SIEMENS

www.siemens.com/protection

# SIPROTEC Compact
# Устройства релейной защиты

**Каталог SIP 3.01 · V3.0**

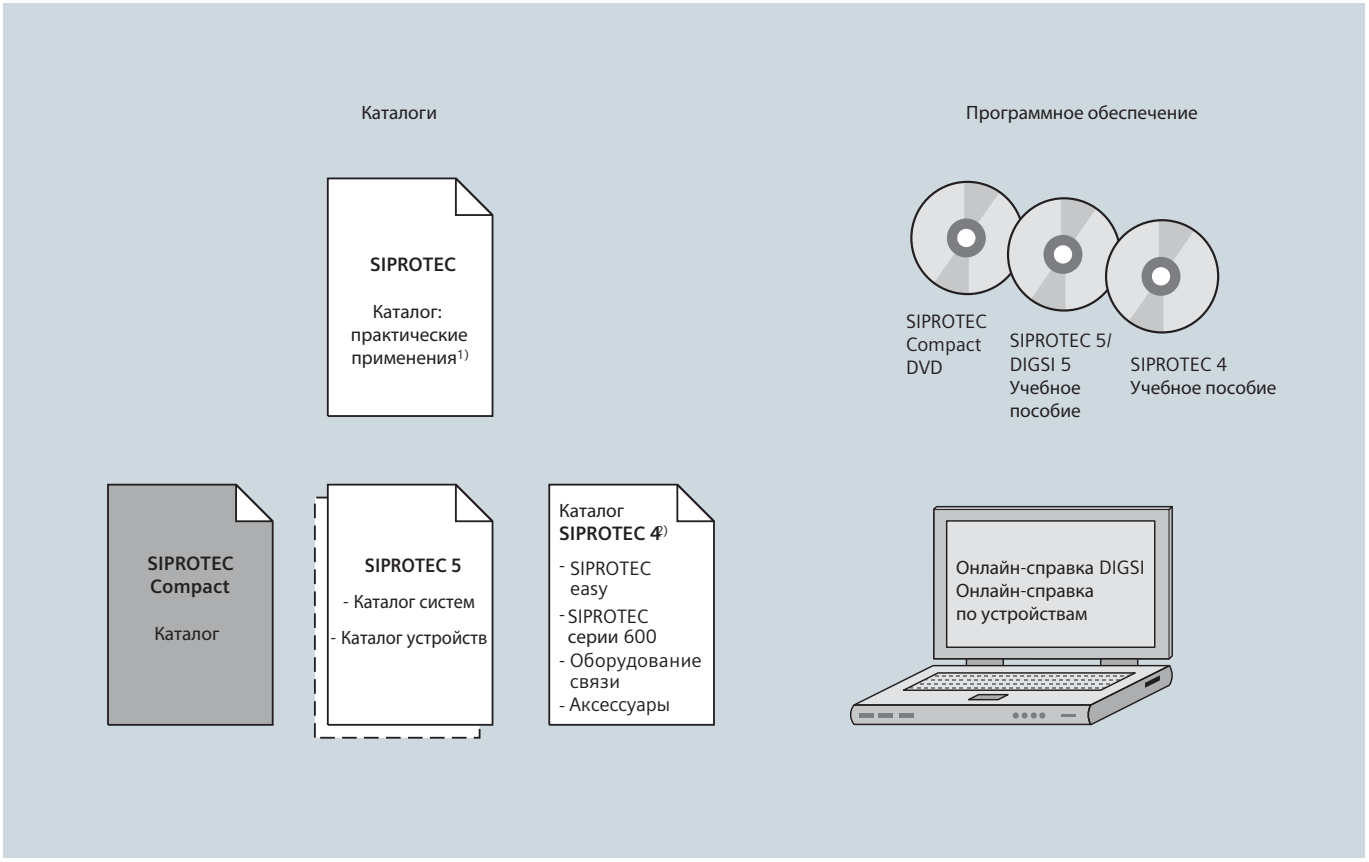



**Рис.1/1** Обзор документации

**SIPROTEC Обзор практических применений:**

Обзор практических применений дает пользователю представление о характеристиках всего семейства устройств SIPROTEC и описывает типичные применения для релейной защиты и коммуникативные решения.

Кроме того, в нем содержатся практические указания по проектированию, например, по расчету измерительных трансформаторов.

**Каталог SIPROTEC Compact:**

Сводный каталог SIPROTEC описывает характеристики устройств серии SIPROTEC Compact и представляет имеющиеся на рынке устройства и варианты их использования.

**Каталоги SIPROTEC 5:**

Обзор системы SIPROTEC 5 представлен в каталоге системы SIPROTEC 5.

В каталогах устройств SIPROTEC 5 описываются специфические для устройств характеристики, такие как объем функций, параметры оборудования и варианты применения.

**SIPROTEC 4, SIPROTEC серии 600, SIPROTEC easy, Коммуникация и аксессуары**

В этом каталоге представлены характеристики серий устройств SIPROTEC 4, SIPROTEC 600 и SIPROTEC easy и входящих в них приборов.

В следующих главах описываются аксессуары для всего семейства SIPROTEC (устройства связи, дополнительные реле, испытательное оборудование).

1) в стадии подготовки

2) на английском языке

# SIPROTEC Compact

## Техника релейной защиты

**Каталог SIP 3.01 · V3.0**


**1. Введение** Стр.

От редакции **1**/4
Обзор всех серий устройств SIPROTEC **1**/5
SIPROTEC Compact **1**/11

**2. Максимальная токовая защита с выдержкой времени 7SJ80**
**2**/1 – **2**/28

**3. Максимальная токовая защита с выдержкой времени для подключения к слаботочным трансформаторам 7SJ81**
**3**/1 – **3**/22

**4. Защита электродвигателей 7SK80**
**4**/1 – **4**/28

**5. Защита по напряжению и частоте 7RW80**
**5**/1 – **5**/16

**6. Дифференциальная защита линий 7SD80**
**6**/1 – **6**/22

**7. Защита и автоматизация распределительной сети 7SC80**
**7**/1 – **7**/32

**8. 7XV5673 - блок ввода/вывода с 6 дискретными входами/выходами**
**8**/1 – **8**/10

**9. Приложение**

Таблица выбора устройств SIPROTEC **9**/3
Пример заказа и аксессуары **9**/11
Данные для выбора и заказа **9**/12
Габаритные размеры **9**/13
Правовые моменты **9**/14


ISO 9001
ISO 14001
DNV
Certified Company

OHSAS 18001
DNV
Certified Company

Представленные в данном каталоге продукты и системы производятся и поставляются с применением сертифицированной системы менеджмента качества (согласно ISO 9001, ISO 14001 и BS OHSAS 18001). DNV-сертификат №: 92113-2011-AHSO-GER-TGA и сертификат №: 87028-2010-AHSO-GER-TGA.

# Введение

## От редакции

1

Мы рады представить Вам свой новый каталог SIPROTEC Compact.

Серия SIPROTEC Compact изначально проектировалась для использования в сетях среднего напряжения и в промышленности. Однако, устройства данной серии можно также использовать и в сетях высокого напряжения.

Марка SIPROTEC Compact — это компактный дизайн при высокой функциональности и удобстве использования.

При разработке серии SIPROTEC Compact мы использовали свой более чем 100-летний опыт создания техники релейной защиты, защитные функции SIPROTEC 4 и многочисленные инициативы наших клиентов.

