значения, показание счетчика увеличивается, в противном случае показание счетчика уменьшается до минимального значения 0. Аварийный сигнал отключения будет подан, только если показание счетчика превысит значение, настроенное для параметра Т, а также истечет срок задержки отключения по шагу частоты.

Диапазон настройки значения для параметра Т: от 2 до 99.

Рекомендация по настройке

Для коротких периодов отключения, например, для защиты машины или развязки электросети, для параметра Т следует установить значение от 2 до 5.

При точных измерениях, например, точном измерении частоты системы для параметра Т, рекомендуется установить значение в диапазоне от 5 до 10.

5.4.3 Пороговые значения контроля частоты

Функция контроля частоты устройства MRG3 включает три элемента частоты, независимых друг от друга. В зависимости от того, установлено ли для срабатывания значение выше или ниже номинальной частоты, эти элементы можно использовать для контроля повышенной или пониженной частоты.

В зависимости от предварительно установленной номинальной частоты f_N значения срабатывания можно установить в диапазоне от 30 Гц до 70 Гц при $f_N = 50$ Гц и в диапазоне от 40 Гц до 80 Гц при $f_N = 60$ Гц.

При установке значений срабатывания $f1-f3$ на дисплее отображаются значения в Гц. Например, значение 49,8 Гц обозначается как «4980».

Настройка сопровождается действием следующих светодиодных индикаторов:

$f1$ $f + 1 + <(>)$

$f2$ $f + 2 + >(<)$

$f3$ $f + 3 + >(<)$

Если номинальное значение частоты превышает или не достигает этого значения, символ «>» меняется на «<» и наоборот.

Функцию отдельных частотных элементов можно отключить, установив в качестве значений срабатывания «EXIT».

Значение параметра «EXIT» соответствует номинальной частоте.

5.4.4 Задержки отключения для частотных элементов

Задержки отключения t_{f1} t_{f3} трех частотных элементов можно независимо установить в диапазоне от t_{f1min} до 300 с. Настройка сопровождается действием следующих светодиодных индикаторов:

$tf1$ $f + 1 + t>$

$tf2$ $f + 2 + t>$

$tf3$ $f + 3 + t>$

Минимальное значение задержки отключения реле $tf1min$ зависит от количества заданных повторов измерения T (периодов) и вычисляется следующим образом:

| T | $t_{f,min}$ |
|---------|-------------------------------|
| 2...49 | $(T+1) \cdot 20$ мс |
| 50...69 | $(T - 49) \cdot 50$ мс + 1 с |
| 70...99 | $(T - 69) \cdot 100$ мс + 2 с |

При установке для отключения значения «EXIT» путем нажатия кнопки <+> до максимального значения параметра, соответствующее реле отключения блокируется. Тем не менее срабатывание частотного элемента отображается на передней панели с помощью соответствующего светодиодного индикатора, а также активируется назначенное реле аварийного сигнала. Эта настройка применяется к значению 50 Гц и 60 Гц.

5.4.5 Настройка параметра для контроля выброса вектора или скорости частотного градиента

С помощью параметра выбора между функцией выброса вектора и контролем df/dt (см. раздел 5.3.7) можно определить, какая из двух функций будет включена.

Настройка параметра контроля выброса вектора. Для контроля выброса вектора необходимо отрегулировать как угол выброса вектора $\Delta\Theta$, так и логику отключения, касающуюся выброса вектора.

Если для логики отключения установлено значение «1 из 3» (на дисплее «1Ph»), реле отключается, как только измеренный угол выброса вектора превысит установленное значение $\Delta\Theta$ в одной из трех фаз. Это более чувствительная настройка по сравнению с трехфазной логикой отключения

«3 из 3» (= «3Ph» на дисплее), когда отключение происходит, только если угол выброса вектора превосходит установленное значение во всех трех фазах.

Рекомендуется выбор однофазной логики отключения «1Ph». Только в том случае, если данная настройка слишком чувствительна к помехам, следует использовать настройку «3Ph».

Рекомендованная настройка угла выброса вектора $\Delta\Theta$ в эффективных электросетях составляет от 4 до 6 градусов. Такая настройка является достаточной в большинстве случаев, поскольку в электросетях с малым сопротивлением выброс вектора никогда не превышает данного значения. В случае автоматического повторного включения данное значение значительно превышает.

В электросети с высоким сопротивлением значение этого параметра должно составлять от 10° до 12°, чтобы не допустить ошибочного отключения при подключении и отключении высоких нагрузок потребителей.

Функцию выброса вектора в данном устройстве можно проверить следующим образом.

- a) Генератор в изолированном режиме работы: отключение и подключение нагрузок (прибл. 20% от номинальной мощности генератора) должно отключить реле. В дальнейшем в обычном изолированном режиме работы отключение реле блокируется.
- b) При работе параллельно с электросетью подключение и отключение нагрузок потребителя, определенных пользователем, и настройка регулятора первичного привода не должны приводить к отключению реле.

По возможности при испытаниях, описанных под литерами a) и b), необходимо дважды проверить автоматическое повторное включение в реальных условиях.

Пороговое значение для контроля выброса вектора

При установке значения срабатывания контроля выброса вектора на дисплее будет обозначено значение в угловых градусах. Требуемое значение срабатывания можно настроить с помощью кнопок <+> и <-> в диапазоне от 2° до 22°. Во время этой настройки светодиодный индикатор $\Delta\Theta_df$ горит зеленым. После настройки чувствительности для параметра «1Pha» или «3 Pha» светодиодный индикатор $1/3_dt$ будет мигать красным.

Настройка параметра скорости частотного градиента

Значение срабатывания частотного градиента (параметр df) можно установить в диапазоне от 0,2 до 10 Гц/с. Для количество повторов измерений (параметр dt) можно установить значение в диапазоне от 2 до 64 циклов. Этот параметр определяет количество последовательных измерений df/dt , для которых должно быть превышено заданное значение, перед отключением.

Информация по установке

Разница мощности после сбоя электросети приводит к изменению частоты, которую можно приблизительно вычислить следующим образом:

$$df/dt = -f_N/T_A \cdot (\Delta P)$$

при этом: f_N = номинальная частота в Гц
 T_A = время запуска при номинальном крутящем моменте
 ΔP = на единицу нехватки мощности относительно номинальной активной мощности генератора

Если известна инерционная константа времени и дана разница мощности, частотный градиент можно рассчитать с помощью вышеуказанного уравнения. При предполагаемой нехватке мощности 20% и инерционной константе времени 10 с частотный градиент составляет 1 Гц/с.

Для предотвращения ошибочных отключений при сигналах нагрузки, снижения нагрузки или неисправности рекомендует установить для параметра dt минимальное значение 4 цикла.

5.4.6 Пороговое значение напряжения для измерения частоты и выброса вектора или измерения df/dt

Не удастся выполнить надлежащее измерение частоты или выброса вектора при очень низком напряжении в системе, например, при запуске генератора или сбое напряжения. Ошибочное отключение устройства MRG3 в этих случаях устраняется с помощью настраиваемого порогового значения напряжения U_B . Если напряжение в системе ниже этого порогового значения, эти функции реле блокируются.

В время настройки U_B горят светодиодные индикаторы f и $\Delta\theta/df$.

5.5 Параметр защиты «Максимальный ток»

5.5.1 Значение срабатывания для элемента защиты от максимального фазового тока

При настройке значения срабатывания для этого параметра установленное значение отобразится на дисплее в % по отношению к номинальному току генератора. Настройка сопровождается действием светодиодных индикаторов $I + 1 + >$.

5.5.2 Характеристики тока с выдержкой времени для элемента защиты от максимального фазового тока

При установке данного параметра на дисплее отобразится одно из следующих 6 сообщений:

DEFT — характеристика определенной выдержки времени
 NINV — стандартная обратная зависимость характеристика (тип A)
 VINV — большая обратная зависимость характеристика (тип B)
 EINV — очень большая обратная зависимость характеристика (тип C)
 RINV — обратная зависимость характеристика RI
 LINV — длительная обратная зависимость характеристика выдержки времени
 Любую из этих шести характеристик можно заменить с помощью кнопок <+> <-> и сохранить с помощью кнопки <ENTER>.

5.5.3 Задержка отключения или множитель времени для элемента защиты от максимального фазового тока

После изменения характеристики отключения будут мигать светодиодные индикаторы I + 1 + > + t> для настройки времени отключения и множителя времени (t.). Этот предупредительный сигнал является указанием для пользователя отрегулировать время отключения и/или множитель времени в соответствии с измененным режимом работы и/или измененной характеристикой выдержки времени отключения.

Предупредительный сигнал будет продолжать мигать, пока время отключения и/или множитель времени не будут заново установлены.

Если в течение 5 минут (время для применения параметров) новые значения параметров не введены пользователем, процессор автоматически установит для времени отключения и/или множителя времени наиболее чувствительное значение (наименьшее возможное время отключения). При установке для задержки времени или множителя времени значения вне диапазона (на дисплее отобразится текст «EXIT»), элемент с низкой уставкой реле максимального тока блокируется. «WARN» — однако реле сигнализации останется активированным.

После изменения характеристики отключения, как правило, необходимо также соответственно изменить параметры времени отключения и множителя времени. Чтобы избежать неправильных комбинаций между характеристикой отключения и временем отключения в соответствии с множителем временем, выполните следующие действия. При настройке для характеристики отключения значения «Определенное время» на дисплее отобразится независимая характеристика выдержки времени отключения в секундах (например, 0.35 = 0,35 секунд). Это время отключения можно поэтапно изменить с помощью кнопок <+> <->. После установки характеристики отключения с определенной выдержкой времени на дисплее отобразится множитель времени (tI>) и загорятся светодиодные индикаторы I + 1 + > + t>. Это значение также можно последовательно изменить с помощью кнопок <+> <->.

5.5.4 Режим сброса всех характеристик отключения в цепи фазового тока

Для обеспечения отключения даже в случаях, когда импульсы повторяющихся отказов короче установленного значения задержки отключения, для характеристик отключения с обратной зависимой выдержкой времени имеется возможность переключения на режим сброса. При настройке I + 1 + > = 60 с значение времени отключения сбрасывается по истечении 60 с безотказного состояния.

Эта функция недоступна, если I + 1 + > = 0. С прекращением тока короткого замыкания задержка отключения немедленно сбрасывается и начинается снова при возобновлении тока короткого замыкания.

5.5.5 Значение срабатывания для элемента с высокой уставкой

Установленное значение тока для этого параметра связано с номинальным током генератора и указывается в %.

При установке значения тока для элемента с высокой уставкой вне диапазона (на дисплее отобразится «EXIT»), элемент с высокой уставкой реле максимального тока блокируется. Элемент с высокой уставкой можно заблокировать через разъемы E8/D8 если для соответствующего параметра блокировки установлено значение блокировки (см. раздел 5.9.1).

5.5.6 Задержка отключения для элемента с высокой уставкой

Независимо от выбранной характеристики для $I >$ элемент с высокой уставкой $I >>$ всегда имеет характеристику отключения с определенной выдержкой времени. На дисплее отобразится указанное значение в секундах.

5.6 Защитный параметр контроля замыкания на землю

5.6.1 Значение срабатывания для остаточного напряжения

Вне зависимости от предварительно установленного значения тока замыкания на землю замыкание на землю обнаруживается только в том случае, если остаточное напряжение превосходит заданное опорное значение. Это значение указывается в % от номинального напряжения генератора.

Для версии реле MRG3-IER такая защита служит только в качестве предупредительной функции; для версий реле MRG3-IU0 и MRG3-U0 защита выполняется в два этапа и при настройке сопровождается действием следующих светодиодных индикаторов.

$U_{0>}$ $U_0 + 1 + >$

$U_{0>>}$ $U_0 + 2 + >$

5.6.2 Задержка отключения для остаточного напряжения (только устройства MRG3-IU0 и MRG3-U0)

При настройке соответствующих значений задержки отключения светодиодные индикаторы будут мигать следующим образом:

$t_{U0>}$ $U_0 + 1 + > + t >$

$t_{U0>>}$ $U_0 + 2 + > + t >$

5.6.3 Значение срабатывания для элемента защиты от замыкания на землю

Для версии реле MRG3-IE установленные значения этого параметра связаны с кажущейся составляющей тока замыкания на землю. Указанное значение отображается в процентах от номинального тока замыкания на землю генератора. Для версии реле MRG3-IER указанные значения связаны с эффективной составляющей тока замыкания на землю для компенсированных сетей (процедура cos) или с реактивной составляющей для изолированных сетей и также отображаются в процентах от номинального тока замыкания на землю (см. раздел 4.7.3)

Настройка сопровождается действием светодиодных индикаторов $I_E + 1 + >$.

5.6.4 Переключатель WARN/TRIP

(применяется в версиях MRG3-IE; MRG3-IU0 и MRG3-U0)

Для обнаруженного замыкания на землю могут устанавливаться следующие параметры. По истечении времени задержки

a) реле аварийного сигнала реагирует на «warn» (предупреждение).

b) реле отключения реагирует на «trip» (отключение), а также сохраняются значения отключения.

После установки будут мигать светодиодные индикаторы $I_E + 1$ или $U_0 + 1$.

5.6.5 Характеристики тока с выдержкой времени для элемента защиты от замыкания на землю (только устройство MRG3-IE)

При установке данного параметра на дисплее отобразится одно из следующих 7 сообщений:

| | | |
|------|---|---|
| DEFT | — | характеристика определенной выдержки времени |
| NINV | — | стандартная обратнoзависимая характеристика (тип A) |
| VINV | — | большая обратнoзависимая характеристика (тип B) |
| EINV | — | очень большая обратнoзависимая характеристика (тип C) |
| RINV | — | обратнoзависимая характеристика RI |
| LINV | — | длительная обратнoзависимая характеристика выдержки времени |
| RXID | — | особая характеристика |

Любую из этих характеристик можно выбрать с помощью кнопок <+> <-> и сохранить с помощью кнопки <ENTER>. Настройка сопровождается действием светодиодных индикаторов IE + 1 + >.

5.6.6 Задержка отключения или множитель времени для элемента защиты от замыкания на землю

(Аналогично разделу 5.5.3.)

Мигание светодиодных индикаторов IE + 1 + > + t> по завершении этой настройки.

Версия реле MRG3-IER

Эта версия с направленной функцией обеспечивает различные варианты настройки времени отключения для сбоев в прямом и обратном направлении. С этой целью на дисплее сначала отображается актуальное время отключения для сбоев в прямом направлении.

Светодиодный индикатор, помеченный двумя стрелками, загорается зеленым. Затем становится возможным изменить данное значение параметра для прямого направления с помощью кнопок <+><-> и сохранить его с помощью кнопки >ENTER>. После нажатия кнопки <SELECT> отобразится текущее значение параметра для сбоев в обратном направлении. Светодиодный индикатор, помеченный двумя стрелками, загорается красным.

Значение параметра для обратного направления должно быть выше значения, установленного для сбоев в прямом направлении, чтобы при сбоях в прямом направлении защитное устройство действовало выборочно.

При настройке значений времени отключения для сбоев в прямом направлении и сбоев в обратном направлении с одним и тем же значением реле будет отключаться с одинаковым временем задержки, т.е. без применения направленной функции.

5.6.7 Режим сброса для характеристик отключения в цепи тока замыкания на землю

(Аналогично разделу 5.5.4.)

Мигание светодиодных индикаторов IE + 1 + > + t> по завершении этой настройки

5.6.8 Значение срабатывания для быстрого отключения при замыкании на землю или коротком замыкании на землю

(Аналогично разделу 5.5.5.)

Мигание светодиодных индикаторов IE + 2 + > по завершении этой настройки

5.6.9 Задержка отключения для быстрого отключения при замыкании на землю или коротком замыкании на землю

(Аналогично разделу 5.5.6.)

Мигание светодиодных индикаторов IE + 2 + > + t> по завершении этой настройки

5.6.10 Метод измерения COS/SIN

В зависимости от способа подключения точки нейтрали защищаемой системы для направленного элемента цепи тока замыкания на землю необходимо предварительно установить метод измерения $\cos \varphi$ (изолированная электросеть) или $\sin \varphi$ (компенсированная электросеть).

При нажатии кнопки <SELECT> на дисплее отобразится «COS» или «SIN». Требуемый метод измерения можно выбрать с помощью кнопок <+> или <->, при этом потребуется введение пароля. Мигание светодиодных индикаторов IE + 1 + 2 по завершении этой настройки.

5.7 Другие настройки

5.7.1 Защита от отказа выключателя

Защита от отказа выключателя основана на контроле фазовых токов во время событий отключения. Эта защитная функция становится активной только после отключения. Испытательным критерием является факт уменьшения значений всех фазовых токов до $< 2\% \times I_N$ в течение t_{CBFP} (защита от отказа выключателя). Если не все значения фазовых токов уменьшаются до

$< 2\% \times I_N$ в течение данного времени t_{CBF} (настраивается в диапазоне от 0,1 до 2,0 с), определяется отказ выключателя и активируется соответствующее реле. Функция защиты от отказа выключателя снова отключается, как только значения фазовых токов уменьшаются до $< 2\% \times I_N$ в течение t_{CBFP} . Реле, назначенное для функции защиты от отказа, отпускается после истечения времени не более 2,54 с.

По завершении этой настройки будут мигать светодиодные индикаторы CB + t>.

5.7.2 Настройка адреса подчиненного устройства

С помощью кнопок <+> и <-> можно ввести адрес подчиненного устройства в диапазоне от 1 до 32.

На дисплее отобразится от RS1 до RS32

5.7.3 Настройка скорости передачи данных в бодах (применяется только для протокола Modbus)

Можно установить различные значения скорости передачи данных (в бодах) в диапазоне от 2400 до 9600 бод для передачи данных по протоколу Modbus. Значение скорости можно изменить с помощью кнопок <+> и <-> и сохранить с помощью кнопки <ENTER>.

5.7.4 Настройка четности (применяется только для протокола Modbus)

Возможны следующие три варианта настройки четности:

- «even» = четный
- «odd» = нечетный
- «no» = без проверки четности

Настройку можно изменить с помощью кнопок <+> и <-> и сохранить с помощью кнопки <ENTER>.

5.8 Регистратор неисправностей

5.8.1 Настройка регистратора неисправностей

Устройство MRG3 оснащено регистратором неисправностей (см. раздел 4.8). Можно настроить три параметра.

5.8.2 Количество записей неисправностей

Максимальное время регистрации: 20 с при 50 Гц или 16,66 с при 60 Гц.

Требуемое максимальное количество записей необходимо определить заранее. Возможен выбор из значений для количества записей: 1* 2, 3* 4 и 7* 8. В зависимости от этого выбора следующим образом определяется длительность отдельных записей неисправностей.

| Количество записей | | | | Номинальная частота | Тип устройства |
|--------------------|---------|--------|--------|---------------------|--|
| 1* | 1*/2 | 3*/4 | 7*/8 | | |
| 20,00 с | 10,00 с | 5,00 с | 2,50 с | 50 Гц | MRG3; MRG3-U0 |
| 16,66 с | 8,33 с | 4,16 с | 2,08 с | 60 Гц | |
| 10,00 с | 5,00 с | 2,50 с | 1,25 с | 50 Гц | MRG3-I; MRG3-IU0; MRG3-IE; MRG3-IER |
| 8,33 с | 4,16 с | 2,08 с | 1,04 с | 60 Гц | |

Таблица 5.3: Длительность записей неисправностей

*Самая ранняя запись перезаписывается в случае запуска регистратора неисправностей при отсутствии свободного места в памяти.

Если для соответствующего сегмента определено, что он не подлежит перезаписи, и назначено максимальное количество записываемых событий неисправностей, начнет мигать светодиодный индикатор FR (см. разделы 4.8 и 5.10.10).

5.8.3 Настройка событий запуска

Существует выбор между четырьмя различными вариантами событий запуска.

P_UP (срабатывания) Память запускается после распознавания общей активации.

TRIP Память запускается после возникновения отключения.

A_PI (после срабатывания) Память запускается после того, как не было достигнуто пороговое значение последней

активации (например, распознавание функции защиты от отказов выключателя).

TEST Память запускается одновременным нажатием кнопок <+> и <->. Во время регистрации на дисплее отображается «Test».

5.8.4 Время до запуска

С помощью значения времени T_{pre} определяется, какой период времени до возникновения события запуска также необходимо сохранить. Настроить время можно в диапазонах между 0,05 с и 1,25 с или между 2,5 и 5 с. С помощью кнопок <+> и <-> значения можно изменить, а с помощью кнопки <ENTER> сохранить.

5.8.5 Настройка часов

При настройке даты и времени горит светодиодный индикатор ☀. Применяется следующий способ настройки.

| | | |
|-------|-------|------|
| Дата: | год | y=00 |
| | месяц | m=00 |
| | день | d=00 |

| | | |
|--------|---------|------|
| Время: | час | h=00 |
| | минута | m=00 |
| | секунда | s=00 |

Часы запускаются с установленных значений даты и времени при включении напряжения питания. Сохранение значений времени при кратковременных сбоях напряжения гарантируется в течение по крайней мере 6 минут.

Примечание.

Окно для настройки параметра времени находится за отображением измеряемого значения. К окну этого параметра можно получить доступ с помощью кнопки <SELECT/RESET>.

5.9 Дополнительные функции

5.9.1 Блокировка защитных функций и назначение выходных реле

В соответствии с требованием можно установить функцию блокировки MRG3. При подаче вспомогательного напряжения на D8/E8 функции, выбранные пользователем, блокируются. Настройку параметра необходимо выполнить следующим образом.

- При одновременном нажатии кнопок <ENTER> и <TRIP> отобразится сообщение BLOC (т.е. блокировка соответствующей функции) или NO_B (т.е. соответствующая функция не блокируется). Светодиодный индикатор, присвоенный первой функции защиты U<, загорится вместе с U + 1 + <.
- При нажатии кнопок <+> <-> отображаемое значение можно изменить.
- Измененное значение сохраняется при нажатии кнопки <ENTER> и вводе пароля.
- При нажатии кнопки <SELECT/RESET> отобразится следующая функция защиты, которую можно заблокировать.
- При повторном нажатии кнопки <SELECT/RESET> меню блокировки будет закрыто и будет включен режим назначения.

| Функция | Описание | Дисплей | СИД (светодиодный индикатор) |
|---------------------|-----------------------------------|---------|------------------------------|
| U< | Перепад пониженного напряжения 1 | BLOC | U + 1 + < |
| U<< | Перепад пониженного напряжения 2 | BLOC | U + 2 + < |
| U> | Перепад повышенного напряжения 1 | NO_B | U + 1 + > |
| U>> | Перепад повышенного напряжения 2 | NO_B | U + 2 + > |
| f1<(>) | Перепад частот 1 | BLOC | f + 1 + <(>) |
| f2<(>) | Перепад частот 2 | BLOC | f + 2 + <(>) |
| f3<(>) | Перепад частот 3 | NO_B | f + 3 + <(>) |
| $\Delta\theta$ | Выброс вектора | BLOC | $\Delta\theta_df^*$ |
| df/dt | Скорость изменения частоты | BLOC | $\Delta\theta_df^*$ |
| I> | Сверхток | NO_B | I + 1 + > |
| I>> | Короткое замыкание | BLOC | I + 2 + > |
| U ₀ >** | Перепад остаточного напряжения 1 | NO_B | U ₀ + 1 + > |
| U ₀ >>** | Перепад остаточного напряжения 2 | NO_B | U ₀ + 2 + > |
| I _E > | Перепад тока замыкания на землю 1 | NO_B | I _E + 1 + > |
| I _E >> | Перепад тока замыкания на землю 2 | NO_B | I _E + 2 + > |
| tCB | Защита от отказа выключателя | NO_B | CB |

* можно включить только одну из двух функций

**недоступно для MRG3-IER

Таблица 5.4: Функция блокировки для двух наборов параметров

После включения режима назначения сначала загораются светодиодные индикаторы U + 1 + <. Теперь элементам с недостаточным напряжением U< можно назначить до четырех выходных реле, например реле аварийных сигналов. При этом выбранные реле аварийных сигналов для элемента с недостаточным напряжением 1 будут отображаться на дисплее. Индикация «1__» означает, что выходное реле 1 назначено этому элементу с недостаточным напряжением. Если на дисплее отображается «__», этому элементу с недостаточным напряжением не назначено реле аварийных сигналов. Назначение выходных реле 1–4 текущим элементам можно изменить, нажав кнопки <+> и <->. Чтобы сохранить выбранное назначение, нажмите кнопку <ENTER> и введите пароль. При нажатии кнопки

<SELECT/RESET> загорятся светодиодные индикаторы U1 + 1 + < + t>. Теперь выходные реле можно назначить этому элементу напряжения в качестве реле отключения. Реле 1–4 выбираются таким же образом, как описано выше. Нажимайте кнопку <SELECT/RESET> и назначайте реле для отдельного назначения всех элементов для реле. Можно в любой момент выйти из режима назначения, нажав и удерживая кнопку <SELECT/RESET> в течение некоторого времени (прибл. 3 с).

Примечание.

Функция переключки J2 в общем описании «MR — многофункциональное реле» не применима к MRG3. Для реле без режима назначения эта переключка используется для настройки параметра реле аварийных сигналов (включение при срабатывании или отключении).

- Если необходима настройка, можно заполнить форму, прилагаемую к описанию. Эта форма предназначена для передачи телефакса, ее можно использовать для справки, а также для запросов по телефону.

| Функция реле | Выходные реле | | | | Индикация на дисплее | Соответствующий СИД (светодиодный индикатор) |
|--------------------|----------------------|---|---|---|----------------------|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| U< tU< | Авар. Отключени е | X | | | | 1 _ _ _ U + 1 + < U + 1 + < + t> |
| U<< tU<< | Авар. Отключени е | X | | | | 1 _ _ _ U + 2 + < U + 2 + < + t> |
| U> tU> | Авар. Отключени е | X | | | | 1 _ _ _ U + 1 + > U + 1 + > + t> |
| U>> tU>> | Авар. Отключени е | X | | | | 1 _ _ _ U + 2 + > U + 2 + > + t> |
| f1 tf1> | Авар. Отключени е | X | | | | 1 _ _ _ f + 1 f + 1 + t> |
| f2 tf2> | Авар. Отключени е | X | | | | 1 _ _ _ f + 2 f + 2 + t> |
| f3 tf3> | Авар. Отключени е | X | | | | 1 _ _ _ f + 3 f + 3 + t> |
| $\Delta\theta$ | Отключени е | X | | | | 1 _ _ _ $\Delta\theta_df^*$ |
| df/dt | Отключени е | X | | | | 1 _ _ _ $\Delta\theta_df^*$ |
| l> | Авар. | | | | | _ _ _ _ l + 1 + > |
| tl> | Отключени е | | X | | | _ 2 _ _ l + 1 + > + t> |
| l>> | Авар. | | | | | _ _ _ _ l + 2 + > |
| tl>> | Отключени е | | X | | | _ 2 _ _ l + 2 + > + t> |
| U ₀ > | Авар. | | | | | _ _ _ _ U ₀ + 1 + > |
| tU ₀ > | Отключени е | | | X | | _ _ . 3 _ U ₀ + 1 + > + t> |
| U ₀ >> | Авар. | | | | | _ _ _ _ U ₀ + 2 + > |
| tU ₀ >> | Отключени е | | | X | | _ _ . 3 _ U ₀ + 2 + > + t> |
| l _E > | Авар. | | | | | _ _ _ _ l _E + 1 + > |

| | | | | | | | |
|---------------------|----------------|--|--|--|---|----------|---------------------------------|
| t _E > | Отключени е | | | | | __3__ | I _E + 1 + > + t> |
| I _E > → | Авар. | | | | | __ __ __ | I _E + 1 + > + → |
| t _E > → | Отключени е | | | | | __3__ | I _E + 1 + > + t> + → |
| I _E > ← | Авар. | | | | | __ __ __ | I _E + 1 + > + ← |
| t _E > ← | Отключени е | | | | | __ 3 __ | I _E + 1 + > + t> + ← |
| I _E >> | Авар. | | | | X | __ __ __ | I _E + 2 + > |
| t _E >> | Отключени е | | | | | __ 3 __ | I _E + 2 + > + t> |
| I _E >> → | Авар. | | | | X | __ __ __ | I _E + 2 + > + → |
| t _E >> → | Отключени е | | | | | __ 3 __ | I _E + 2 + > + t> + → |
| I _E >> ← | Авар. | | | | X | __ __ __ | I _E + 2 + > + ← |
| t _E >> ← | Отключени е | | | | | __ 3 __ | I _E + 2 + > + t> + ← |
| t _{CB} | Отключени е | | | | X | __ __ 4 | CB + t> |

Таблица 5.5: Пример назначения выходных реле (настройки по умолчанию)

(→) = прямое направление;
(←) = обратное направление

Таким образом, реле отключения можно установить для каждого направления включения и отключения.

5.10 Индикация измеренных значений

5.10.1 Индикация измерения для развязки сети

При нормальной работе отображаются следующие значения измерения для развязки сети.

Соединение звездой

- Напряжение на фазе L1 Светодиодный индикатор: U + L1
- Напряжение на фазе L2 Светодиодный индикатор: U + L2
- Напряжение на фазе L3 Светодиодный индикатор: U + L3

или если параметризовано соединение треугольником

- Напряжение на фазе L1/L2 Светодиодный индикатор: U + L1 + L2
- Напряжение на фазе L2/L3 Светодиодный индикатор: U + L2 + L3
- Напряжение на фазе L3/L1 Светодиодный индикатор: U + L3 + L1
- Частота Светодиодный индикатор f
- Наименьшая частота, измеренная перед последним сбросом
Светодиодный индикатор: f + min
- Наибольшая частота, измеренная перед последним сбросом
Светодиодный индикатор: f + max
- Выброс вектора на фазе L1(L1/L2) Светодиодный индикатор: Δθ/df + L1
- Выброс вектора на фазе L2(L2/L3) Светодиодный индикатор: Δθ/df + L2
- Выброс вектора на фазе L3(L3/L1) Светодиодный индикатор: Δθ/df + L3
- Наименьший выброс вектора, измеренный перед последним сбросом
Светодиодный индикатор: Δθ/df + min

или если включена функция df/dt

- Светодиодный индикатор частотного градиента: $\Delta\Theta/df$
- Наименьший частотный градиент, измеренный перед последним сбросом
Светодиодный индикатор: $\Delta\Theta/df + \min$
- Наибольший частотный градиент, измеренный перед последним сбросом
Светодиодный индикатор: $\Delta\Theta/df + \max$

5.10.2 Хранение мин./макс. значений

В MRG3 можно сохранить одно минимальное и одно максимальное значение измерения частоты, выброса вектора и частотного градиента. Эти мин./макс. значения в основном используются для оценки качества сетевой системы. Всегда выполняется измерение максимальных и минимальных значений **каждого цикла** до следующего сброса (см. раздел «Сброс» 5.10.9).

Измерение мин./макс. частоты

MRG3 определяет фактическую частоту каждого цикла напряжения системы. Эти значения измерения вводятся в хранение мин./макс. значений. Последние введенные мин./макс. значения заменяют ранее сохраненные значения. В зависимости от настройки dt и задержки отключения сохраненные мин./макс. значения могут быть значительно выше, чем порог отключения, что не будет вызывать отключение. Это вызвано сохранением мгновенных значений.

Измерение мин./макс. значений частотного градиента

Процедура, описанная выше, применима также к хранению мгновенных мин./макс. значений измерения df/dt . Так как каждое мгновенное значение df/dt сохраняется, могут возникать и высокие значения, но это, однако, не приведет к отключению.

Это, например, может случиться во время выполнения процедур переключения, когда могут возникать высокие положительные и отрицательные значения df/dt , но это не будет приводить к отключению из-за специального способа измерения.

Измерение мин./макс. значений выброса вектора

Процедура, описанная выше, применима также к хранению мгновенных мин./макс. значений измерения выброса вектора. Так как каждое мгновенное значение $\Delta\Theta$ сохраняется, могут возникать и высокие значения, но это, однако, не приведет к отключению.

Эти мин./макс. значения могут быть очень полезны для длительного анализа качества сети.

Выполнение операции

После каждого сброса (см. 5.10.9) сохраненные мин./макс. значения удаляются. В этом примере нет ограничения времени хранения мин./макс. значений до следующего сброса. Нажимая кнопку <SELECT/RESET>, можно запросить мин./макс. измеренные значения.

5.10.3 Отображаемые единицы измерения

Можно дополнительно отображать на дисплее значения измерения в качестве номинального напряжения xU_n или первичного номинального напряжения. В зависимости от этого единицы измерения меняются следующим образом.

| Индикация | Диапазон | Единица измерения |
|----------------------|------------|-------------------|
| Вторичное напряжение | 000–999 В | В |
| Первичное напряжение | 0,00В–999В | В |
| | 1k00–9k99 | кВ |
| | 10k0–99k0 | кВ |
| | 100k–999k | кВ |
| | 1M00–3M00 | МВ |

Таблица 5.6: Единицы измерения

5.10.4 Индикация единиц измерения для сверхтока и защиты от токов на землю

При нормальной работе можно отобразить следующие значения измерения для сверхтока и защиты от токов на землю.