Серия Compact является неотъемлемой частью концепции SIPROTEC и может свободно комбинироваться с другими устройствами.С SIPROTEC мы предлагаем Вам открытое и перспективное семейство устройств, удовлетворяющих требованиям современных энергосистем.

Вначале обратитесь к краткому обзору всего семейства SIPROTEC, а затем рассмотрите характеристики устройств серии SIPROTEC Compact.

Убедитесь, насколько эффективна серия SIPROTEC Compact и дайте воплотиться своим замыслам в жизнь. SIPROTEC — надежно, доступно, эффективно.

С уважением

Инго Эркенс

Генеральный менеджер

Подразделения «Автоматизация в энергетике»

Департамента «Управление электроэнергией»

**Рис.1/2** Передняя панель SIPROTEC Compact

**Рис.1/3** Использование в цепях среднего напряжения

**Решения для сетей на сегодня и на завтра — и так уже более 100 лет**

SIPROTEC уже десятки лет утверждается на энергетическом рынке в качестве эффективного и полного семейства цифровых устройств релейной защиты и периферийных устройств производства компании Siemens.

Устройства релейной защиты SIPROTEC компании Siemens можно использовать абсолютно в любых сетях среднего и высокого напряжения.

Системы SIPROTEC позволят Вам твердо и уверенно держать под контролем свои установки и иметь прочную основу для эффективного решения любых задач в современных интеллектуальных сетях. Для решения разнообразных задач Вы сможете произвольно комбинировать устройства различных серий SIPROTEC — системы SIPROTEC универсальны, открыты и перспективны.

Компания Siemens, уже более 100 лет являющаяся движителем инноваций и лидером в области техники релейной защиты, поможет Вам эксплуатировать энергосети разумно, экологично, надежно, эффективно и экономично.

Компания Siemens, как пионер в разработке цифровой техники релейной защиты, внесла значительный вклад в эту область (рис. 1/5). Первая система была введена в эксплуатацию в Вюрцбурге в 1977 году.

Полная интеграция функций управления и защиты во всех устройствах SIPROTEC была инновационным шагом в 90-е годы.

После принятия в 2004 году стандарта обмена данными МЭК-61850 компания Siemens стала первым в мире производителем, внедрившим в производство устройства с этой коммуникационной технологией.

**Рис.1/4** Семейство SIPROTEC

Какую пользу принесет Вам этот опыт?

- проверенные временем комплексные решения
- оптимальное взаимодействие компонентов системы
- высочайшее качество оборудования и программного обеспечения
- исключительное удобство пользования устройствами и программными инструментами
- беспроблемный обмен данными между приложениями
- максимальная унификация продуктов и систем
- простота управления
- Siemens — как надежный партнер с мировым именем.

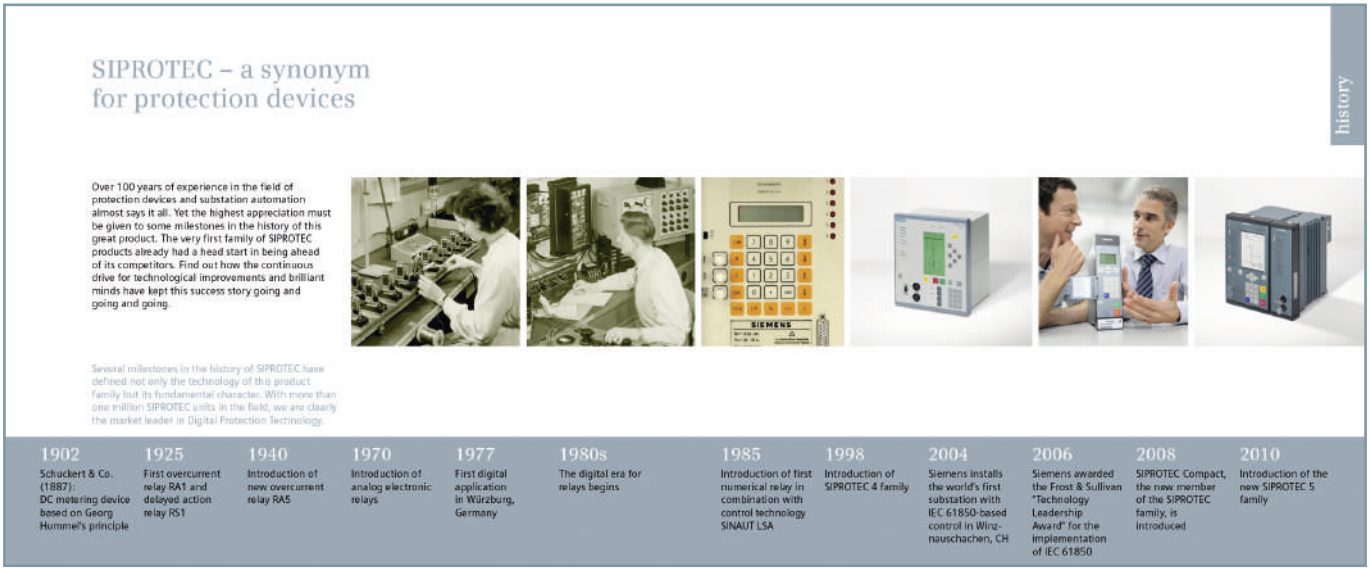



**Рис.1/5** SIPROTEC — пионер на протяжении многих поколений

# Введение

## Серии устройств SIPROTEC



### SIPROTEC easy

SIPROTEC easy — это питающиеся от измерительного трансформатора цифровые реле максимальной токовой защиты с выдержкой времени, которые могут использоваться в сетях электроснабжения с односторонним питанием для защиты линий и трансформаторов (резервная защита).

Они предлагают зависимые и независимые характеристики выдержки времени максимальной токовой защиты с выдержкой времени согласно нормам МЭК и ANSI. Удобное управление посредством DIP-переключателей просто и интуитивно понятно.

- Двухступенчатая максимальная токовая защита с выдержкой времени
- Экономия оперативного питания, благодаря питанию от встроенного измерительного трансформатора
- Экономичность, благодаря использованию маломощных измерительных трансформаторов
- Срабатывание через импульсный выход (24 В пост. тока / 0,1 Втс) или выход расцепляющего реле
- Простое интуитивно понятное параметрирование и управление DIP-переключателями непосредственно на устройстве
- Легкий монтаж на DIN-рейке, благодаря компактной конструкции

**Рис.1/6** SIPROTEC easy

### SIPROTEC Compact (серия 600)

Устройства SIPROTEC Compact (серии 600) — компактные цифровые устройства релейной защиты для использования в сетях среднего напряжения и промышленности.

Имеются соответствующие типы устройств для различных применений, таких как максимальная токовая защита с выдержкой времени, дифференциальная защита линий, защита от кратковременного замыкания на землю или защита сборных шин.

- Требуют мало места, благодаря компактному дизайну
- Надежное подведение параметров технологического процесса через прочный блок зажимов
- Эффективный анализ повреждений интегрированным приложением SIGRA 4
- Интерфейс связи
- Возможно управление и анализ с помощью программного обеспечения DIGSI 4
- Различные типы устройств узкого и универсального применения.

**Рис.1/7** SIPROTEC Compact (серия 600)

**SIPROTEC Compact — исключительная функциональность при чрезвычайной компактности**

Надежная и гибкая защита для использования при распределении энергии и в промышленности при минимуме занимаемого места.

Устройства семейства SIPROTEC Compact предлагают широкое разнообразие функций в компактном, занимающем мало места корпусе 1/6 x 19''.