Применимо к MRG3-I, MRG3-IU0; MRG3-IE, MRG3-IER

- Ток на фазе L1 Светодиодный индикатор: I + L1
- Ток на фазе L2 Светодиодный индикатор: I + L2
- Ток на фазе L3 Светодиодный индикатор: I + L3

Применимо к MRG3-IU0; MRG3-U0; MRG3-IER

- Остаточное напряжение Светодиодный индикатор: U + E

Применимо к MRG3-IE; MRG3-IER

- Ток на землю Светодиодный индикатор: E

Применимо к MRG3-IER

- Активная часть тока на землю Светодиодный индикатор: E + EP
- Реактивная часть тока на землю Светодиодный индикатор: E + EQ
- Угол между I_E и U_E Светодиодный индикатор: U + I + E

5.10.5 Единицы измерения

Можно дополнительно отображать на дисплее значения измерения в качестве номинального значения сек или первичного тока. В зависимости от этого единицы измерения меняются следующим образом.

Фазный ток:

| Индикация | Диапазон | Единица измерения |
|---------------|---|----------------------------------|
| Вторичный ток | 0,000–40,0 | x In |
| Первичный ток | 0,000–999. k000–k999 1k00–9k99 10k0–99k0 100k–999k 1M00–2M00 | A кА* кА кА кА МА |

* для номинального тока трансформатора 2 кА и выше

Ток на землю

| Индикация | Диапазон | Единица измерения |
|---|---|----------------------------------|
| Вторичный ток Активная часть I _p Реактивная часть I _q | 0,000–15,0 ±0,00–15 ±0,00–15 | x In x In x In |
| Первичный ток на землю | 0,000–999. k000–k999 1k00–9k99 10k0–99k0 100k–999k 1M00–2M00 | A кА* кА кА кА МА |
| Активная часть I _p | ±0,00–±999 ±k00–±k99 ±1k0–±9k9 ±10k–±99k ±M10–±M99 ±1M0–±2M0 | A кА* кА кА МА МА |
| Реактивная часть I _q | ±0,00–±999 ±k00–±k99 ±1k0–±9k9 ±10k–±99k ±M10–±M99 ±1M0–±2M0 | A кА* кА кА МА МА |

* для номинального тока трансформатора 2 кА и выше

Остаточное напряжение

| Индикация | Диапазон | Единица измерения |
|----------------------|---|----------------------------|
| Вторичное напряжение | 000В–999В | В |
| Первичное напряжение | 0,000–999 В 1K00–9K99 10K0–99K9 100K–999K 1M00–3M00 | кВ кВ кВ кВ МВ |

5.10.6 Индикация данных о неисправностях

Все данные о неисправностях, обнаруженные реле, отображаются на передней панели. Для этого реле MRG3 оснащено тремя светодиодными индикаторами (L1, L2, L3) и функциональными светодиодными индикаторами U, f, I, IE, U0, 1, 2, 3, <, >, t на MRG3. Передаются не только сообщения о неисправностях, на дисплее также отображается включенная функция безопасности. Например, при возникновении повышенного напряжения загорятся соответствующие фазе светодиодные индикаторы L1 и/или L2 и/или L3, а также светодиодные индикаторы U + 1 + <. После истечения времени отключения светодиодные индикаторы будут гореть постоянно. Если порог соответствующей функции защиты ниже настроенного времени отключения, светодиодные индикаторы будут быстро мигать.

На дисплее отобразится TRIP, если истекло настроенное время отключения. Можно отобразить сохраненные значения отключения, нажав кнопку <SELECT/RESET> (см. также раздел 4.1.1 в документе «MR — многофункциональное реле»)

5.10.7 Регистратор неисправностей

При включении или отключении реле все данные о неисправностях и значения времени сохраняются в энергонезависимой памяти.

Возбуждение: сохраняется максимальное значение, измеренное во время фазы возбуждения.

Срабатывание: сохраняются все значения, измеренные в момент отключения.

Если ошибка не выключается мгновенно после отключения, будут записаны дальнейшие данные неисправностей.

Реле MRG3 оснащено регистратором значений неисправностей для сохранения до 16 событий неисправностей. В случае появления дополнительных отключений старый набор данных перезаписывается.

Для указания неисправности записываются не только значения отключения, но и состояния светодиодных индикаторов. Значения неисправности отображаются при нажатии кнопок <-> или <+> при отображении обычных значений измерения.

- Обычные значения измерения можно выбрать, нажав кнопку <SELECT/RESET>.
- При нажатии кнопки <-> отображается последний набор данных неисправностей. При повторном нажатии кнопки <-> отображается предпоследний набор данных неисправностей и т.д. Для индикации наборов данных неисправностей отображаются аббревиатуры FLT1, FLT2, FLT3 (FLT1 означает последний записанный набор данных неисправности). При этом отображается набор параметров, который был активен при обнаружении события.
- Нажатием кнопки <SELECT/RESET> можно вызвать любое отдельное измеренное значение неисправности.
- Нажатием кнопки <+> можно выполнить прокрутку до более новых наборов данных неисправностей. Сначала всегда отображается FLT8, FLT7.
- При отображении записи неисправностей (FLT1 и т.д.) светодиодные индикаторы мигают в соответствии с сохраненной информацией об отключении, например светодиодные индикаторы, которые постоянно горят при обнаружении неисправности, теперь будут мигать, указывая на то, что это не текущее состояние неисправности. Светодиодные индикаторы, которые мигали в условиях отключения (сработал элемент), будут ненадолго загораться.
- Если реле все еще находится в состоянии отключения и не сброшено (все еще отображается TRIP), значения измерения не удастся отобразить.

Записанные данные неисправностей

| Измерение | Отображаемое значение | Соответствующий светодиодный индикатор |
|--|---|---|
| Напряжение | U_L1 U_L2 U_L3 при соединении звездой U_L1/L2 U_L2/L3 U_L3/L1 при соединении треугольником | U + L1 U + L2 U + L3 U + L1 + L2 U + L2 + L3 U + L3 + L1 |
| Частота | f f min f max | f f min f + max |
| Выброс вектора | $\Delta\theta_L1(L1/L2)$ $\Delta\theta_L2(L2/L3)$ $\Delta\theta_L3(L3/L1)$ | $\Delta\theta/df + L1$ $\Delta\theta/df + L2$ $\Delta\theta/df + L3$ |
| Скорость изменения частоты | df | $\Delta\theta/df$ |
| Фазный ток | I_L1 I_L2 I_L3 | I + L1 I + L2 I + L3 |
| Истекло время отключения в % из tI> | tI>% | I + 1 + > + t> |
| Остаточное напряжение | U ₀ | U + E |
| Ток на землю Активная часть тока на землю Реактивная часть тока на землю | I _E I _E _EP I _E _EQ | I _E I _E + EP I _E + EQ |
| Истекло время отключения в % из tIE> | tIE>% | E + 1 + > + t> |
| Защита от отказа выключателя | tCBFP | CB + t> |
| Метка времени Дата: Время: | Y = 99 M = 03 D = 10 h = 17 m = 21 s = 14 |  |

Таблица 5.7: Индикации данных неисправностей на дисплее

Примечание.

Можно посмотреть/менять только те значения измерения, чьи функции были реализованы в соответствующей версии устройства.

5.10.8 Удаление сохраненных данных неисправностей

Чтобы удалить сохраненные записи неисправностей, необходимо нажать и удерживать сочетание кнопок <SELECT/RESET> и <-> в течение прибл. 3 с. На дисплее отобразится сообщение wait (Ожидайте).

5.10.9 Перегрузка

Все реле имеют четыре варианта сброса дисплея устройства и выходного реле в положении переключки J3=ON. (см. также описание «MR — многофункциональное реле» в разделе 4.2.1
Функция выходных реле

Ручной сброс

- Нажмите и удерживайте кнопку <SELECT/RESET> в течение некоторого времени (прибл. 3 с)

Внешний сброс

- Подайте вспомогательное напряжение на C8/D8

Программное обеспечение

- Программный сброс выполняет то же действие, что и нажатие кнопки <SELECT/RESET> (см. также протокол связи интерфейса RS485)

Автоматический сброс

- При каждом включении функции защиты
Сброс дисплея можно выполнить, только если отсутствует элемент защиты срабатывания (в противном случае на дисплее будет отображаться TRIP). Во время сброса дисплея параметры затронуты не будут.

5.10.10 Удаление записей аварийных нарушений

При повторной настройке параметра «число записанных событий» можно удалить данные регистратора записей аварийных нарушений. Истечет FR светодиодного индикатора (см. раздел 5.8.2).

Или можно очистить пространство памяти регистратора записей аварийных нарушений с помощью программного обеспечения HTL/PL-Soft4.

6. Техническое обслуживание и ввод в эксплуатацию

Следующие инструкции помогут проверить работоспособность защитного реле до или во время ввода в эксплуатацию системы защиты. Во избежание повреждения реле и для обеспечения надлежащей работы реле убедитесь, что

- показатели вспомогательного питания соответствуют вспомогательному напряжению на месте эксплуатации;
- номинальный ток и напряжение реле соответствуют производственным данным на месте эксплуатации;
- цепи тока и напряжения трансформатора подключены к реле; и
- все сигнальные и выходные цепи надлежащим образом подключены.

6.1 Подключение вспомогательного напряжения

Примечание.

Перед включением вспомогательного источника питания убедитесь, что вспомогательное напряжение соответствует номинальным данным панели.

Включите вспомогательный источник питания реле и убедитесь, что сообщение SEG отображается на дисплее, а на реле аварийных сигналов с самодиагностикой (защитное устройство) подается питание (контакт на клеммах D7 и E7 замкнут).

Реле может отключиться из-за условия недостаточного напряжения после включения питания. В этом случае на дисплее отобразится сообщение TRIP и будут гореть светодиодные индикаторы L1; L2; L3 для указания на фазу отключения, также будут гореть светодиодные индикаторы по причине отключения, то есть U< + 1 + 2 + < для U< и/или U<<.

Есть два варианта отключения.

- Нажмите кнопку <ENTER>, при этом будет включен режим настройки. Установите теперь параметры U< и U<< на EXIT для блокировки функций недостаточного напряжения. После этого нажмите и удерживайте кнопку <SELECT/RESET> прибл. 3 с для сброса светодиодных индикаторов и сообщения TRIP.
- Отключения при недостаточном напряжении после включения питания можно избежать, подав трехфазное номинальное напряжение после включения питания и сброса светодиодных индикаторов и сообщения TRIP.
- Подайте вспомогательное напряжение на внешний вход блокировки (клеммы E8/D8) для запрета функций недостаточного напряжения (см. раздел 5.9.1) и нажмите и удерживайте кнопку <SELECT/RESET> прибл. 3 с для сброса светодиодных индикаторов и сообщения TRIP.

6.2 Проверка выходных реле и светодиодных индикаторов

До начала этой проверки отключите цепь отключения на выключателе, если отключение не потребуется.

При однократном нажатии кнопки <TRIP> на дисплее отобразится первая часть версии ПО реле (например, D08-). При двукратном нажатии кнопки <TRIP> на дисплее отобразится вторая часть версии ПО реле (например, 4.01). Версия ПО должна быть указана в любой корреспонденции. При еще одном нажатии кнопки <TRIP> на дисплее отобразится «PSW?». Введите надлежащий пароль, чтобы продолжить проверку. Отобразится сообщение «TRI?». Подтвердите сообщение, снова нажав кнопку <TRIP>. Все выходные реле необходимо включить, а реле аварийных сигналов с самодиагностикой (защитное устройство) следует отключить с интервалом в 1 секунду. Сбросьте все выходные реле до нормальных положений, нажав кнопку <SELECT/RESET>.

6.3 Проверка установленных значений

Нажимайте кнопку <SELECT> для проверки всех установленных значений реле. Изменение установленных значений можно выполнить, нажав кнопку <+><-> и <ENTER>. (Для получения дополнительной информации об этом см. раздел 4.5 описания «MR — многофункциональное реле»).

В зависимости от условий системы и используемого трансформатора напряжения можно соединить три напряжения к входным цепям реле, используя соединение в виде звезды или треугольника. При использовании соединения в виде звезды напряжение между фазой и нейтралью будет подаваться на входные цепи напряжения, а междуфазное напряжение будет подключено к входным цепям напряжения при использовании соединения треугольником.

Входное соединение напряжения необходимо установить в качестве параметра, оно должно соответствовать с фактическим входным соединением напряжения.

Соединение звездой: напряжение между фазой и нейтралью будет измерено и оценено.

Соединение треугольником: междуфазное напряжение будет измерено и оценено.

Для обеспечения эффективной работы реле настроенная номинальная частота ($f = 50/60$ Гц) должна соответствовать частоте системы (50 или 60 Гц).

6.4 Проверка с помощью вторичного тока трансформатора (проверка вторичной подачи)

6.4.1 Оборудование, необходимое для проверки функций напряжения

- Вольтметр и частотомер, класс 1 или выше.
- Вспомогательный источник напряжения, подходящий для номинального вспомогательного напряжения устройства.
- Трехфазный источник переменного напряжения с регулируемой частотой (напряжение: регулируемое от 0 до $2 \times U_N$; частота: регулируемая от 40 до 70 Гц).
- Таймер для измерения времени разъединения (класс точности ± 10 мс).
- Переключатель.
- Измерительные контакты и инструменты.

Для проверки функции выброса вектора реле требуется контрольная схема, которая может создать изменение угла сдвига фазы (выброс вектора), для имитации сбоев электросети (см. раздел 6.4.8). Для проверки функции df/dt реле необходимо специальное испытательное оборудование, которое может поддерживать постоянную скорость изменения частоты.

6.4.2 Контрольная схема

Для проверки функций напряжения реле MRG3 требуется трехфазный источник напряжения с регулируемым напряжением и частотой. На рис. 6.1 показан пример трехфазной контрольной схемы, питающей реле MRG3 во время проверки. Трехфазные источники напряжения подключены к реле с помощью соединения звездой.

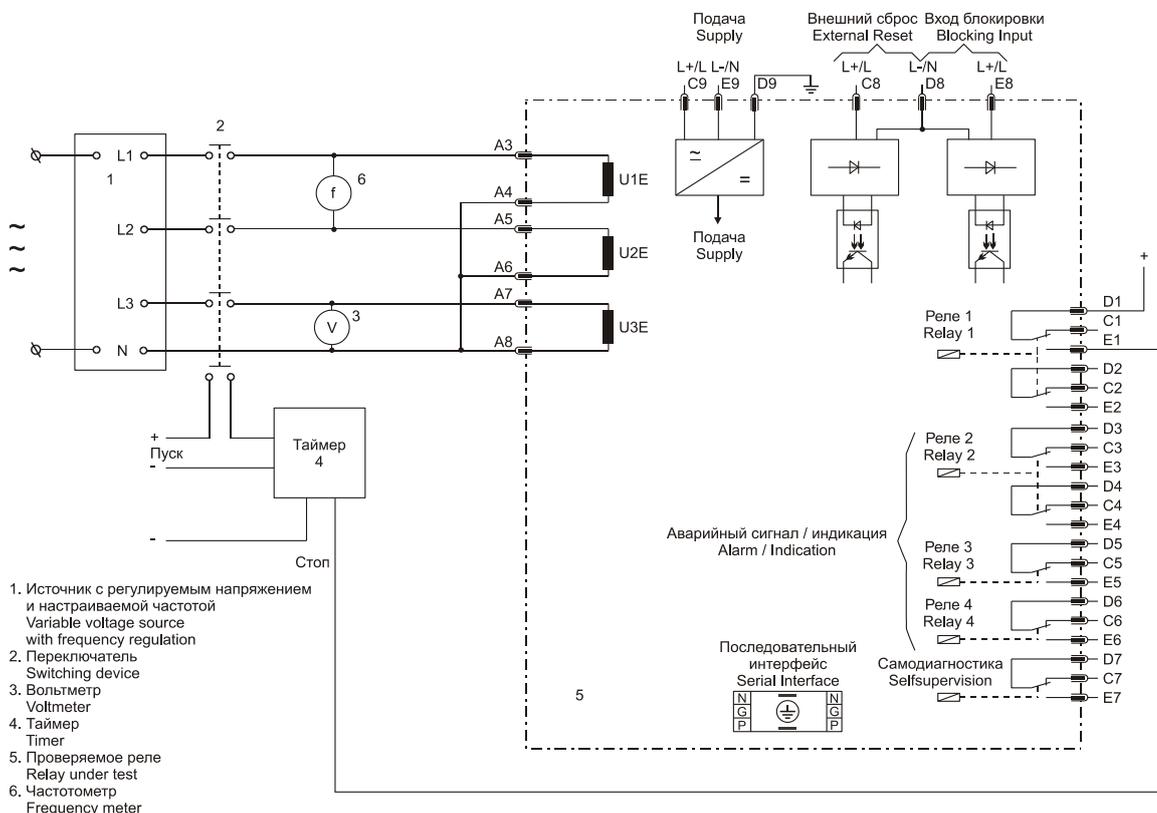


Рисунок 6.1. Трехфазная контрольная схема для проверки напряжения

6.4.3 Проверка входных контуров и измерительных функций

Подайте трехфазное напряжение номинального значения на цепи входа напряжения (разъемы A3–A8) реле. Проверьте измеренное напряжение, частоту и выброс вектора на дисплее, нажимая кнопку <SELECT/RESET>.

Отображаемые значения измеренного напряжения (показаны в Вольтах) зависят от электрической схемы преобразователей входного напряжения и настроек номинального первичного и вторичного напряжения трансформатора.

Напряжение указано на дисплее в Вольтах.

Соединение звездой:

- напряжение между фазой и нейтралью: светодиодные индикаторы U и L1, L2 или L3 при соединении звездой:
- междуфазное напряжение: светодиодные индикаторы U и L1+L2, L2+L3 или L1+L3

Частота указана на дисплее в Герцах. Светодиодный индикатор f (частота системы = 50,01 Гц, индикация = 5001) Угол выброса вектора указывается на дисплее в светодиодных индикаторах углов $\Delta\theta/df$ (индикация в °) и L1, L2 или L3. Скорость изменения частоты (светодиодный индикатор $\Delta\theta/df$) указана на дисплее в Гц/с. Пример. 3,1 = 3,1 Гц/с.

Измените напряжение номинального значения и проверьте измерение напряжения на дисплее.

Измените частоту номинального значения и проверьте измерение частоты на дисплее.

При сравнении значений на дисплее с индикацией измерительных приборов отклонение напряжения не должно превышать 1% или $0,3\%/U_n$, а отклонение частоты не должно составлять более 0,01 Гц.

При использовании измерительного прибора СКЗ может наблюдаться большее отклонение, если тестовое напряжение содержит гармонические колебания. Так как реле MRG3 измеряет только основные составляющие входных сигналов, гармоники будут игнорироваться внутренним цифровым фильтром DFFT. В свою очередь, измерительный прибор СКЗ измеряет значение СКЗ входных сигналов.

6.4.4 Проверка значений срабатывания и расцепления для излишнего/недостаточного напряжения

Примечание.

При подключении и отключении измерительного напряжения может произойти отключение при выбросе вектора или отключение df/dt . Для обеспечения бесперебойной процедуры проверки функцию выброса вектора или функцию df/dt реле необходимо заблокировать до начала проверок. Кроме того, необходимо обратить внимание, чтобы для реле, которые используются для функции аварийного сигнала, было назначено верное положение (см. раздел 5.9.1)

Для проверки значений отклика и расцепления необходимо повысить (понижить) тестовое напряжение до возбуждения реле.

На это будут указывать мигающие светодиодные индикаторы U + 1(2) + <(>). Назначенное реле аварийного сигнала (например, контакты D4/E4) сработает одновременно.

При сравнении значений на дисплее со значениями вольтметра отклонение не должно превышать 1% от измеренного значения или $0,3\% U_n$.

Значения размыкания можно определить, медленно увеличивая (уменьшая) тестовое напряжение до падения выхода реле $U < (U >)$.

Убедитесь, что коэффициент падения к срабатыванию для напряжения составляет более 0,97 (для функции повышенного напряжения) или менее 1,03 (для функции пониженного напряжения).

6.4.5 Проверка времени задержки отключения для излишнего/недостаточного напряжения

Для проверки рабочего времени реле необходимо подключить таймер к контакту реле выхода отключения (клеммы D1/E1). Таймер должен запускаться одновременно с изменением напряжения из рабочего состояния в неисправное и останавливаться контактом реле отключения. Рабочее время, измеренное таймером, должно иметь отклонение около 1% от установленного значения или <20 мс.

6.4.6 Проверка значений срабатывания и расцепления для излишнего/недостаточного значения частоты

Примечание.

Из-за изменений частоты во время проверок частоты может произойти отключение при выбросе вектора или df/dt . Для обеспечения бесперебойной процедуры проверки функцию выброса вектора или функцию df/dt реле необходимо заблокировать до начала проверок. Во время проверок частоты каждый из элементов частоты необходимо проверять отдельно. По этой причине необходимо, чтобы другие элементы частоты реле блокировались с помощью настройки значений срабатывания частоты $f_1 - f_3$ в EXIT. Для проверки значений срабатывания и падения к срабатыванию необходимо повысить (понижить) тестовую частоту до возбуждения реле. На это указывают светодиодные индикаторы $f + 1 + <(>)$, $f + 2 + <(>)$ или $f + 3 + <(>)$.

При сравнении отображаемых значений со значениями частотомера отклонение не должно превышать 0,01 Гц. Значения падения к срабатыванию определяются медленным повышением (понижением) тестовой частоты до размыкания реле выхода.

Значение падения к срабатыванию для избыточной частоты должно составлять >0,99, а для недостаточной частоты — <1,01.

6.4.7 Проверка времени задержки отключения для излишнего/недостаточного значения частоты

Задержку отключения функций излишнего/недостаточного значения частоты можно проверить таким же образом, как указано в разделе 6.4.6 для излишнего/недостаточного напряжения.

6.4.8 Проверка функции выброса вектора

Примечание.

С помощью усовершенствованного оборудования проверки реле можно обеспечить сдвиг фаз (выброс вектора) на сигнале напряжения для проверки функции выброса вектора реле MRG3. Если таких средств для испытаний нет, можно использовать очень простую схему моделирования для проверки функции выброса вектора реле с достаточной точностью. На рис. 6.2 показано моделирование сдвига фазы с помощью цепи RC. Замыкание или размыкание переключателя S1 вызывает изменение фазового угла входного напряжения в зависимости от регулируемого сопротивления R.

Полученный фазовый угол можно рассчитать с помощью следующей формулы, он практически не зависит от испытательного напряжения.

В случае 3-фазного выброса сектора угол $\Delta\theta$ можно рассчитать с помощью следующей формулы, если известны параметры R0, R и C:

$$\Delta\Theta = \arctg \frac{1}{R_0 \omega \cdot C} - \arctg \frac{1}{(R_0 + R) \omega \cdot C}$$

Пример. R0 = 1 Ом, R = 363 Ом, C = 3 мкФ,

то: $\Delta\Theta \cong 19^\circ$

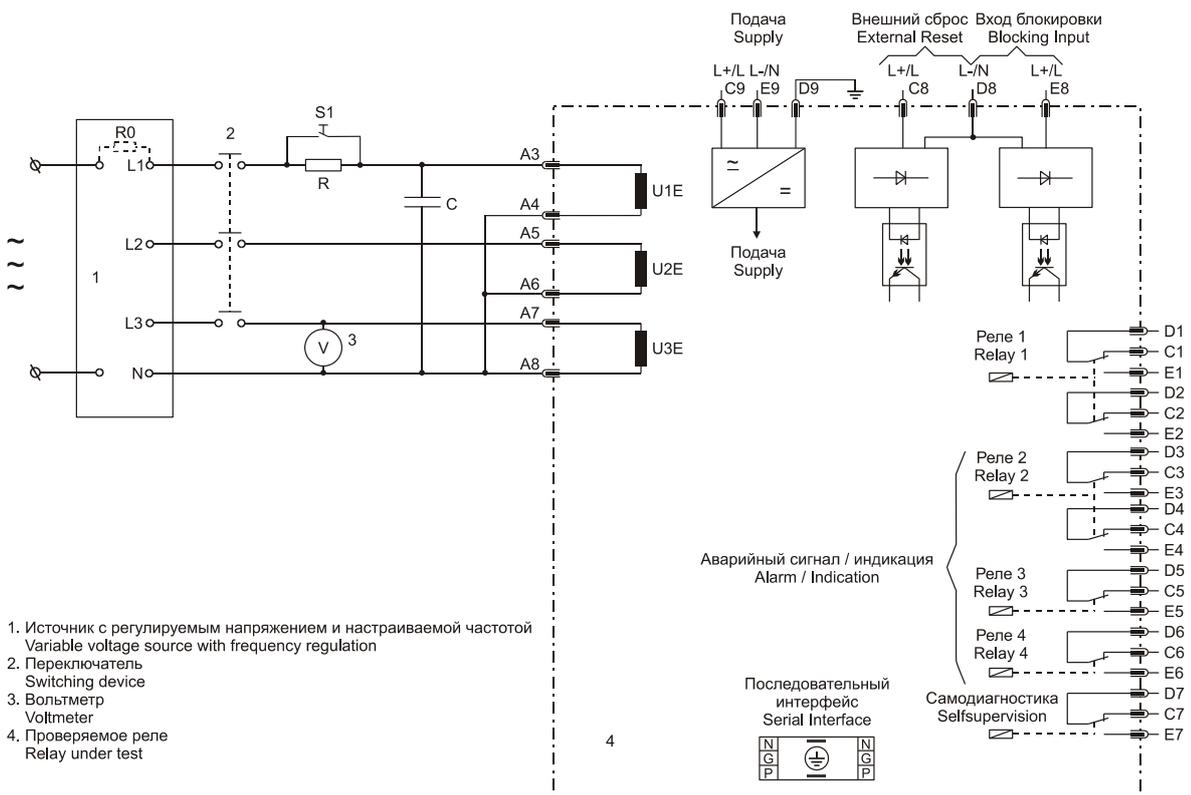
Обычно сопротивление источника напряжения R0 ничтожно мало, поэтому R0 можно принять за ноль. Таким образом, значение R можно рассчитать с помощью следующей упрощенной формулы:

$$\Delta\Theta = 90^\circ - \arctg R \cdot \omega \cdot C$$

Примечание.

При использовании вышеуказанной контрольной схемы с однофазным выбросом вектора получившийся измеренный фазовый угол $\Delta\Theta$ будет составлять около половины значения $\Delta\Theta$, рассчитанного для 3-фазного выброса вектора.

Для обеспечения возможности отключения во время процедуры однофазной проверки для отключения выброса вектора установлено значение 1Ph.



- 1. Источник с регулируемым напряжением и настраиваемой частотой
Variable voltage source with frequency regulation
- 2. Переключатель
Switching device
- 3. Вольтметр
Voltmeter
- 4. Проверяемое реле
Relay under test

Рисунок 6.2. контрольная схема функции выброса вектора

6.5 Проверка с помощью вторичного тока трансформатора (проверка вторичной подачи)

6.5.1 Оборудование, необходимое для проверки функций напряжения

- Амперметр и вольтметр, класс 1 или выше,
- вспомогательный источник напряжения с напряжением, соответствующим номинальным характеристикам рп типа панели,
- источник однофазного переменного тока (регулируется от 0 до $4 \times U_n$)
- источник однофазного переменного тока (регулируется от 0 до $1,2 \times U_n$ — требуется только для версии реле MRG3-IER с направленной функцией,
- таймер для измерения рабочего времени (класс точности ± 10 мс),
- переключатель и измерительный контакт.

6.5.2 Контрольная схема функции тока

Для тестирования MRG3-I требуется только надлежащий источник питания. На следующем рисунке показан простой пример однофазной контрольной схемы с управляемым источником питания.

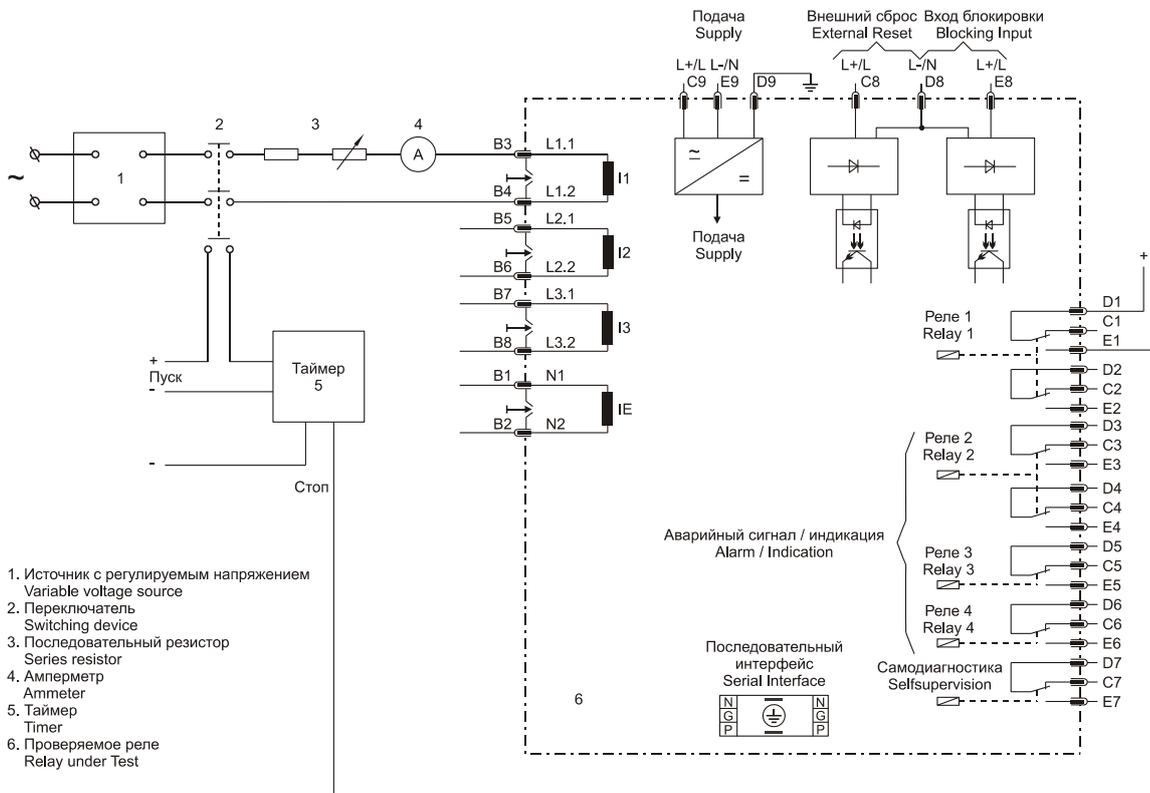


Рисунок 6.3. контрольная схема проверки фазового тока

6.5.3 Проверка входных контуров и измеренных значений

Эта проверка представляет собой настройку параметров для индикации измеренных значений вторичного тока трансформатора. Подайте ток с меньшим значением, чем у установленных значений тока срабатывания реле, в фазе 1 (клеммы B3–B4). Для отображения измеренного тока нажимайте кнопку <SELECT>, когда горят светодиодные индикаторы I и L1. Таким образом, указанное измеренное значение можно проверить с помощью амперметра.

Для реле с номинальным током $I_n = 5A$, например, подача вторичного тока 1 A должна быть указана на дисплее с 0,2 ($0,2 \times I_n$). При установке параметра $I_{prim} = SEK$ индикация будет $0,2 \times I_n$, а при 5 индикация будет 1,00 [A]. Ток можно также подать на другие входные цепи тока (фаза 2: клеммы B5–B6 со светодиодами I + L2, фаза 3: клеммы B7–B8 со светодиодами I + L3). Сравните отображаемое значение тока с показанием амперметра. Отклонение не должно превышать 3% или 1% I_n . При использовании измерительного прибора СКЗ может наблюдаться большее отклонение, если тестовый ток содержит гармонические колебания. Так как реле MRG3-I измеряет только основные составляющие входных сигналов, гармоники будут игнорироваться внутренним цифровым фильтром DFFT. В свою очередь, измерительный прибор СКЗ измеряет значение СКЗ входных сигналов.

6.5.4 Проверка рабочих значений и значений возврата реле

Подайте ток с меньшим значением, чем у установленных значений реле в фазе 1 и постепенно повышайте ток до запуска реле, т.е. до момента, когда загорится светодиодный индикатор I> и L1 или сработает реле выхода аварийного сигнала I>. Считайте рабочий ток амперметра. Отклонение не должно превышать 3% от установленного рабочего значения MRG3-I или 1% I_n.

Кроме того, постепенно снижайте тестовый ток до сброса реле, т.е. до размыкания реле выхода аварийного сигнала I>. Убедитесь, что ток возврата меньше рабочего тока в 0,97 раза.

Повторите проверку на фазе 2, фазе 3 и входных цепях тока заземления таким же образом. (точность измерения тока заземления составляет ±3% от значения измерения или 0,1% I_n)

6.5.5 Проверка задержки отключения

Чтобы проверить задержку отключения, таймер необходимо подключить к контакту отключения реле выхода. Таймер должен запускаться одновременно с подачей тока во входной цепи тока и останавливаться контактом реле отключения. Установите для тока значение, в два раза превышающее значение рабочего тока, и немедленно подайте ток. Рабочее время, измеренное таймером, должно иметь отклонение менее 3% от установленного значения или ±10 мс (DEFT). Точность характеристик инверсного времени см. в EN60255-3

Таким же образом повторите проверку на других фазах или с характеристиками инверсного времени.

При использовании характеристик инверсного времени подаваемый ток следует выбирать в соответствии с характеристической кривой, например, в два раза более I_s. Время отключения можно считать на схеме характеристической кривой или рассчитать с помощью уравнений в разделе «Технические данные».