Устройства можно использовать в качестве основной защиты объектов среднего напряжения или резервной защиты в сетях высокого напряжения.В серии SIPROTEC Compact можно найти подходящие устройства для самого разного применения при распределении энергии, например, для защиты фидеров, линий или двигателей.

Кроме того, устройства могут выполнять такие задачи, как отключение от сети, сброс нагрузки (АЧР), подключение нагрузки (ЧАПВ), защита по напряжению и частоте.

Серия SIPROTEC Compact базируется на опыте применения миллионов устройств SIPROTEC 4 и на постоянно совершенствуемой компактной аппаратной части, в которой учтены пожелания множества клиентов.

Она предлагает высочайшую надежность при самой широкой функциональности и гибкости.

- Простой монтаж, благодаря съемным блокам винтовых зажимов цепей тока и напряжения
- Программно настраиваемые уровни входных сигналов (три уровня настройки гарантируют надежное распознавание входных сигналов)
- Легкая регулировка тока во вторичной цепи первичного трансформатора тока (1 A / 5 A) с помощью программы DIGSI 4
- Быстрое управление устройством посредством 9-ти произвольно программируемых клавиш
- Хорошо читаемый 6-строчный дисплей
- Буферная батарея легко меняется через переднюю панель
- Стандартный разъем USB-порта на передней панели
- Два интерфейса для подключения к сети передачи данных.
- Высокая эксплуатационная надежность, благодаря резервированному обмену данными (электрическому или оптическому) по стандарту МЭК 61850
- Отсутствие лишних соединений между устройствами, благодаря использованию связи по технологии Ethernet (МЭК 61850 GOOSE)
- Синхронизация с точностью до миллисекунды по сети Ethernet с помощью протокола SNTP для целенаправленного анализа повреждений
- Возможность подстройки к требованиям защиты с помощью «гибких защитных функций»
- Удобный инжиниринг и анализ с помощью программного обеспечения DIGSI 4.

**Рис.1/8** SIPROTEC Compact

**Рис.1/9** SIPROTEC Compact — вид сзади

**Рис.1/10** Защита присоединения SIPROTEC 7SC80 с ИЧМ

# Введение

## Серии устройств SIPROTEC

1

**SIPROTEC 4 — надежная, проверенная временем и перспективная защита для самых разных областей применения**

Серия SIPROTEC 4 доказала свою надежность при практическом применении более 1 млн. устройств на объектах по всему миру.

Благодаря унифицированной системной платформе, уникальной инжиниринговой программе DIGSI 4 и большому «полевому» опыту, семейство устройств SIPROTEC 4 обладает заслуженным авторитетом у пользователей по всему миру. На сегодня SIPROTEC 4 считается стандартом цифровой техники релейной защиты во всех областях применения.

В серии SIPROTEC 4 можно найти подходящие устройства для любого применения на этапах производства, передачи, распределения электроэнергии, а также для промышленного использования.

SIPROTEC 4 является вехой в технике релейной защиты. В каждом устройстве этой серии оптимально сочетаются функции защиты, управления, измерения и автоматизации.

Во многих случаях с помощью одного устройства можно решить все задачи с точки зрения контроля и управления.

Открытость и перспективность SIPROTEC 4 обеспечиваются реализацией стандарта МЭК 61850 во всех устройствах этой серии.

- Испытанные временем защитные функции гарантируют безопасность для оборудования и персонала
- Удобный инжиниринг и анализ с помощью программного обеспечения DIGSI 4
- Простая разработка решений автоматизации с помощью интегрированного графического редактора логики
- Легкость управления аппаратными и программными средствами, благодаря удобной для пользования конструкции
- Мощные средства связи обеспечивают надежные и эффективные решения
- Богатейший опыт использования устройств SIPROTEC 4 и реализации проектов МЭК 61850 по всему миру
- Перспективность, благодаря заменяемым интерфейсам связи и интегрированному редактору логики.

**Рис.1/10** SIPROTEC 4

**Рис.1/11** SIPROTEC 4 — вид сзади

**Рис.1/12** SIPROTEC 4 на электростанциях

**SIPROTEC 5 — новый эталон для техники защиты, автоматизации и контроля в сетях высокого напряжения**

Серия SIPROTEC 5 базируется на богатом опыте практического применения устройств SIPROTEC и разработана специально для использования в современных сетях высокого напряжения.Этой цели служит многообразие типов устройств серии и их широкая функциональность. С целостным и унифицированным инжиниринговым инструментарием DIGSI 5 можно подготовить решения для все более комплексных процессов — от проектирования до фазы настройки устройств и опытной эксплуатации.

Благодаря высокой аппаратной и программной модульности, функциональность и аппаратную часть устройств можно легко приспособить к любым требованиям и, по мере необходимости, изменять в течение всего жизненного цикла оборудования.

Наряду с надежной селективной защитой и комплексной автоматизацией, серия SIPROTEC 5 предлагает обширную базу данных для эксплуатации и контроля современных сетей.

В объем предоставляемых услуг входят устройства измерения синхровекторов, регистратор аварийных событий и качества электроэнергии, а также большой ряд технических средств для расширения возможностей данного поколения.

- Эффективные функции защиты гарантируют безопасность для оборудования и персонала
- Индивидуально конфигурируемые устройства требуют меньшего объема первичных инвестиций, а также снижают затраты на запчасти, техобслуживание, расширение и адаптацию оборудования
- Уверенное и простое управление аппаратной и программной частью, благодаря удобной конструкции
- Повышение надежности и качества инжинирингового процесса
- Высокая безопасность благодаря последовательному преобразованию «Safety and Security»
- Мощные средства связи гарантируют надежные и эффективные решения
- Полная совместимость с МЭК 61850 ред. 1 и 2
- Эффективные производственные концепции благодаря гибкому инжинирингу МЭК 61850 ред. 2
- Обширная база данных для контроля современных сетей
- Оптимальная Smart-платформа автоматизации сетей с использованием PMU и функций Power Quality.

**Рис.1/13** SIPROTEC 5 — модульное оборудование

**Рис.1/14** SIPROTEC 5 — модульное подключение к технологическому процессу

**Рис.1/15** Использование в сетях высокого напряжения

# Введение

1

SIEMENS

# SIPROTEC Compact
# Устройства релейной защиты

# Введение – SIPROTEC Compact

1


| | Страница |
|---|---|
| Таблица выбора устройств SIPROTEC Compact | 1/13 |
| Свойства систем SIPROTEC Compact | 1/14 |
| Управление | 1/15 |
| Конструкция и аппаратная часть | 1/16 |
| Функции управления и автоматизации | 1/17 |
| Программное обеспечение | 1/18 |
| Коммуникация | 1/21 |