Обратите внимание, что во время проверки вторичной подачи испытательный ток должен быть стабильным (отклонение <1%, в противном случае результаты проверки могут быть недействительными).

6.5.6 Проверка элемента с высокой установкой реле

Установите ток со значением более рабочего значения элемента короткого замыкания I>>. Мгновенно подайте ток и убедитесь, что реле выхода аварийного сигнала I>> включено. При этом сверхток I> следует заблокировать до настройки (на EXIT). Проверьте время отключения элемента с высокой установкой в соответствии с разделом 6.5.5. Проверьте точность настройки рабочего тока, постепенно повышая подаваемый ток до срабатывания элемента I>>. Считайте значение тока с амперметра и сравните с необходимой настройкой. Повторите всю проверку на других фазах и входных цепях тока заземления таким же образом.

Примечание.

Где используются испытательные токи >4 x I_N, необходимо учитывать термическую стойкость путей тока (см. раздел технических данных, 7.3).

6.6 Пример контрольной схемы для реле MRG3-IER с направленной функцией тока замыкания на землю

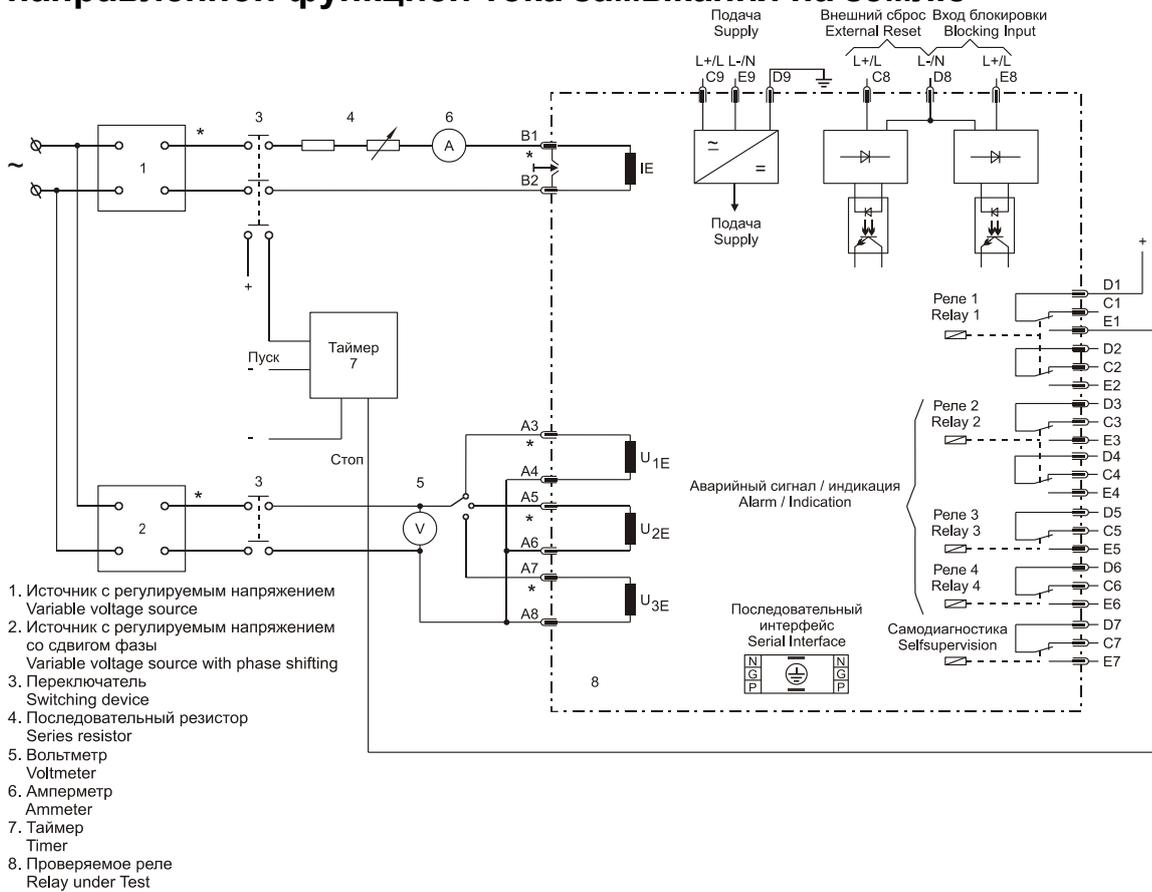


Рисунок 6.4. Контрольная схема для проверки направленного элемента заземления

Для проверки реле MRG3-IER с направленной функцией тока замыкания на землю потребуются источники тока и напряжения с регулируемым сдвигом фазы. Положение фазы соответствующего источника питания должно быть регулируемым.

На рис. 6.4 показан пример однофазной контрольной схемы с регулируемым напряжением и током проверки реле с направленной функцией. Одно из входных напряжений (клеммы В1–А2) необходимо подать на реле с постоянным значением внутри рабочего диапазона. Другой входной ток (клеммы В1–В2) и угол фазы должны надлежащим образом изменяться.

С помощью угла фазы, указанного на дисплее, можно проверить надлежащее функционирование реле MRG3-IER.

параметры $I_{E>}$ и $I_{E>>}$ необходимо установить на EXIT.

Отображаются следующие измеренные значения.

| Измеренное значение | Связанный светодиодный индикатор |
|---------------------|----------------------------------|
| Ток на землю | E |
| Распр. активн. | E + E _P |
| Распр. реактивн. | E + E _Q |
| Напряжение на землю | U + E |
| Угол | U + E |

6.7 Проверка входов внешней блокировки и сброса

С помощью входа внешней блокировки можно заблокировать все защитные функции. Для примера описана функция блокировки элемента с высокой установкой фазного тока. Это можно проверить, установив для параметра элемента с высокой установкой фазного тока (элемент короткого замыкания) значение BLOC, а затем подключив вспомогательное напряжение на клеммы E8/D8.

Для элемента с низкой установкой фазного тока $I >$ необходимо установить EXIT для этой проверки. Подайте испытательный ток, что может стать причиной отключения высокой установки ($I >>$). Обратите внимание, что отсутствует отключение любого назначенного реле выхода элемента с высокой или низкой установкой. Удалите вспомогательное напряжение со входа блокировки. Подайте испытательный ток для отключения реле (сообщение TRIP на дисплее). Прервите подачу испытательного тока и подайте вспомогательное напряжение на вход внешнего сброса реле (клеммы C8/D8). Индикации дисплея и светодиодных индикаторов должны немедленно сброситься.

6.7.1 Проверка функции защиты от отказов выключателя (CB)

Для проверки времени отключения необходимо подавать испытательный ток, превышающий номинальное значение в 2 раза. Таймер запускается при отключении реле функции защиты ($I >$, $I >>$, $I_E >$, $I_E >>$) и останавливается при срабатывании реле функции защиты от отказов CB. Отобразится сообщение CBFP и загорятся светодиодные индикаторы CB + t>. Время отключения, определенное таймером, не должно иметь отклонение более 1% или, при короткой задержке отключения, менее ± 10 мс от установленного времени отключения. Кроме того, таймер можно запустить при одновременной подаче вспомогательного напряжения и испытательного тока. Таймер останавливается при отключении соответствующего реле выхода функции защиты от отказа силового выключателя. В этом случае ранее измерявшуюся задержку отключения необходимо вычесть из общего времени отключения.

6.8 Проверка первичной подачи

В целом, проверку первичной подачи можно выполнить таким же образом, как и проверку вторичной подачи, которая описана выше. Отличием является то, что защищенную систему питания в этом случае необходимо подключать к установленным проверяемым реле в процессе работы, а подачу испытательного тока и напряжения необходимо осуществлять на реле через трансформаторы тока и напряжения со включенной первичной обмоткой. Так как очень высока стоимость и потенциальная опасность подобной проверки, проверки первичной подачи обычно ограничиваются проверкой очень важных защитных реле в системе питания.

Благодаря мощным объединенным функциям индикации и измерения реле MRG3 можно проверять, как при проверке первичной подачи без дополнительных расходов и потери времени.

При практической эксплуатации, например, измеренные значения тока на дисплее реле MRG3 можно сравнить по фазам с индикациями тока на амперметре распределительного щита, чтобы убедиться, что реле работает и выполняет измерения надлежащим образом.

6.9 Обслуживание

Профилактическое тестирование обычно регулярно выполняется на месте эксплуатации. Интервалы проверки могут быть разными у пользователей в зависимости от различных факторов: например, тип используемых защитных реле; важность защищаемого основного оборудования; опыт работы пользователя с реле и т.д.

По опыту работы, для электромеханических или статических реле профилактическое тестирование выполняется не реже одного раза в год. Для цифровых реле, как MRG3, этот интервал может быть значительно больше. Это обусловлено следующими факторами.

- Реле MRG3 оснащены разнообразными функциями самодиагностики, поэтому многие неисправности реле можно обнаружить во время эксплуатации, а также сообщить о них пользователю. Важно! Реле выхода самодиагностики необходимо подключить к центральной панели аварийной сигнализации!
- Объединенные функции измерения реле MRG3 позволяют контролировать работу функций реле во время эксплуатации.
- Объединенная функция тестирования TRIP реле MRG3 позволяет проверять цепи выхода реле.

По этой причине рекомендуется использовать интервал проверки для технического обслуживания в два года.

Во время эксплуатационного испытания необходимо проверить функции реле, включая рабочие значения и характеристики отключения реле, а также время работы.

7. Технические данные

7.1 Измерение входного напряжения

| | | |
|--|---|--|
| Номинальные значения: | Номинальное напряжение U_N | 100 В или 400 В см. раздел 3.1.8 «Кодовые заглушки» |
| | Номинальная частота f_N | 50/60 Гц |
| Диапазон измерения: | 0–1,5 x U_N | |
| Точность измерения: | % от значения измерения или 0,5% от номинального значения | |
| Потребляемая мощность в: цепи напряжения | < 1 ВА на фазу при U_N | |
| Термическая стойкость цепи напряжения: | непрерывно | 1,5 x U_N см. раздел 3.1.8 «Кодовые заглушки» |
| и измерение выброса вектора при недостаточном напряжении: | регулируется (5%–100% U) | |
| Коэффициент падения к срабатыванию: | $U > / U >> : > 99\%$ | $U < / U << : < 101\%$ |
| Время возврата: | 60 мс | |
| Ошибка времени задержки, класс E: | ±10 мс | |
| Минимальное рабочее время: | 40 мс | |

7.1.1 Влияние на измерение напряжения

| | |
|-----------------------------|---|
| Вспомогательное напряжение: | в диапазоне 0,8 < U_N / U_{NN} < 1,2 дополнительное влияние нельзя измерить |
| Частота: | В диапазоне от 0,9 < f / f_N < 1,1 , < 0,2%/Гц, оценивается только первая гармоника. |

7.2 Измерение частоты

| | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------|
| Номинальные значения: | Номинальная частота: 50 Гц или 60 Гц | |
| Диапазон измерения: | 50 Гц: 30–70 Гц 60 Гц: 40–80 Гц | |
| Точность измерения: | ±0,03 Гц | |
| Коэффициент падения к срабатыванию: | $f > : > 99,95\%$ | $f < : < 100,05\%$ |

7.2.1 Влияние на измерение частоты

| | |
|-----------------------------|--|
| Вспомогательное напряжение: | в диапазоне 0,8 < U_N / U_{NN} < 1,2 Дополнительное влияние нельзя измерить |
| Частота: | без влияния |
| Влияние на время задержки: | дополнительное влияние нельзя измерить |

7.3 Измерительный вход: фазный ток

| | | |
|-------------------------------------|---|------------------------|
| Номинальные значения: | Номинальный ток I_N | 1 А или 5 А |
| | Номинальная частота f_N | 50/60 Гц, регулируемая |
| Диапазон измерения: | 0–40 x I_2 | |
| Точность измерения: | $\pm 3\%$ от значения измерения или ± 20 мА | |
| Потребляемая мощность в: | при $I_N = 1$ А | 0,2 ВА |
| цепь тока | при $I_N = 5$ А | 0,1 ВА |
| Термическая стойкость | устойчивость динамического тока | |
| в цепи тока: | (полуволна) | 250 x I_N |
| | для 1 с | 100 x I_N |
| | для 10 с | 30 x I_N |
| | непрерывно | 4 x I_N |
| Коэффициент падения к срабатыванию: | >97% | |
| Время возврата: | 40 мс | |
| Ошибка времени задержки, класс E: | ± 20 мс | |
| Минимальное рабочее время: | 40 мс | |

7.3.1 Влияние на измерение тока

| | |
|-----------------------------|---|
| Вспомогательное напряжение: | в диапазоне $0,8 < U_H/U_{HN} < 1,2$ Дополнительное влияние нельзя измерить |
| Частота: | В диапазоне от $0,9 < f/f_N < 1,1$; $< 0,2\%/Гц$, оценивается только первая гармоника. |
| Влияние на время задержки: | дополнительное влияние нельзя измерить |

7.4 Измерительный вход: остаточное напряжение

| | | |
|-----------------------------------|--|-------|
| Номинальные значения: | Номинальное напряжение U_N 100 В или 400 В см. раздел 3.1.8 «Кодовые заглушки» | |
| Диапазон измерения: | 0–1,5 x U_N | |
| Точность измерения: | 2% от значения измерения или 1% от номинального значения | |
| Потребляемая мощность | < 1 ВА на фазу при U_N | |
| цепи напряжения: | | |
| Термическая стойкость | непрерывно 1,5 x U_N | |
| цепи напряжения: | см. раздел 3.1.8 «Кодовые заглушки» Коэффициент падения к срабатыванию: $U_0>/U_0>>: > 99\%$ | |
| Время возврата: | ^ | 60 мс |
| Ошибка времени задержки, класс E: | ± 10 мс | |
| Минимальное рабочее время: | 4 | 0 мс |

7.4.1 Влияние на измерение остаточного напряжения

| | |
|-----------------------------|--|
| Вспомогательное напряжение: | в диапазоне $0,8 < U_H/U_{HN} < 1,2$ дополнительное влияние нельзя измерить |
| Частота: | Оценивается только первая гармоника. Гармонические волны подавляются. |

7.5 Измерительный вход: ток на землю

| | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|
| Номинальные значения: | Номинальный ток I_N | 1 А или 5 А |
| | Номинальная частота f_N | 50/60 Гц, регулируемая |
| Диапазон измерения: | MRG3-IE: | 0–4,0 x I_N |
| | MRG3-IER: | 0–0,5 x I_N |
| Точность измерения: | ±3% от значения измерения или ±20 мА | |
| Потребляемая мощность в цепи тока: | при $I_N = 1$ А | 0,2 ВА |
| | при $I_N = 5$ А | 0,1 ВА |
| Термическая стойкость В цепи тока: | устойчивость динамического тока | |
| | (одна полуволна) | 250 x I_N |
| | для 1 с | 100 x I_N |
| | для 10 с | 30 x I_N |
| | непрерывно | 4 x I_N |
| Коэффициент падения к срабатыванию: | MRG3-IE | 95% |
| | MRG3-IER | 97% |
| Время возврата: | 100 мс | |
| Минимальное рабочее время: | 100 мс | |

7.5.1 Влияние на измерение тока на землю

| | |
|----------------------------|--|
| Вспомогательное напряжение | в диапазоне $0,8 < U_H/U_{HN} < 1,2$ дополнительное влияние нельзя измерить |
| Частота: | Оценивается только первая гармоника. Гармонические волны подавляются. |
| Влияние на время задержки: | дополнительное влияние нельзя измерить |

7.6 Общие данные

Регистратор неисправностей

Записанные трассы: $i_{L1}, i_{L2}, i_{L3}, i_E, U_1, U_2, U_3, U_e$, частота, 3*выброс вектора или $1 \cdot df/dt$

Время выборки: 1,25 мс при 50 Гц
1,041 мс при 60 Гц

Хранение: 10 с (при 50 Гц)
8,33 с (при 60 Гц)

Число обнаружений: 1 обнаружение за 5 с (4,16 с)
2 обнаружения за 2,5 с (2,08 с)
4 обнаружения за 1,25 с (1,04 с)

Допустимое прерывание подачи напряжения без негативного воздействия на работу реле:
50 мс

7.7 Реле выходных сигналов

Реле выходных сигналов обладают следующими характеристиками.