## Таблица выбора устройств SIPROTEC Compact



| | | | Дифференциальная защита линий | Максимальная токовая защита с выдержкой времени/ Защита присоединений | Защита генераторов и двигателей | Защита по напряж. и частоте | Защита и автоматизация распределительной сети |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | SIPROTEC Compact | | | | |
| ANSI | Функция Siemens (Герм.) | Сокр. | 7SD80 | 7SJ80 | 7SJ81 | 7SK80 | 7RW80 | 7SC80 |
| | Функции защиты для 3-фазного отключения | 3-фаз. | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 14 | Блокировка ротора | $I> + n<$ | – | – | – | ■ | – | – |
| FL | Определение места повреждения | FO | – | ● | – | – | – | ● |
| 24 | Защита от перевозбуждения | $U/f$ | – | – | – | – | ● | – |
| 25 | Контроль синхронизма, функция улавливания синхронизма | Sync | – | ● | – | – | ● | ● |
| 27 | Защита от снижения напряжения | $U<$ | ● | ● | – | ● | ■ | ● |
| 32 | Контроль направления мощности | $P>, P<$ | – | ● | – | ● | – | ● |
| 37 | Контроль минимального тока, минимальной мощности | $I<, P<$ | – | ■ | ■ | ■ | – | ■ |
| 38 | Превышение температуры | $\theta>$ | – | – | – | ■ | – | – |
| 46 | Токовая защита обратной последовательности | I2>, I2/I1> | – | ■ | ■ | ■ | – | ■ |
| 47 | Контроль чередования фаз | L1, L2, L3 | – | ● | ● | ● | ■ | ● |
| 48 | Контроль времени пуска | $I^2_{anl}$ | – | – | – | ■ | – | – |
| 49 | Защита от тепловой перегрузки | $\theta, I^2t$ | ■ | ■ | ■ | ■ | – | ■ |
| 50/50N | Максимальная токовая защита с независимой выдержкой времени | $I>$ | ■ | ■ | ■ | ■ | – | ■ |
| 50Ns | Чувствительная защита от замыканий на землю | $I_{Ns}>$ | – | ● | ● | ● | – | ■ |
| 50L | Защита от скачков нагрузки | $I>_L$ | – | – | – | ■ | – | – |
| 50BF | УРОВ | LSVS | ■ | ■ | ■ | ■ | – | ■ |
| 51/51N | Максимальная токовая защита с инверсной выдержкой времени | $I_P$ | ■ | ■ | ■ | ■ | – | ■ |
| 51V | Максимальная токовая защита с зависимой выдержкой времени с пуском по напряжению | $t=f(I)+V<$ | – | ● | – | ● | – | ● |
| 55 | Коэффициент мощности | cos φ | – | ● | – | ● | – | ● |
| 59 | Защита от повышения напряжения | $U>$ | ● | ● | – | ● | ■ | ● |
| 59N | Защита от замыканий на землю по напряжению нулевой последовательности | $V0>$ | ● | ● | ● | ● | ■ | ● |
| 59R, 27R | Защита по скорости изменения напряжения | dU / dt | – | – | – | – | ■ | ● |
| 66 | Блокировка повторного включения | $I^2t$ | – | – | – | ■ | – | – |
| 67/67N | Направленная максимальная токовая защита с выдержкой времени | $I>, \angle (V,I)$ | ● | ● | – | ● | – | ● |
| 67Ns | Чувствительное определение замыканий на землю для ненагруженных сетей и сетей с изолированной нейтралью | $I_N \angle (V,I)$ | – | ● | – | ● | – | ● |
| 74TC | Контроль цепи отключения | AKU | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 79 | Автоматическое повторное включение (АПВ) | AWE | ● | ● | – | – | – | ● |
| 81 | Защита по частоте | $f<, f>$ | ● | ● | – | ● | ■ | ● |
| | Защита по скачку вектора напряжения | $\Delta\varphi_U>$ | – | – | – | – | ● | – |
| 81LR | Подключение нагрузки | LZ | – | – | – | – | ● | – |
| 85 | Способы передачи информации | | ■ | – | – | – | – | – |
| 86 | Блокировка включения | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 87 | Дифференциальная защита | $\Delta I$ | ■ | – | – | – | – | – |
| | **Дополнительные функции** | | | | | | | |
| | Измеряемые значения | | – | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Статистика переключений | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Редактор логики | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Обнаружение тока включения | | ■ | ■ | ■ | ■ | – | ■ |
| | Внешний ввод питания | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Управление | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Осциллограммы повреждений, аналоговых и дискретных сигналов | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Контроль | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Интерфейс данных защиты | | ■ | – | – | – | – | – |

■ базовая функция ● Опция — недоступно

**Таблица 1/1** Таблица выбора устройств SIPROTEC Compact

# Введение – SIPROTEC Compact

## Характеристики системы SIPROTEC Compact

1

Периферийные устройства в сфере распределения энергии и в промышленности должны иметь возможность их легкого быстрого приспособления к выполнению самых разнообразных задач.

В числе этих задач:

- Защита самого разного оборудования — линий, кабелей, электродвигателей, сборных шин
- Отключение и разделение участков сети
- Сброс и подключение нагрузки
- Защита по напряжению и частоте
- Управление переключениями нагрузки локально и дистанционно
- Регистрация и запись измеренных величин и событий
- Связь с соседними устройствами и щитом управления

На рис. 1/16 показан пример того, как с помощью соответствующих устройств SIPROTEC Compact можно просто и надежно решать различные задачи.

Наряду с широкой функциональностью, при разработке устройств SIPROTEC Compact особое значение придавалось простоте и интуитивной понятности их управления.

Произвольно программируемые светодиоды и 6-строчный дисплей гарантируют ясную и однозначную индикацию состояния технологического процесса.

Имея в своем распоряжении до 9 функциональных клавиш и клавиши непосредственного управления электрооборудованием, оператор может быстро и уверенно реагировать на любую ситуацию.

Это гарантирует высокую эксплуатационную надежность даже в стрессовых ситуациях и заметно уменьшает время обучения персонала.

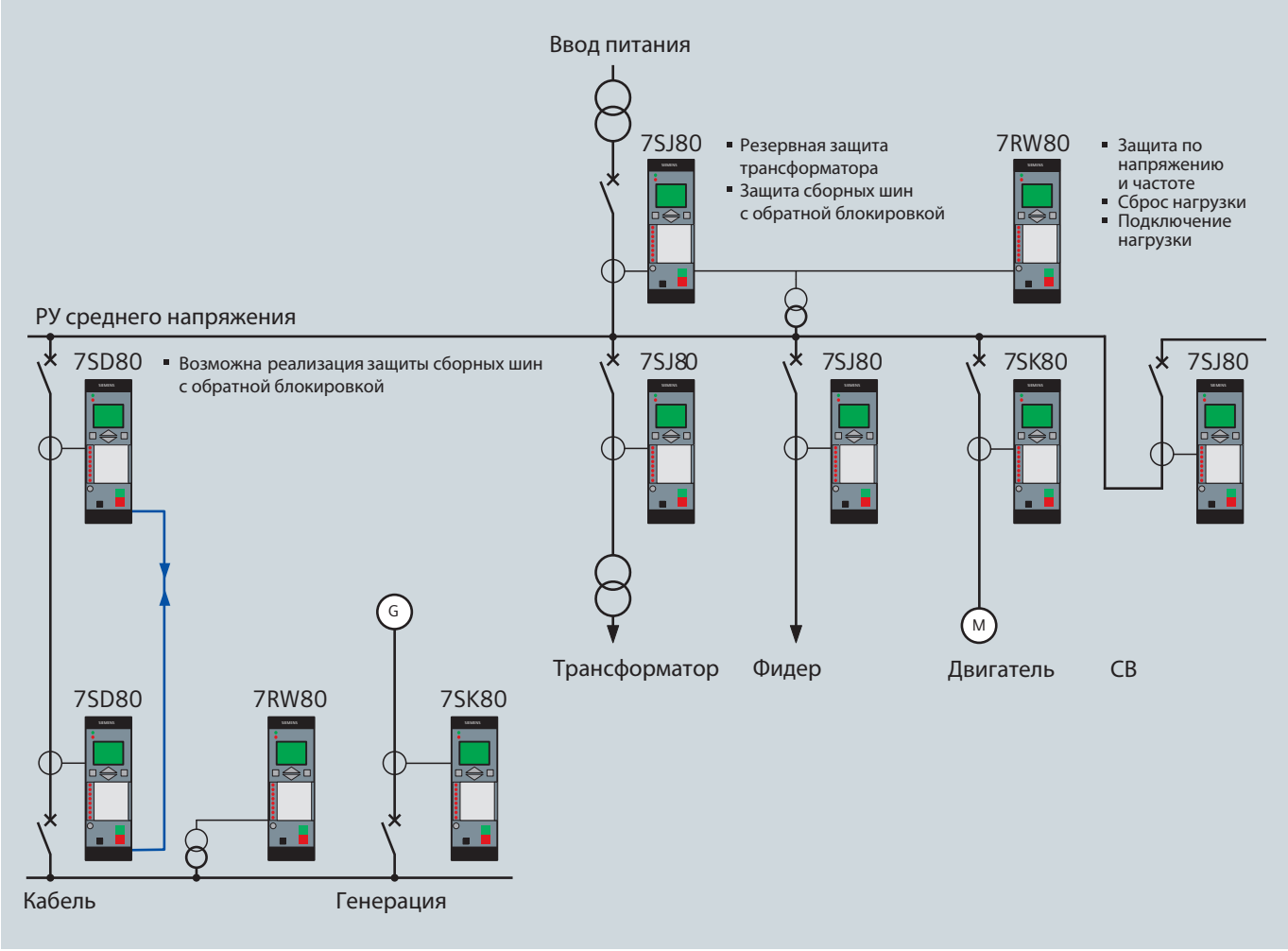



**Рис. 1/16** Типовое применение устройств в сети среднего напряжения

**Локальное управление**

Все операции управления устройством осуществляются с пульта на его передней панели, сюда же выводится вся информация:

2 светодиода для индикации режима работы

6-строчный ЖК-дисплей с подсветкой для отображения различной информации об устройстве и технологическом процессе в виде различных списков

4 клавиши навигации

8 произвольно программируемых светодиодов для индикации информации об устройстве и технологическом процессе.
Светодиодам можно самостоятельно присвоить любые обозначения. Клавиша LED-Reset предназначена для сброса светодиодов.

9 произвольно программируемых функциональных клавиш позволяют быстро и удобно осуществлять часто повторяющиеся операции управления.

Клавиши для ввода цифр

Разъем USB (тип B) для современной и быстрой коммуникации с управляющей программой DIGSI.

Клавиши «O» и «I» для непосредственного управления электрооборудованием.

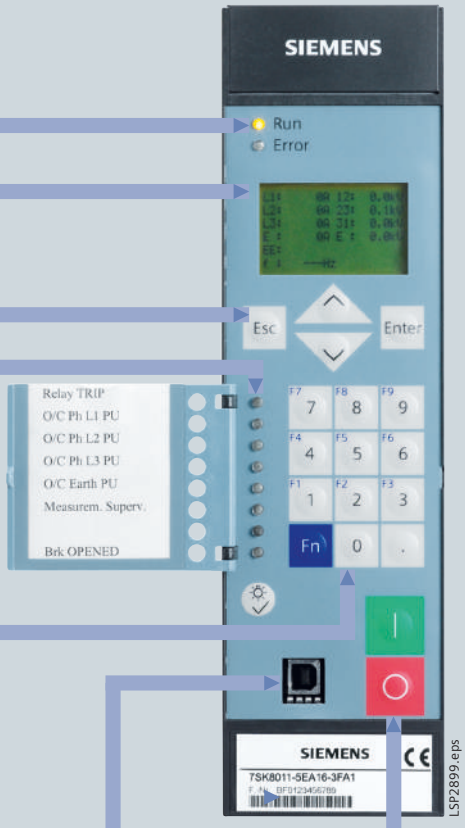



**Рис. 1/17**
SIPROTEC Compact с открытой крышкой

**Рис. 1/18**
SIPROTEC Compact с закрытой крышкой и открытым батарейным отсеком

Легко доступный батарейный отсек.

1

### Техника подключения и преимущества корпуса

Устройства выпускаются в корпусах 1/6 x 19″ и, таким образом, без проблем устанавливаются на место более ранних моделей.

Высота корпусов встраиваемых устройств и устройств наружной установки — 244 мм.

Съемные клеммные блоки для цепей тока и напряжения допускают предварительный монтаж проводов и упрощают замену устройств при техобслуживании. Благодаря тому, что трансформаторы тока интегрированы в съемные блоки токовых зажимов, опасность размыкания вторичных токовых цепей осталась в прошлом.

Уровни сигналов всех дискретных входов не заданы жестко. Их можно задавать (3 уровня) с помощью программы DIGSI. Вторичный ток трансформаторов тока — 1 A или 5 A — также выбирается в программе DIGSI.

До 9 функциональных клавиш можно запрограммировать для предварительно определенных пунктов меню, последовательностей коммутационных операций и т. д. Обозначения функциональных клавиш отображаются на дисплее.

Альтернативно подключению обычных трансформаторов напряжения, напряжение «фаза — земля» можно измерять также через проходные емкости в ячейках КРУ среднего напряжения.

В этом случае становятся доступны такие функции, как максимальная токовая защита с выдержкой времени, токовая защита нулевой последовательности (ANSI 67N), защита по напряжению (ANSI 27 / 59) и защита по частоте (ANSI 81O / U).

Имеется также устройство максимальной токовой защиты с выдержкой времени 7SJ81, предназначенное для подключения к слаботочному трансформатору тока.

| | |
|---|---|
| **Токовые зажимы — кольцевые кабельные наконечники** | |
| Подключение: | $W_{max}$ = 9,5 мм |
| Кольцевые кабельные наконечники: | *d1* = 5,0 мм |
| Сечение провода: | 2,0 – 5,2 мм² (AWG 14 – 10) |
| **Токовые зажимы — одножильные провода** | |
| Сечение провода: | 2,0 – 5,2 мм² (AWG 14 – 10) |
| Кабельный наконечник с пластиковой втулкой: | L = 10 мм (0,39 дюймов) или L = 12 мм (0,47 дюймов) |
| Длина снятия изоляции (при использовании без кабельного наконечника): | 15 мм (0,59 дюйма) Использовать только жесткие медные провода. |
| **Зажимы напряжения — одножильные провода** | |
| Сечение провода: | 0,5 – 2,0 мм² (AWG 20 – 14) |
| Кабельный наконечник с пластиковой втулкой: | L = 10 мм (0,39 дюймов) или L = 12 мм (0,47 дюймов) |
| Длина снятия изоляции (при использовании без кабельного наконечника): | 12 мм (0,347 дюймов) Использовать только жесткие медные провода. |

**Таблица 1/2** Параметры зажимов для подключения к технологическому процессу

**Рис. 1/19** 7SK80, 7SJ80, 7SD80 вид сзади

**Рис. 1/20** Блок клемм для цепей напряжения

**Рис. 1/21** Блок токовых клемм

**Рис. 1/22** 7SJ81 вид сзади

**Рис. 1/23** 7RW80 вид сзади

**Рис. 1/24** Вид спереди

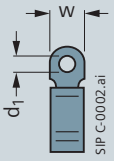



**Рис. 1/25** Кольцевой кабельный наконечник

### Управление

В дополнение к функциям релейной защиты, устройства SIPROTEC Compact поддерживают все функции контроля и управления, необходимые при эксплуатации коммутационных аппаратов среднего и высокого напряжения.