Максимальная отключающая способность: 250 В перем. тока/1250 ВА/непрерывный ток 5 А

Для напряжения пост. тока:

| | Ом. | Л/П = 40 мс | Л/П = 70 мс |
|------------------|--------------|--------------|--------------|
| 300 В пост. тока | 0,2 А/60 Вт | 0,13 А/40 Вт | 0,12 А/36 Вт |
| 250 В пост. тока | 0,25 А/62 Вт | 0,19 А/48 Вт | 0,09 А/22 Вт |
| 110 В пост. тока | 0,5 А/55 Вт | 0,4 А/40 Вт | 0,2 А/22 Вт |
| 60 В пост. тока | 0,9 А/54 Вт | 0,6 А/36 Вт | 0,36 А/21 Вт |
| 48 В пост. тока | 1,2 А/58 Вт | 0,8 А/40 Вт | 0,5 А/24 Вт |
| 30 В пост. тока | 5 А/150 Вт | 3,5 А/105 Вт | 2,0 А/62 Вт |

Минимальная нагрузка на контакт: 24 В пост. тока 10 мА

Механический срок службы: 10×10^6 рабочих циклов

Срок службы электрических компонентов: 1×10^5 рабочих циклов при 220 В перем. тока/5 А

Материал для формирования контактов: серебряно-кадмиевый (AgNi90/10)

Для получения дополнительной информации относительно технических данных см. общее описание «MR — многофункциональное реле»

7.8 Диапазон и порядок уставок

7.8.1 Системный параметр

| | Диапазон уставок | Действие (диапазон) | | Допуск |
|-----------------|---|---|--|--|
| Y/D | Соединение трансформаторов напряжения Y= соединение звездой D= соединение треугольником | | | |
| U_L1 L2 L3_prim | (sek) 0,05...500 кВ Номинальное напряжение первичной обмотки трансформатора | 0,001 0,002 0,005 0,01 0,02 0,05 0,1 0,2 0,5 1 2 | (0,05...0,20) (0,20...0,50) (0,50...1,00) (1,00...2,00) (2,00...5,00) (5,00...10,0) (10,0...20,0) (20,0...50,0) (50,0...100) (100...200) (200...500) | |
| U_L1 L2 L3_sec | 1 В.. 400 В Номинальное напряжение вторичной обмотки трансформатора | 1 2 | (1...150) (150...600) | Диапазон измерения 0–150 В Диапазон измерения 150–600 В, переключение с помощью кодовых заглушек (см. раздел 3.1.8) |
| UN_L1 L2 L3 | (sek) 0,05...500 кВ Номинальное напряжение первичной обмотки генератора | 0,001 0,002 0,005 0,01 0,02 0,05 0,1 0,2 0,5 1 2 | (0,05...0,20) (0,20...0,50) (0,50...1,00) (1,00...2,00) (2,00...5,00) (5,00...10,0) (10,0...20,0) (20,0...50,0) (50,0...100) (100...200) (200...500) | |
| I_L1 L2 L3_prim | (sek) 0,002... 50,0 кА Номинальное напряжение первичной обмотки трансформатора | 0,001 кА 0,002 кА 0,005 кА 0,01 кА 0,02 кА 0,05 кА 0,1 кА 0,2 кА | (0,002...0,200) (0,200...0,500) (0,500...1,00) (1,00...2,00) (2,00...5,00) (5,00...10,0) (10,0...20,0) (20,0...50,0) | |
| IN_L1 L2 L3 | (sek) 0,002... 50,0 кА Номинальный ток первичной обмотки генератора в фазе | 0,001 кА 0,002 кА 0,005 кА 0,01 кА 0,02 кА 0,05 кА 0,1 кА 0,2 кА | (0,002...0,200) (0,200...0,500) (0,500...1,00) (1,00...2,00) (2,00...5,00) (5,00...10,0) (10,0...20,0) (20,0...50,0) | |
| U0_prim | (sek) 0,05...500 кВ Номинальное напряжение первичной обмотки трансформатора для остаточного напряжения | 0,001 0,002 0,005 0,01 0,02 0,05 0,1 0,2 0,5 1 2 | (0,05...0,20) (0,20...0,50) (0,50...1,00) (1,00...2,00) (2,00...5,00) (5,00...10,0) (10,0...20,0) (20,0...50,0) (50,0...100) (100...200) (200...500) | |

| | Диапазон уставок | Действие (диапазон) | Допуск |
|------------------------|--|---|---|
| U0_sek | 100 В.. 600 В Номинальное напряжение вторичной обмотки трансформатора для остаточного напряжения | 1 (100...150) 2 (150... 600) | Диапазон измерения 0–150 В Диапазон измерения 150–600 В, переключение с помощью кодовых заглушек (см. раздел 3.1.8 Error! Reference source not found.) |
| U0N_ | (сек.) 0,05...500 кВ Номинальное напряжение первичной обмотки генератора для остаточного напряжения | 0,001 (0,05...0,20) 0,002 (0,20...0,50) 0,005 (0,50...1,00) 0,01 (1,00...2,00) 0,02 (2,00...5,00) 0,05 (5,00...10,0) 0,1 (10,0...20,0) 0,2 (20,0...50,0) 0,5 (50,0...100) 1 (100...200) 2 (200...500) | |
| IE_prim | (сек.) 0,002... 50,0 кА Номинальный ток на первичной обмотке трансформатора для замыкания на землю | 0,001 кА (0,002...0,200) 0,002 кА (0,200...0,500) 0,005 кА (0,500...1,00) 0,01 кА (1,00...2,00) 0,02 кА (2,00...5,00) 0,05 кА (5,00...10,0) 0,1 кА (10,0...20,0) 0,2 кА (20,0...50,0) | |
| IEN | 0,01... 50,0 кА Номинальный ток на первичной обмотке генератора для замыкания на землю | 0,001 кА (0,001...0,200) 0,002 кА (0,200...0,500) 0,005 кА (0,500...1,00) 0,01 кА (1,00...2,00) 0,02 кА (2,00...5,00) 0,05 кА (5,00...10,0) 0,1 кА (10,0...20,0) 0,2 кА (20,0...50,0) | |
| U0_IE | Выбранный способ измерения остаточного напряжения | 3-фазн.; e:n; 1:1 | |
| fN | 50 Гц/60 Гц | f=50; f=60 | |
| $\Delta\Theta$, df/dt | Выбранная функция: Выброс вектора или df/dt | dPhi; dfdt | |
| | Индикация хранения активации | FLSH/NOFL | |
| P2 | Выбор набора параметров/функция цифровых входов | SET1; Set2; B_S2; R_S2; B_FR; R_FR; S2FR | |

Таблица 7.1: Системный параметр

7.8.2 Защита параметра: Защита напряжения, защита частоты, частотный градиент

| | Диапазон уставок | Действие (диапазон) | | Допуск |
|-------------|--|--|--|---|
| U< U<< | 1...150% (EXIT) | 1 | (1...150) | ±1% от установленного значения или 0,5% от U _N |
| tU< tU<< | 0,04...300 с (EXIT) | 0,02 0,05 0,1 0,2 0,5 1,0 2,0 5,0 10,0 | (0,04...1,0) (1,0...2,0) (2,0...5,0) (5,0...10) (10...20) (20...50) (50...100) (100...200) (200...300) | ±1% или ±25 мс |
| U> U>> | U _N = 100 В: 1...150% (EXIT) | 1 | (1...150) | ±1% от установленного значения или 0,5% от U _N |
| tU> tU>> | 0,04...300 с (EXIT) | 0,02 0,05 0,1 0,2 0,5 1,0 2,0 5,0 10,0 | (0,04...1,0) (1,0...2,0) (2,0...5,0) (5,0...10) (10...20) (20...50) (50...100) (100...200) (200...300) | ±1% или ±25 мс |
| T | T = 2...99 циклов | 1 | (2...99) | |
| f1–f3 | 30...49,99; EXIT; 50,01...70 Гц ¹ 40...59,99; EXIT; 60,01...80 Гц ² | 0,1 0,01 0,01 0,1 0,1 0,01 0,01 0,1 | (30,00...47,90) (48,00...49,99) (50,01...52,00) (52,10...70,00) (40,00...57,90) (58,00...59,99) (60,01...62,00) (62,10...80,00) | 0,03 Гц |
| tf1–tf3 | t _{f,min} ³ ...300 с; EXIT | 0,02 0,05 0,1 0,2 0,5 1,0 2,0 5,0 10,0 | (0,06...1,0) (1,0...2,0) (2,0...5,0) (5,0...10,0) (10,0...20,0) (20,0...50,0) (50...100) (100...200) (200...300) | ±1% или ±25 мс |
| df | 0,2...10 Гц/с (EXIT) | 0,1 0,2 0,5 | (0,2...1,0) (1,0...5,0) (5,0...10,0) | 0,1 Гц/с |
| dt | 2...64 цикла | 1 | (1...64) | |
| Δθ | 2°...22° (EXIT) | 1 | (2...22) | ±1° |
| 1/3 | 1Ph/3Ph | | | |
| Uв< | 5...100% | 1 | (1...100) | ±1% от установленного значения или 0,5% от U _N |

Таблица 7.2: Защита параметра: Защита напряжения, защита частоты, защита частотного градиента

¹⁾ при номинальной частоте 50 Гц

²⁾ при номинальной частоте 60 Гц

³⁾ t_{f,min} мин. рабочее время реле t_{f,min} = (T+1) x 20 мс

7.8.3 Максимальная токовая защита с выдержкой времени

| | Диапазон уставок | Действие (диапазон) | | Допуск |
|----------|--|--|--|---|
| I> | 20...400% (EXIT) | 1 2 5 10 | (20...50) (50...100) (100...200) (200...400) | ±3% от установленного значения или ±20 мА |
| I_Char | Определенное время | DEFT | | |
| tl> | 0,04–260 с (EXIT) (определенное время) | 0,02 0,05 0,1 0,2 0,5 1,0 2,0 5,0 10,0 | (0,04...1,0) (1,0...2,0) (2,0...5,0) (5,0...10) (10...20) (20...50) (50...100) (100...200) (200...300) | ±3% или ±20 мс |
| I_Char | Стандартная обратнозависимая характеристика тип А Большая обратнозависимая характеристика тип В Очень большая обратнозависимая характеристика тип С Обратнозависимая характеристика RI Длительная обратнозависимая характеристика выдержки времени | NINV VINV EINV RINV LINV | | |
| | 0,05–10 (EXIT) (инверс. время) | 0,01 0,02 0,05 0,1 0,2 | (0,05...0,5) (0,5...1,0) (1,0...2,0) (2,0...5,0) (5,0...10,0) | ±3% от измеренного значения тока или ±20 мс (см. EN 60255-3) |
| tl>Сброс | Режим сброса для времени отключения | 0 с; 60 с | | |
| I>> | 20...400% (EXIT) | 1 2 5 10 | (20...50) (50...100) (100...200) (200...400) | ±3% от установленного значения или ±10 мА |
| tl>> | 0,04...10 с (EXIT) | 0,02 0,05 0,1 0,2 0,5 1,0 2,0 5,0 10,0 | (0,04...0,5) (0,5...2,0) (2,0...5,0) (5,0...10,0) (10...20) (20...50) (50...100) (100...200) (200...300) | ±3% или ±20 мс |

Таблица 7.3: Максимальная токовая защита с выдержкой времени

7.8.4 Контроль за коротким замыканием на землю

| | Диапазон уставок | Действие (диапазон) | Допуск |
|------------------------------|--|--|--|
| I _{E>} | Предупреждение или отключение элемента I _{E>} | отключение; предупреждение | |
| I _{E>} | 1...200% (EXIT) | 0,1 (1...5) 0,2 (5...10) 0,5 (10...20) 1 (20...50) 2 (50...100) 5 (100...200) | ±3% от установленного значения или ±0,3% I _N |
| tI _{E>} | 0,04–300 с (EXIT) (определенное время) | 0,02 (0,06...1,0) 0,05 (1,0...2,0) 0,1 (2,0...5,0) 0,2 (5,0...8,5) 0,5 (10...20) 1,0 (20...50) 2,0 (50...100) 5,0 (100...200) 10,0 (200...300) | ±3% или ±20 мс |
| I _{E_} Char | Стандартная обратозависимая характеристика тип А Большая обратозависимая характеристика тип В Очень большая обратозависимая характеристика тип С Обратозависимая характеристика RI Длительная обратозависимая характеристика выдержки времени RXIDG-Kennlinie | NINV VINV EINV RINV LINV RXID | |
| | 0,05–10 (EXIT) 0,05–1,0 (EXIT) только RXIDG (инверс. время) | 0,01 (0,05...0,5) 0,02 (0,5...1,0) 0,05 (1,0...2,0) 0,1 (2,0...5,0) 0,2 (5,0...10,0) | ±3% относительно измеренного значения тока и ±20 мс, соответственно (см. EN 60255-3) |
| tI _{E>} Сброс | Режим сброса для времени отключения | 0 с; 60 с | |
| I _{E>>} | 1...400% (EXIT) | 0,1 (1...5) 0,2 (5...10) 0,5 (10...20) 1 (20...50) 2 (50...100) 5 (100...200) 10 (200...400) | ±3% от установленного значения |
| tI _{E>>} | 0,04...300 с (EXIT) | 0,02 (0,06...0,5) 0,05 (0,5...2,0) 0,1 (2,0...5,0) 0,2 (5,0...10) 0,5 (10...20) 1,0 (20...50) 2,0 (50...100) 5,0 (100...200) 10,0 (200...300) | ±3% или ±20 мс |

Таблица 7.4: Контроль за коротким замыканием на землю

7.8.5 Контроль за коротким замыканием на землю с направленной функцией

| | Диапазон уставок | Действие (диапазон) | Допуск |
|---|--|--|---|
| U0> | 3-ф.: 1–86% e-n: 1–86% 1:1: 1–150% | 1 (1...150) | ±2% от установленного значения или 1% от U _N |
| I _E > | 1...45% (EXIT) | 0,1 (1...5) 0,2 (5...10) 0,5 (10...20) 1 (20...45) | ±3% от установленного значения или ±0,3% I _N |
| tI _E >V* tI _E >R** | 0,1–300 с (EXIT) (определенное время) | 0,1 (0,1...5,0) 0,2 (5,0...10,0) 0,5 (10...20) 1,0 (20...50) 2,0 (50...100) 5,0 (100...200) 10,0 (200...300) | ±3% т.е. ±80 мс |
| I _E >> | 1...45% (EXIT) | 0,1 (1...5) 0,2 (5...10) 0,5 (10...20) 1 (20...45) | ±3% от установленного значения или ±0,3% I _N |
| tI _E >>V* tI _E >>R** | 0,1... 300 с (EXIT) | 0,1 (0,1...5,0) 0,2 (5,0...10,0) 0,5 (10...20) 1,0 (20...50) 2,0 (50...100) 5,0 (100...200) 10,0 (200...300) | ±3% или ±80 мс |

Таблица 7.5: Контроль за коротким замыканием на землю с направленной функцией

* Время отключения в прямом направлении (диапазон отключения)

** Время отключения в обратном направлении (диапазон блокировки), см. раздел 4.7.3

7.8.6 Определение направления короткого замыкания на землю (MRG3-IER)

Измерение активной составляющей тока в компенсированных сетях:

$$I_E \times \cos \varphi$$

Измерение реактивной составляющей тока в изолированных сетях:

$$I_E \times \sin \varphi$$

Точность углового измерения:

$$\pm 3^\circ \text{ при } I_E \times \cos \varphi \text{ т.е. } I_E \times \sin \varphi > 5\% I_E$$

Чувствительность остаточного напряжения:

$$> 2\% U_{0N} \text{ при } I = 0,1 \times I_{EN}$$

7.8.7 Защита по остаточному напряжению

| | Диапазон уставок | Действие | Допуск |
|--------------------|--|--|---|
| U ₀ > | e-n: 1–86% 1:1: 1–150% | 1 (1...150) | ±2% от установленного значения или 1% от U _N |
| U ₀ > | Предупреждение отключения элемента I ₀ > | отключение; предупреждение | |
| tU ₀ > | 0,1...50 с (EXIT) | 0,02 (0,04...1,0) 0,05 (1,0...2,0) 0,1 (2,0...5,0) 0,2 (5,0...10) 0,5 (10...20) 1,0 (20...50) 2,0 (50...100) 5,0 (100...200) 10,0 (200...300) | ±1% или ±20 мс |
| U ₀ >> | e-n: 1–70% 1:1: 1–120% | 1 (1...120) | ±2% от установленного значения или 1% от U _N |
| tU ₀ >> | 0,04...300 с (EXIT) | 0,02 (0,04...1,0) 0,05 (1,0...2,0) 0,1 (2,0...5,0) 0,2 (5,0...8,5) 0,5 (10...20) 1,0 (20...50) 2,0 (50...100) 5,0 (100...200) 10,0 (200...300) | ±1% или ±20 мс |

Таблица 7.6: Защита по остаточному напряжению

7.8.8 Защита от отказов выключателя (CB)

| СИД (светодиодный индикатор) | Диапазон уставок | Действие (диапазон) | Допуск |
|------------------------------|---------------------|--|--------|
| tCBFP> | 0,1...2,00 с (EXIT) | 0,02 (0,10...1,00) 0,05 (1,00...2,00) | |

Таблица 7.7: Защита от отказов выключателя (CB)

7.8.9 Параметр интерфейса

| Функция | Параметр | Протокол Modbus | Протокол открытых данных RS485 |
|---------|-------------------------------|-----------------------------------|--|
| RS | Адрес подчиненного устройства | 1–32 | 1–32 |
| RS | Скорость передачи данных* | 2400, 4800, 9600 | 9600 (фиксированное) |
| RS | Четность* | положительная, отрицательная, нет | Положительная четность (фиксированная) |

Таблица 7.8: Параметр интерфейса

* только протокол Modbus

7.8.10 Параметр регистратора неисправностей

| Функция | Параметр | Количество записей | | | | Номинальная частота | |
|---------|---|---|------------------------|--------|--------|---------------------|--|
| | | 1* | 1*/2 | 3*/4 | 7*/8 | | |
| FR | Применимо к MRG3; MRG3-U0 | 20,00 с | 10,00 с | 5,00 с | 2,50 с | 50 Гц | |
| | | 16,66 с | 8,33 с | 4,16 с | 2,08 с | 60 Гц | |
| | Время до срабатывания триггера | 0,1 с — максимум 20,00 с | | | | 50 Гц | |
| | | 0,1 с — максимум 16,66 с | | | | 60 Гц | |
| | Применимо к MRG3-I; MRG3-IU0, MRG3-IE; MRG3-IER | 10,00 с | 5,00 с | 2,50 с | 1,25 с | 50 Гц | |
| | | 8,33 с | 4,16 с | 2,08 с | 1,04 с | 60 Гц | |
| | Время до срабатывания триггера | 0,1 с — максимум 10,00 с | | | | 50 Гц | |
| | | 0,1 с — максимум 8,33 с | | | | 60 Гц | |
| | FR | Хранение записи при обнаружении события | P_UP; TRIP; A_PI; TEST | | | | |

7.9: Параметр регистратора неисправностей

* После резервирования всех ячеек хранения будет выдан новый сигнал срабатывания, а последнее записанное событие будет перезаписано.