Информацию о статусе коммутационных аппаратов (основных или вспомогательных) устройство получает с блок-контактов через свои дискретные входы. Тем самым, наряду с определенными состояниями «включено» и «отключено» можно распознать и отобразить неисправное и промежуточное состояния силового выключателя.

Ячейкой распредустройства или силовым выключателем можно управлять через:

– встроенную панель управления

– дискретные входы

– систему АСУ ТП

– программное обеспечение DIGSI 4.

### Автоматизация

Интегрированные логические функции позволяют пользователю реализовать специфические функции автоматизации ячейки РУ или силового выключателя через графический пользовательский интерфейс (CFC).

Активизация выполняется функциональной клавишей, сигналом на дискретном входе или через интерфейс связи.

### Авторизация переключения

Авторизация переключения, локально или дистанционно, определяется уставкой или коммуникацией. Каждая операция коммутации и изменения положения выключателя фиксируется в памяти сообщений. Сохраняется источник команды, коммутационный аппарат, причина переключения (спонтанное событие или команда) и результат операции.

### Обработка команд

Предлагаются все функциональные возможности обработки команд. Кроме прочего, это обработка простых и двойных команд, с сигналом обратной связи и без него, отлаженный контроль управляющего оборудования и программного обеспечения, контроль внешнего процесса, операции управления через такие функции, как контроль времени выполнения и автоматическое снятие команды при произошедшей ее выдаче.

Типовые решения:

- Простые и двойные команды, с 1-, 1,5- и 2-полюсной выдачей команды
- Определяемые пользователем блокировки ячеек РУ
- Последовательность коммутационных операций для объединения нескольких операций переключения, например, для управления силовым выключателем, разъединителем и заземляющим ножом
- Запуск операций переключения, сообщения или аварийная сигнализация при обобщении имеющейся информации.

### Присвоение сигнала обратной связи команде

Положения коммутационных аппаратов и отпаек трансформаторов определяются по сигналам обратной связи. Входы этих сигналов логически присваиваются соответствующим выходам команд. Таким образом, устройство может различить, является ли изменение сигнала следствием желаемой операции переключения, или речь идет о спонтанном изменении состояния (состояние неисправности).

### Блокировка дребезга

Эта функция проверяет, меняется ли состояние сигнального входа в установленный период чаще, чем задано. Если это так, вход сигнала на определенное время блокируется чтобы не засорять список событий ненужными записями.

### Фильтрация и задержка сигналов

Сигналы могут фильтроваться или задерживаться. Фильтрация служит для подавления кратковременных изменений потенциала на сигнальном входе. Сигнал передается дальше только в том случае, если его напряжение сохраняется на входе дольше заданного времени. При задержке сигнала выжидается установленное время. Если спустя это время напряжение на сигнальном входе сохраняется, информация передается дальше.

### Преобразование сигналов

Любой сигнал или команду можно преобразовать в логике устройства. Возможно формирование сводных сигналов. Это позволяет значительно снизить объем информации на системном интерфейсе.

1

### DIGSI 4, программное обеспечение для всех устройств релейной защиты SIPROTEC

Программное обеспечение DIGSI 4 служит связующим звеном между оператором и устройствами SIPROTEC, независимо от версии. Программа снабжена современным, интуитивно понятным пользовательским интерфейсом. DIGSI 4 предназначена для параметрирования устройств SIPROTEC и обработки поступающей в них информации — программа разработана специально для использования в промышленности и энергоснабжении.

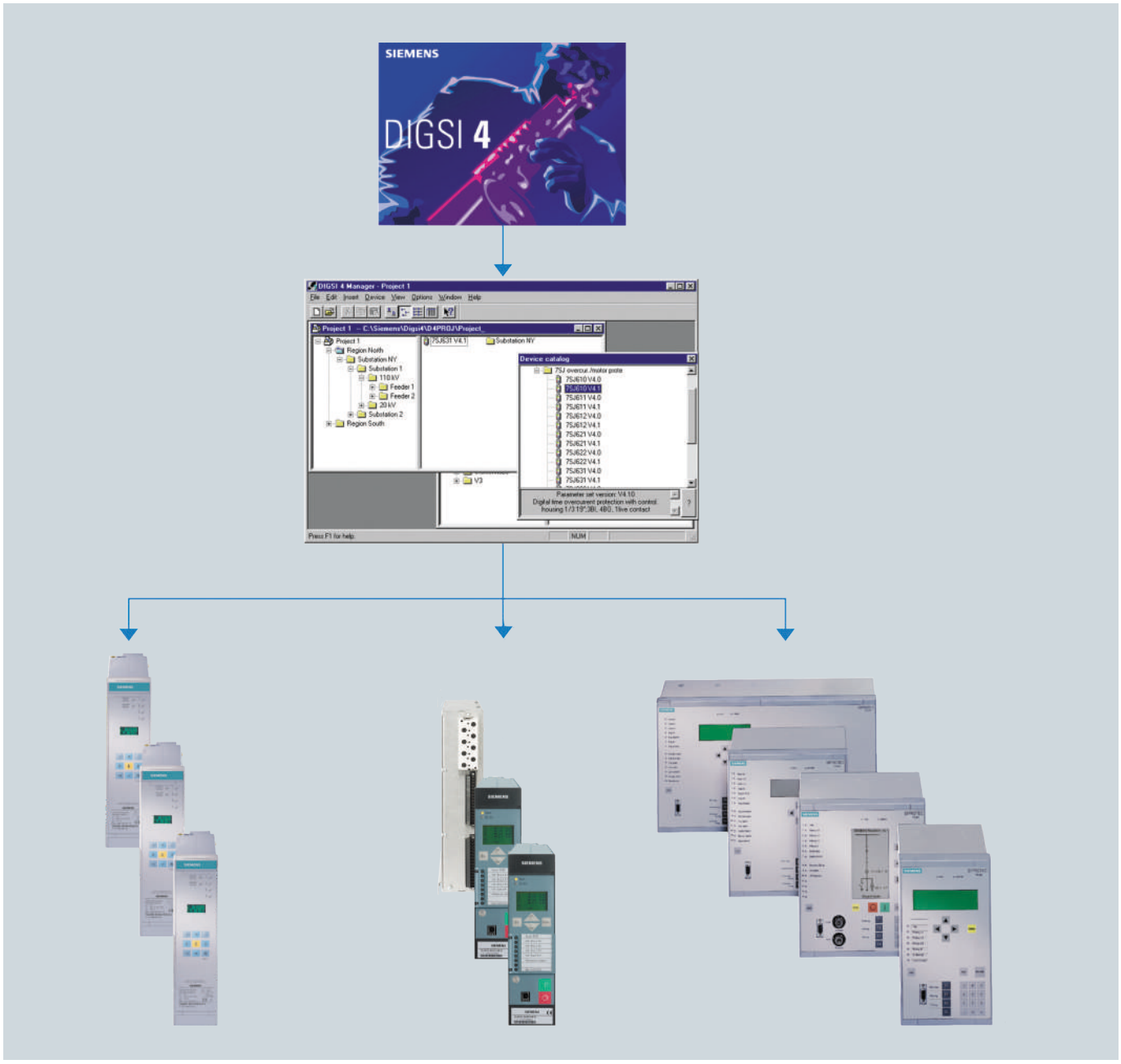



**Рис. 1/26** Программное обеспечение DIGSI 4

### Простая настройка устройств релейной защиты

Из многочисленных функций защиты можно легко выбрать действительно необходимые (см. рис. 1 / 27). Тем самым повышается читаемость других меню.

Настройка устройств путем задания параметров в первичных и вторичных величинах.