7.8.11 Реле выходных сигналов

| Тип реле | Число реле/переключающих контактов | Число реле/переключающих контактов |
|----------|------------------------------------|------------------------------------|
| MRG3 | 2/2 | 3/1 |

7.10: Реле выходных сигналов

7.8.12 Инверсное время реле защиты от сверхтока

В соответствии с IEC 255-4 или BS 142

Стандартная обратнозависимая характеристика (тип A)

$$t = 0. \frac{14}{\left(\frac{I}{I_S}\right)^0 \cdot 0.02 - 1} \cdot t_I > [s]$$

Большая обратнозависимая характеристика (тип B)

$$t = 13. \frac{5}{\left(\frac{I}{I_S}\right) - 1} \cdot t_I > [s]$$

Очень большая обратнозависимая характеристика (тип C)

$$t = \frac{80}{\left(\frac{I}{I_S}\right)^2 - 1} \cdot t_I > [s]$$

Длительная обратнозависимая характеристика выдержки времени

$$t = \frac{120}{\left(\frac{I}{I_S}\right) - 1} \cdot t_I > [s]$$

Обратнозависимая характеристика времени RI

$$t = \frac{1}{0.339 - 0. \frac{236}{\left(\frac{I}{I_S}\right)}} \cdot t_I > [s]$$

*RXIDG — характеристика

$$t = \left(5.8 - 1.35 \cdot \ln \left(\frac{I}{I_S \cdot t_{I>}} \right) \right) [s]$$

где:

| | | |
|-------------------|---|-------------------------|
| t | = | время отключения |
| t _{>} | = | множитель времени |
| I | = | ток короткого замыкания |
| I _S | = | пусковой ток |
| ln | = | натуральный логарифм |

*только для тока на землю

7.9 Характеристики инверсного времени

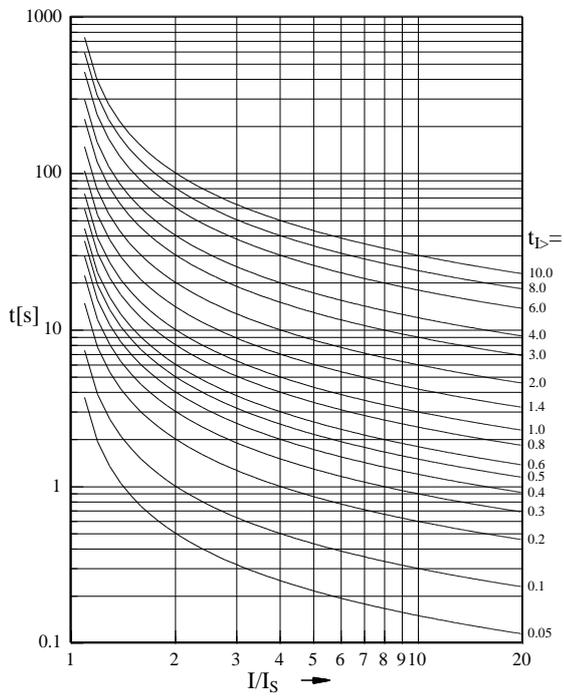


Рисунок 7.1. Стандартная обратозависимая характеристика (тип А)

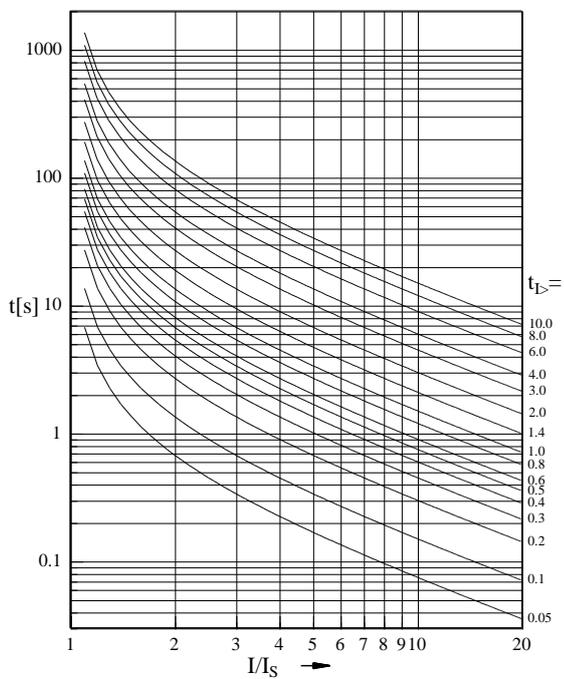


Рисунок 7.2. Большая обратозависимая характеристика (тип В)

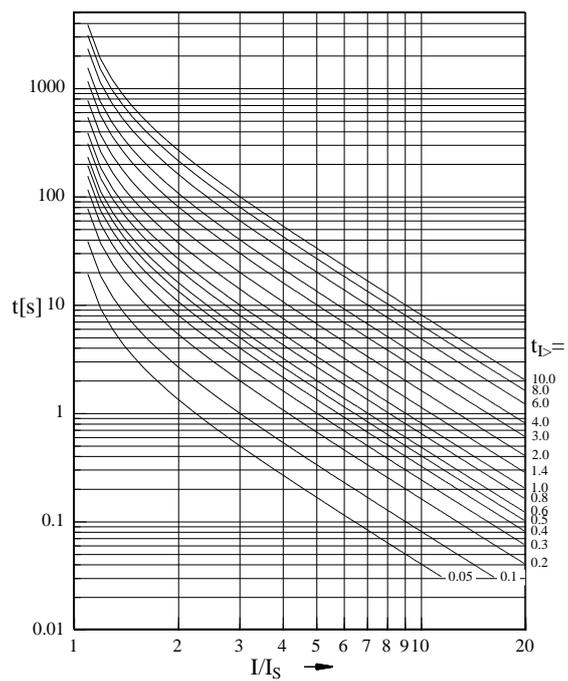


Рисунок 7.3. Очень большая обратная зависимость характеристика (тип C)

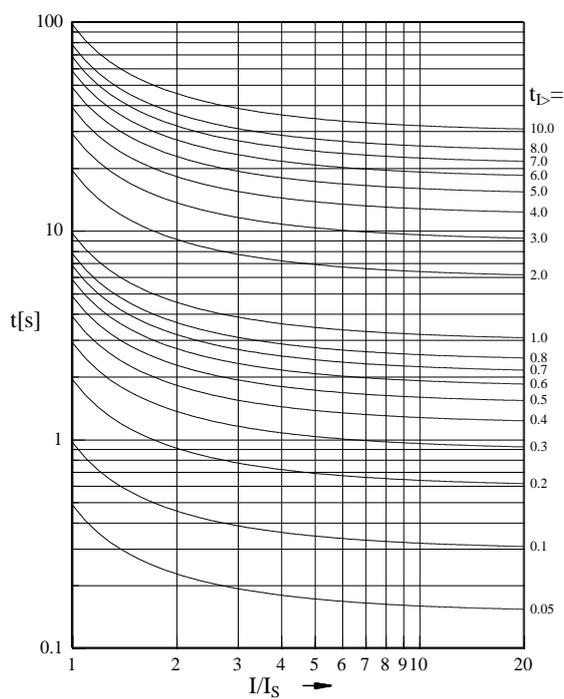


Рисунок 7.4. Обратная зависимость характеристика RI

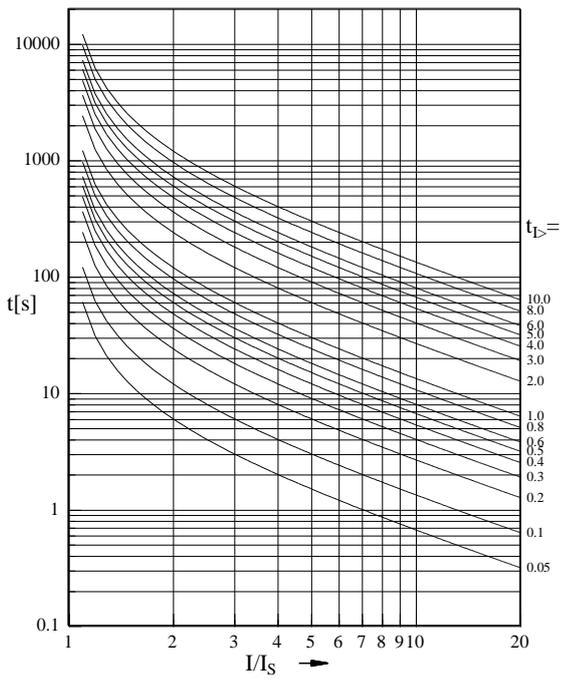


Рисунок 7.5. Длительная обратная характеристика выдержки времени

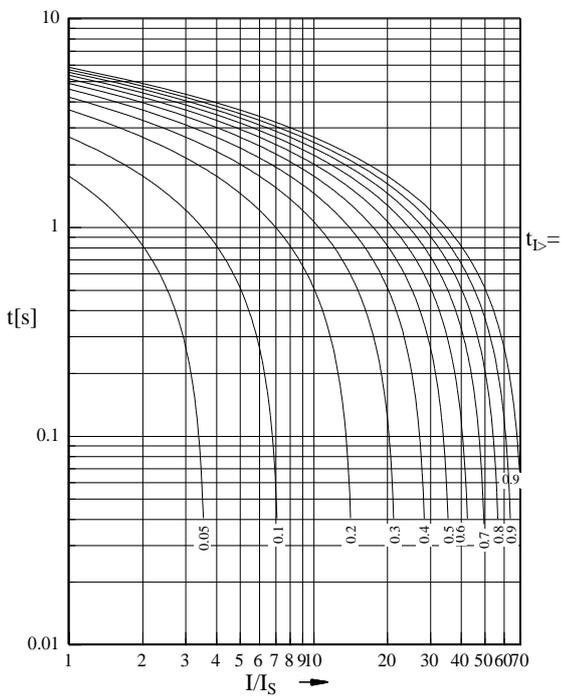


Рисунок 7.6. RXIDG-характеристика

8. Бланк заказа

| Реле защиты генератора с контролем напряжения, частоты, выброса вектора и df/dt | | MRG3- | | | | |
|---|---------------------|-------|---|--|---|---------|
| Максимальная токовая защита с выдержкой времени | | * | | | | |
| Фазный ток | 1 А номинальный ток | I1 | | | | |
| | 5 А номинальный ток | I5 | | | | |
| Защита от токов на землю ¹ | | * | | | | |
| Ток на землю | 1 А номинальный ток | E1 | | | | |
| | 5 А номинальный ток | E5 | | | | |
| Остаточное напряжение | | U0 | | | | |
| Направленная функция в пути заземления ¹ | | | * | | | |
| Контроль остаточного напряжения | | | R | | | |
| Корпус (12TE) | Стойка 19 дюймов | | | | A | |
| | Скрытый монтаж | | | | D | |
| Протокол связи RS485 Pro Open Data; MODBUS RTU | | | | | | * -M |

* Оставьте поле пустым, если функция не требуется

¹ (только в комбинации с максимальной токовой защитой с выдержкой времени)

Технические данные могут быть пересмотрены без уведомления.

Системный параметр

| | | | | Тип реле | | | | | | настройки по умолчанию | Фактические настройки |
|-------------------------------|------------------------------|--|-------------------|----------|--------|---------|---------|----------|----------|------------------------|-----------------------|
| Символ | СИД (светодиодный индикатор) | Функция | Единица измерения | MRG3 | MRG3-I | MRG3-U0 | MRG3-IE | MRG3-IU0 | MRG3-IER | | |
| ΔY | U+L1+L2+L3 | Коррекция входного напряжения зависит от соединения входного трансформатора | | X | X | X | X | X | X | Y | |
| U_L1 L2 L3_prim | U+L1+L2+L3+1 | Номинальное напряжение первичной обмотки трансформатора | кВ | X | X | X | X | X | X | sek | |
| U_L1 L2 L3_sec | U+L1+L2+L3+2 | Номинальное напряжение вторичной обмотки трансформатора | В | X | X | X | X | X | X | 400 | |
| U_L1 L2 L3 ном. | U+L1+L2+L3+3 | Номинальное напряжение первичной генератора | кВ | X | X | X | X | X | X | sek | |
| I_L1 L2 L3_prim | I+L1+L2+L3+1 | Номинальное напряжение первичной обмотки трансформатора в фазе | кА | | X | | X | X | X | sek | |
| I_L1 L2 L3 ном. | I+L1+L2+L3+2 | Номинальное напряжение первичной обмотки генератора в фазе | кА | | X | | X | X | X | sek | |
| U ₀ _prim | U+E+1 | Остаточное напряжение первичной обмотки | кВ | | | X | | X | X | sek | |
| U ₀ _sec | U+E+2 | Номинальное напряжение вторичной обмотки трансформатора для остаточного напряжения | В | | | X | | X | X | 400 | |
| U ₀ _rated | U+E+3 | Номинальное значение первичной обмотки для остаточного напряжения | кВ | | | X | | X | X | sek | |
| I _ε _prim | I+E+1 | Номинальный ток на первичной обмотке трансформатора для замыкания на землю | кА | | X | | X | | X | sek | |
| I _ε _rated | I+E+2 | Номинальное значение на первичной обмотке для замыкания на землю | кА | | X | | X | | X | sek | |
| U ₀ _meas | U+E | Выбранный способ измерения остаточного напряжения | | | | X | | X | X | e:n | |
| f _n | | Номинальная частота | Гц | X | X | X | X | X | X | 50 Гц | |
| $\Delta\theta/df/dt$ | $\Delta\theta/df$ | Выбор функции развязки сети | | X | X | X | X | X | X | $\Delta\theta$ | |
| Мигание светодиода индикатора | | Мигает при возбуждении | | X | | X | X | X | X | FLSH | |
| P2 | P2 | 2 набора параметров/внешнее срабатывание FR | | X | | X | X | X | X | SET1 | |

Параметры защиты: Развязка электросети

| | | | | Тип реле | | | | | | настроек и по умолчанию | Фактические настройки |
|------------------------|------------------------------|--|-------------------|----------|--------|---------|---------|----------|----------|-------------------------|-----------------------|
| Символ | СИД (светодиодный индикатор) | Функция | Единица измерения | MRG3 | MRG3-I | MRG3-U0 | MRG3-IE | MRG3-IU0 | MRG3-IER | Набор 1 Набор 2 | Набор 1 Набор 2 |
| | | | | | | | | | | | |
| U< | U+1+< | Значение срабатывания для 1 элемента с недостаточным напряжением (нижняя уставка) | % | X | X | X | X | X | X | 90 | |
| t _{U<} | U+1+<+t> | Задержка отключения для 1 элемента с недостаточным напряжением | с | X | X | X | X | X | X | 0,04 | |
| U<< | U+2+< | Значение срабатывания для 2 элемента с недостаточным напряжением (верхняя уставка) | % | X | X | X | X | X | X | 80 | |
| t _{U<<} | U+2+<+t> | Задержка отключения для 2 элемента с недостаточным напряжением | с | X | X | X | X | X | X | 0,04 | |
| U> | U+1+> | Значение срабатывания для 1 элемента с перенапряжением (нижняя уставка) | % | X | X | X | X | X | X | 110 | |
| t _{U>} | U+1+>+t> | Задержка отключения для 1 элемента с перенапряжением | с | X | X | X | X | X | X | 0,04 | |
| U>> | U+2+> | Значение срабатывания для 2 элемента с перенапряжением (верхняя уставка) | % | X | X | X | X | X | x | 120 | |
| t _{U>>} | U+2+>+t> | Задержка отключения для 2 элемента с перенапряжением | с | X | X | X | X | X | X | 0,04 | |
| T | f | Повторение измерения частоты по циклам | циклы | X | X | X | X | X | X | 4 | |
| f _{1<} (>) | f+1+<(>) | Значение срабатывания для частотного элемента 1 | Гц | X | X | X | X | X | X | 4800 | |
| t _{f1>} | f+1+<(>)+t> | Задержка отключения для частотного элемента 1 | с | X | X | X | X | X | X | 0,1 | |
| f _{2<} (>) | f+2+<(>) | Значение срабатывания для частотного элемента 2 | Гц | X | X | X | X | X | X | 4900 | |
| t _{f2>} | f+2+<(>)+t> | Задержка отключения для частотного элемента 2 | с | X | X | X | X | X | X | 0,1 | |
| f _{3<} (>) | f+3+<(>) | Значение срабатывания для частотного элемента 3 | Гц | X | X | X | X | X | X | 5100 | |
| t _{f3>} | f+3+<(>)+t> | Задержка отключения для частотного элемента 3 | с | X | X | X | X | X | x | 0,1 | |

| | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------------------------|---|-------|---|---|---|---|---|---|---|------|--|
| df | $\Delta\Theta_{df}$ | Значение срабатывания для значения частоты df/dt in | Гц/с | X | X | X | X | X | X | X | EXIT | |
| dt | 1/3_dt | Повторение измерения для df/dt | циклы | X | X | X | X | X | X | X | 4 | |
| $\Delta\Theta_{1/3}$ | $\Delta\Theta_{df}$ | Логика отключения при выбросе вектора | | X | X | X | X | X | X | X | 1Ф | |
| $\Delta\Theta$ | 1/3_dt | Значение срабатывания для выброса вектора | ° | X | X | X | X | X | X | X | 2,0 | |
| Uв> | f+ $\Delta\Theta_{df}$ | Порог напряжения для измерения частоты, df/dt и выброса вектора | % | X | X | X | X | X | X | X | 20 | |

Параметры защиты: Фаза и защита от токов на землю

| | | | | Тип реле | | | | | | настройки по умолчанию | Фактические настройки |
|----------|------------------------------|--|-------------------|----------|--------|---------|---------|----------|----------|------------------------|-----------------------|
| Символ | СИД (светодиодный индикатор) | Функция | Единица измерения | MRG3 | MRG3-I | MRG3-U0 | MRG3-IE | MRG3-IU0 | MRG3-IER | Набор 1 Набор 2 | Набор 1 Набор 2 |
| I> | I+1+> | Значение срабатывания для элемента защиты от максимального фазового тока | % | | X | | X | X | X | 20 | |
| I> Хар. | I+1 | Характеристики отключения для фазного элемента токовой защиты | | | X | | X | X | X | DEFT | |
| tl> | I+1+>+t> | Время отключения (коэффициент) для фазного элемента токовой защиты | (с) | | X | | X | X | X | 0,04 | |
| I>_Reset | I+1+>+t> | Режим сброса для фазного элемента токовой защиты | | | X | | X | X | X | 0 с | |
| I>> | I+2+> | Значение срабатывания отключения при коротком замыкании быстрой фазы | % | | X | | X | X | X | 50 | |
| tl>> | I+2+>+t> | Значение отключения при коротком замыкании быстрой фазы | с | | X | | X | X | X | 0,04 | |
| U0> | U0+1 | Предупреждение/отключение элемента U0> | | | | X | | X | | предупреждение | |
| U0>+t> | U0+1+>+t> | Задержка отключения для 1 элемента остаточного напряжения | с | | | X | | X | | 0,1 | |
| U0>> | U0+2+> | Значение срабатывания для 2 элемента остаточного напряжения | % | | | X | | X | | 10 | |
| U0>>+t> | U0+2+>+t> | Задержка отключения для 2 элемента остаточного напряжения | с | | | X | | X | | 0,1 | |
| IЕ> | IЕ+1 | Предупреждение/отключение элемента IЕ> | | | | | X | | X | предупреждение | |
| IЕ> | IЕ+1+> | Значение срабатывания для сверхтока заземления | % | | | | X | | X | 1 | |
| IЕ> Char | IЕ+1 | Характеристики отключения для элемента защиты от | | | | | X | | | DEFT | |

| | | | Тип реле | | | | | | настройки по умолчанию | Фактические настройки |
|-----------|-------------|--|----------|--|---|--|---|---|------------------------|-----------------------|
| | | максимального тока на землю | | | | | | | | |
| tlE> | IE+1+>+t> | Время отключения (коэффициент) для элемента защиты от максимального тока на землю | (с) | | | | X | | | 0,04 |
| tlE>→ | IE+1+>+t>+→ | Время отключения (коэффициент) для элемента защиты от максимального тока на землю в прямом направлении | (с) | | | | X | X | | 0,1 |
| tlE>← | IE+1+>+t>+← | Время отключения для элемента защиты от максимального тока на землю в обратном направлении | (с) | | | | | X | | 0,1 |
| IE>_Reset | I+1+>+t> | Режим сброса для элемента защиты от максимального тока на землю | | | | | X | | | 0 с |
| IE>> | IE+2+> | Значение срабатывания быстрого отключения при коротком замыкании на землю | % | | | | X | X | | 1 |
| tlE>> | IE+2+>+t>+→ | Время отключения при замыкании на землю | с | | | | X | | | 0,04 |
| tlE>>→ | IE+2+>+t>+→ | Значение быстрого отключения при коротком замыкании на землю/прямое направление | с | | | | X | X | | 0,1 |
| tlE>>← | IE+1+>+t>+← | Значение быстрого отключения при коротком замыкании на землю/обратное направление | с | | | | | X | | 0,1 |
| SIN/COS | IE+1+2+> | Оценка для изолированных/компенсированных сетей | | | | | | X | | SIN |
| CB+t> | CB+t> | Время отключения функции защиты от отказов выключателя (CB) | с | | X | | X | X | X | EXIT |

Параметр регистратора неисправностей

| | | | Тип реле | | | | | | Настройки по умолчанию | Фактически настройки |
|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------|----------|--------|---------|---------|----------|----------|------------------------|----------------------|
| Символ/светодиодный индикатор | Функция | Единица измерения | MRG3 | MRG3-I | MRG3-U0 | MRG3-IE | MRG3-IU0 | MRG3-IER | | |
| FR | Количество записей | | X | X | X | X | X | X | 4 | |
| FR | Сохранение записи при обнаружении | | X | X | X | X | X | X | TRIP | |
| FR | Время до триггерного возбуждения | с | X | X | X | X | X | X | 0,05 | |

Параметр последовательного интерфейса

| Символ | Функция | Единица измерения | Тип реле | | | | | | Настройки по умолчанию | Фактически настройки |
|--------|--|----------------------------------|----------|--------|---------|---------|----------|----------|------------------------|----------------------|
| | | | MRG3-I | MRG3-I | MRG3-U0 | MRG3-IE | MRG3-IU0 | MRG3-IER | | |
| RS | Адрес подчиненного устройства последовательного интерфейса | | X | X | X | X | X | X | RS1 | |
| RS* | Скорость передачи данных | Скорость передачи данных в бодах | X | X | X | X | X | X | 9600 | |
| RS* | Проверка на четность | | X | X | X | X | X | X | положительная | |

Функция блокировки

| Символ | СИД (светодиодный индикатор) | Тип реле | | | | | | настройки по умолчанию | | | | Фактические настройки | | | |
|-------------------|------------------------------|----------|--------|---------|---------|----------|----------|------------------------|-----------------|-------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-------------|-----------------|
| | | MRG3 | MRG3-I | MRG3-U0 | MRG3-IE | MRG3-IU0 | MRG3-IER | Набор 1 | | Набор 2 | | Набор 1 | | Набор 2 | |
| | | | | | | | | Блок ировка | Нет блок ировки | Блок ировка | Нет блок ировки | Блок ировка | Нет блок ировки | Блок ировка | Нет блок ировки |
| U< | U+1+< | X | X | X | X | X | X | | X | | | | | | |
| U<< | U+2+< | X | X | X | X | X | X | X | | X | | | | | |
| U> | U+1+> | X | X | X | X | X | X | | X | | X | | | | |
| U>> | U+2+> | X | X | X | X | X | X | | X | | X | | | | |
| f1<(>) | f+1+<(>) | X | X | X | X | X | X | X | | X | | | | | |
| f2<(>) | f+2+<(>) | X | X | X | X | X | X | X | | X | | | | | |
| f3<(>) | f+3+<(>) | X | X | X | X | X | X | | X | | X | | | | |
| $\Delta\theta$ | $\Delta\theta_{df}$ | X | X | X | X | X | X | X | | X | | | | | |
| df/dt | $\Delta\theta_{df}$ | X | X | X | X | X | X | X | | X | | | | | |
| I> | I+1+> | | X | | X | X | X | | X | | X | | | | |
| I>> | I+2+> | | X | | X | X | X | X | | X | | | | | |
| U ₀ > | U ₀ > | | | X | | X | | | X | | X | | | | |
| U ₀ >> | U ₀ >> | | | X | | X | | | X | | X | | | | |
| I _E > | I _E +1+> | | | | X | | X | | X | | X | | | | |
| I _E >> | I _E +2+> | | | | X | | X | | X | | X | | | | |
| CB+t> | CB+t> | | X | | X | X | X | | X | | X | | | | |

Назначение выходных реле

| Символ | СИД (светодиодный индикатор) | Тип устройства | | | | | | настройки по умолчанию | | | | Фактически настройки | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|----------------|--------|---------|---------|----------|----------|---------------------------|--------|--------|--------|-------------------------|--------|--------|--------|
| | | MRG3 | MRG3-I | MRG3-U0 | MRG3-IE | MRG3-IU0 | MRG3-IER | Реле 1 | Реле 2 | Реле 3 | Реле 4 | Реле 1 | Реле 2 | Реле 3 | Реле 4 |
| Аварийный сигнал U< | U+1+< | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | |
| U< Ausl. | U+1+<+t> | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | |
| Аварийный сигнал U<< | U+2+< | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | |
| U<< Ausl. | U+2+<+t> | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | |
| Аварийный сигнал U> | U+1+> | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | |
| U> Ausl. | U+1+>+t> | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | |
| Аварийный сигнал U>> | U+2+> | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | |
| U>> Ausl. | U+2+>+t> | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | |
| Аварийный сигнал f1 | f+1 | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | |
| f1 Ausl. | f+1+t> | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | |
| Аварийный сигнал f2 | f+2 | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | |
| f2 Ausl. | f+2+t> | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | |
| Аварийный сигнал f3 | f+3 | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | |
| f3 Ausl. | f+3+t> | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | |
| $\Delta\Theta$ Ausl. | $\Delta\Theta/df$ | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | |
| df/dt Ausl. | $\Delta\Theta/df$ | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | |
| Аварийный сигнал I> | I+1+> | | X | | X | X | X | | | | | | | | |
| I> Ausl. | I+1+>+t> | | X | | X | X | X | | X | | | | | | |
| Аварийный сигнал I>> | I+2+> | | X | | X | X | X | | | | | | | | |
| I>> Ausl. | I+2+>+t> | | X | | X | X | X | | X | | | | | | |
| Аварийный сигнал U ₀ > | U ₀ +1+> | | | X | | X | X | | | | | | | | |
| U ₀ > Ausl. | U ₀ +1+>+t> | | | X | | X | | | | X | | | | | |
| Аварийный сигнал U ₀ >> | U ₀ +2+> | | | X | | X | | | | | | | | | |
| U ₀ >> Ausl. | U ₀ +2+>+t> | | | X | | X | | | | X | | | | | |
| Аварийный сигнал IE> | IE+1+> | | | | X | | | | | | | | | | |
| IE> Ausl. | IE+1+>+t> | | | | X | | | | | X | | | | | |
| Аварийный сигнал IE>→ | IE+1+>+→ | | | | | | X | | | | | | | | |
| IE> Ausl. → | IE+1+>+t>+→ | | | | | | X | | | X | | | | | |
| Аварийный сигнал IE>← | IE+1+>+← | | | | | | X | | | | | | | | |
| IE> Ausl.← | IE+1+>+t>+← | | | | | | X | | | X | | | | | |
| Аварийный сигнал IE>> | IE+2+> | | | | X | | | | | | | | | | |
| IE>> Ausl. | IE+2+>+t> | | | | X | | | | | X | | | | | |
| Аварийный сигнал IE>>→ | IE+2+>+→ | | | | | | X | | | | | | | | |
| IE>> Ausl. → | IE+2+>+t>+→ | | | | | | X | | | x | | | | | |
| Аварийный сигнал IE>>← | IE+2+>+← | | | | | | X | | | | | | | | |
| IE>> Ausl.← | IE+2+>+t>+← | | | | | | X | | | X | | | | | |
| tCB Ausl. | CB+t> | | X | | X | X | X | | | | x | | | | |

Настройка кодовых перемычек

Передняя панель

| Кодовая перемычка | J1 | | J2 | | J3 | |
|-------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| | Настройки по умолчанию | Фактические настройки | Настройки по умолчанию | Фактические настройки | Настройки по умолчанию | Фактические настройки |
| Установлено | | | | | | |
| Не установлено | X | | Нет функции | | X | |

Цифровые входы

| Кодовая перемычка | Низкий/высокий диапазон для входа DI_1 | | Низкий/высокий диапазон для входа DI_2 | |
|------------------------|--|-----------------------|--|-----------------------|
| | настройки по умолчанию | Фактические настройки | настройки по умолчанию | Фактические настройки |
| Низкий=установлено | X | | X | |
| Высокий=не установлено | | | | |

Диапазон измерения напряжения фаз

| Кодовая перемычка | Диапазон измерения напряжения фазы U_L1 | | Диапазон измерения напряжения фазы U_L2 | | Диапазон измерения напряжения фазы U_L3 | |
|-------------------|---|-----------------------|---|-----------------------|---|-----------------------|
| | Настройки по умолчанию | Фактические настройки | Настройки по умолчанию | Фактические настройки | Настройки по умолчанию | Фактические настройки |
| 100V | | | | | | |
| 400V | X | | X | | X | |

Диапазон способа измерения остаточного напряжения

| Кодовая перемычка | Диапазон способа измерения остаточного напряжения U0 | |
|-------------------|--|-----------------------|
| | Настройки по умолчанию | Фактические настройки |
| 3PNA | | |
| 1:1 | X | |

Это техническое руководство действительно для следующих устройств

Версия ПО: MRG3 D01-1.00 с протоколом ProOpenData

MRG3- I D02-1.00

MRG3-U0 D03-1.00

MRG3-IE D04-1.00

MRG3-IU0 D05-1.00

MRG3-IER D06-1.00

MRG3-M D51-1.00 с протоколом Modbus

MRG3-I-M D52-1.00

MRG3-U0-M D53-1.00

MRG3-IE-M D54-1.00

MRG3-IU0-M D55-1.00

MRG3-IER-M D56-1.00

Технические данные могут быть пересмотрены без уведомления.

HighTECH Line

<https://docs.SEGelectronics.de/mrg3>
<https://docs.SEGelectronics.de/mr>



Компания SEG Electronics GmbH сохраняет за собой право в любой момент вносить изменения в текст настоящего документа. Информация, предоставленная компанией SEG Electronics GmbH, считается точной и надежной. Тем не менее компания SEG Electronics GmbH не несет ответственности за ее достоверность, за исключением специально оговоренных случаев.



SEG Electronics GmbH
Krefelder Weg 47 • D-47906 Kempen (Germany)
Postfach 10 07 55 (P.O.Box) • D-47884 Kempen (Germany)
Телефон: +49 (0) 21 52 145 1

Интернет: www.SEGelectronics.de

Отдел продаж
Телефон: +49 (0) 21 52 145 331
Факс: +49 (0) 21 52 145 354
Эл. почта: info@SEGelectronics.de

Обслуживание
Телефон: +49 (0) 21 52 145 614
Факс: +49 (0) 21 52 145 354
Эл. почта: info@SEGelectronics.de

SEG Electronics has company-owned plants, subsidiaries, and branches, as well as authorized distributors and other authorized service and sales facilities throughout the world.

Complete address / phone / fax / email information for all locations is available on our website.