Значения параметров могут вводиться и отображаться как в первичных, так и во вторичных величинах. Переключение между величинами осуществляется щелчком мыши на панели инструментов (см. рис. 1 / 27).

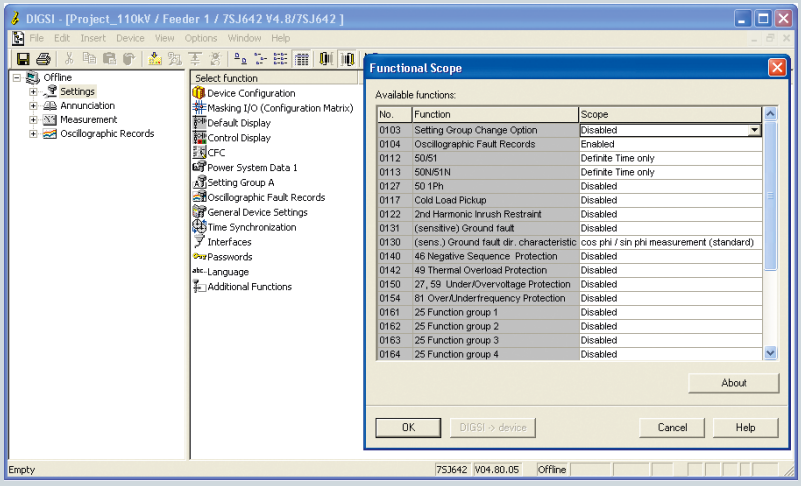



**Рис. 1/27** DIGSI 4, главное меню, выбор функций защиты

### Матрица ранжирования

Матрица DIGSI 4 позволяет пользователю с одного взгляда оценить конфигурацию устройства (рис. 1 / 28).

На одном экране представлены, например, ранжирование светодиодов, дискретные входы и релейные выходы. Расположение элементов можно изменить щелчком мыши.

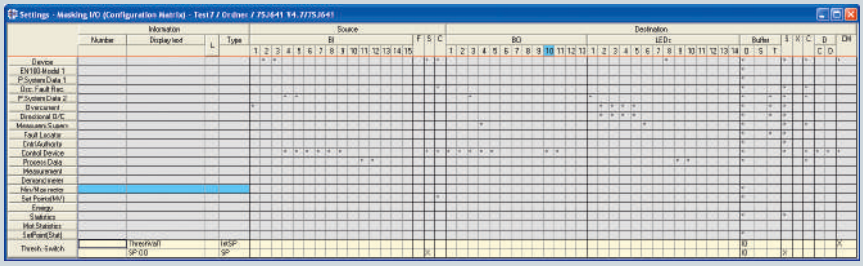


**Рис. 1/28** DIGSI 4, матрица ранжирования

### Системный конфигуратор МЭК 61850

Системный конфигуратор МЭК 61850,запускаемый из Диспетчера оборудования, позволяет определить структуру сети МЭК 61850, а также объем информационного обмена между абонентами-станциями МЭК 61850.

Для этого, при необходимости, в рабочую область сети добавляются подчиненные сети, которым присваиваются имеющиеся абоненты и назначаются адреса. В рабочей области ранжирования присвойте абонентам объекты данных, например, инициирующий сигнал функции U / AMZ I> — ответвлению 1, которое перенесено к вводу питания, чтобы вызвать там обратную блокировку функции U / AMZ I>> (см. рис. 1 / 29).

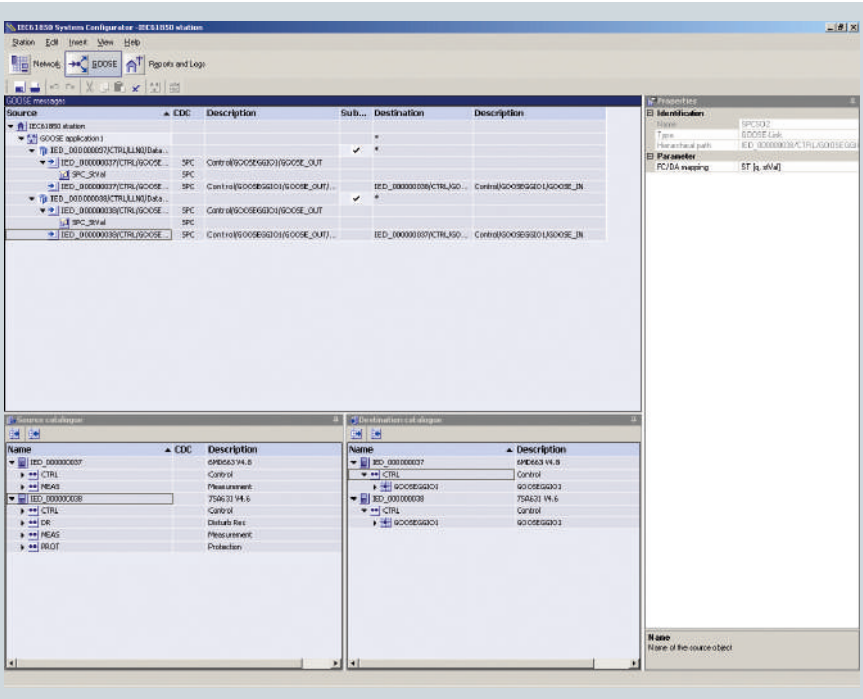


**Рис. 1/29** DIGSI 4, системный конфигуратор МЭК 61850

### CFC: проектирование логики вместо программирования

Редактор CFC (Continuous Function Chart) позволяет, не имея навыков программирования, проектировать простым рисованием последовательности блокировок и коммутационных операций, добавлять и удалять данные.

Для этого в распоряжении имеются логические элементы (И, ИЛИ) блоки таймеров и т. д., а также триггеры предельных значений измеряемых величин (рис. 1/ 30).

### Ввод в эксплуатацию

Особое внимание при разработке устройств было уделено процедуре их ввода в эксплуатацию. Все дискретные входы и выходы можно целенаправленно ранжировать и опрашивать. Так можно легко проверить правильность монтажа цепей. На время проверки можно запретить выдачу сигналов в последовательный интерфейс.

### SIGRA 4, эффективный анализ осциллограмм повреждений

При повреждении в сети важно быстро и полно проанализировать это повреждение, чтобы, исходя из причин повреждения, немедленно выполнить соответствующие мероприятия. Эти мероприятия позволят привести сеть в исходное состояние и минимизировать время простоя. SIGRA 4 дает возможность выводить на экран записи цифровых устройств релейной защиты и осциллограммы повреждений в различной форме, а также, в зависимости от задачи, выполнять измерения.

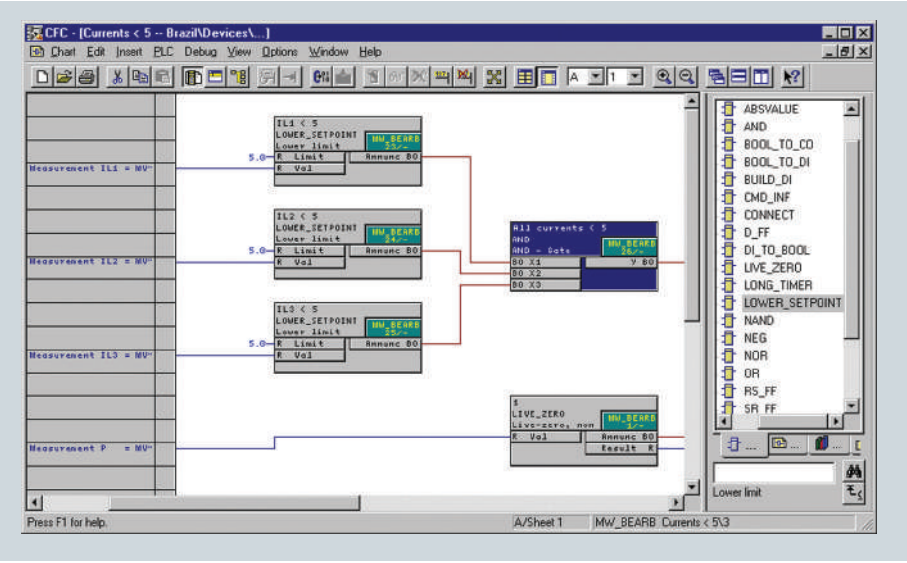



**Рис. 1/30** Схема CFC

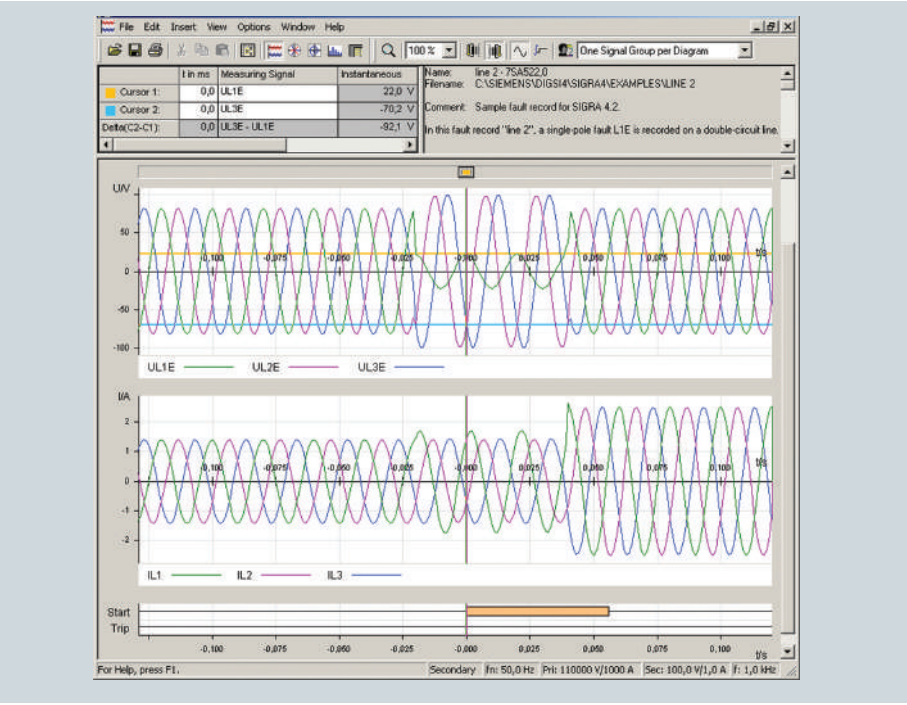



**Рис. 1/31** Типичное представление цифрового сигнала

### Коммуникация

В части коммуникации устройства предлагают высокую гибкость связи по стандартам автоматизации в промышленности и энергетике. Концепция модулей связи, на которых реализуются протоколы связи, допускает их замену и дооснащение. Благодаря этому, устройства легко приспосабливаются к меняющейся со временем инфраструктуре связи, в которой, например, все шире используются Ethernet-сети.

### Разъем USB на передней панели

На передней панели всех устройств находится разъем USB. Все функции устройств можно параметрировать на компьютере с помощью программы DIGSI. IBS-инструментарий и анализ ошибок интегрированы в программу и доступны через USB-интерфейс.

### Разъемы на нижней стороне устройств

На нижней стороне устройств могут быть установлены несколько модулей связи, используемых в разных целях. Модули могут меняться пользователем самостоятельно. Поддерживаются следующие приложения:

- **Системный и сервисный интерфейс**

Через этот интерфейс осуществляется связь с центральными управляющими устройствами. В зависимости от выбранного интерфейса, можно реализовать конфигурацию станционной шины по схеме звезды или кольца. Кроме того, по этому интерфейсу устройства могут обмениваться данными через Ethernet по протоколу МЭК 61850 и обслуживаться программой DIGSI. Альтернативно к этому интерфейсу можно подключить до двух внешних устройств контроля температуры (макс. 12 датчиков).

- **Интерфейс Ethernet**

Интерфейс Ethernet предназначен для быстрого доступа к нескольким устройствам релейной защиты через программу DIGSI.

В устройстве защиты электродвигателей 7SK80 возможно подключение к интерфейсу Ethernet до двух внешних блоков контроля температуры с максимум 12 датчиками. В устройствах дифференциальной защиты силового оборудования здесь находится оптический интерфейс данных защиты.

### Протоколы системного интерфейса:

- **МЭК 61850**

Протокол на базе Ethernet стал фактическим стандартом во всем мире для техники релейной защиты и управления в электроснабжении. Он допускает обмен данными непосредственно между периферийными устройствами, что дает возможность строить простые системы блокировок ЗРУ и ОРУ без ведущих устройств. Данные могут быть переданы через GOOSE-сообщения в течение нескольких миллисекунд. Кроме того, по шине Ethernet возможен доступ к устройствам через программу DIGSI.

Синхронизация времени может быть выполнена резервируемой посредством двух SNTP таймеров, которые интегрированы в техническое обеспечение.

Протоколы резервирования RSTP and HSR, которые интегрированы в Ethernet-модуль, позволяют создавать экономичные кольцевые топологии сетей обмена данными.

- **МЭК 60870-5-103**

МЭК 60870-5-103 — это международный стандарт передачи данных релейной защиты и осциллограмм повреждений. Через открытые Siemens-расширения можно передавать все сигналы устройств и команды управления. По выбору можно использовать избыточный модуль МЭК 60870-5-103. С его помощью можно считывать и менять отдельные параметры.

- **PROFIBUS DP**

PROFIBUS DP — это расширенный протокол для сферы промышленной автоматизации.

Устройства SIPROTEC используют этот протокол для передачи информации в устройства SIMATIC и получения от них управляющих команд.

Измеряемые значения также могут быть переданы посредством данного протокола.

- **MODBUS RTU**

Протокол MODBUS используется, главным образом, в промышленности.

Он поддерживается многими производителями оборудования. Устройства SIPROTEC при коммуникации по протоколу MODBUS являются ведомыми, они передают информацию ведущему устройству и получают от него команды. Доступен список событий с временными метками.

- **DNP 3.0**

DNP 3.0 используется при электроснабжении на уровне станций и сетей.

Устройства SIPROTEC ведут себя, как DNP-ведомые устройства, поставляя информацию ведущей системе и получая от нее команды.

1

### Системные решения

#### МЭК 60870

Устройства с интерфейсом МЭК 60870-5-103 можно подключать к устройствам SICAM параллельно по шине RS485 или по схеме «звезда» — с помощью оптоволокна. Этот интерфейс делает систему открытой для подключения оборудования других производителей.

Унифицированные интерфейсы позволяют подключать устройства SIPROTEC к системам других производителей или к системам SIMATIC. Доступен электрический (RS485) и оптический интерфейс, а оптоэлектрические преобразователи позволяют выбрать оптимальную физическую среду передачи данных.

Так, для соединений в шкафу имеет смысл использовать не требующую больших затрат шину RS485, а для связи с ведущим устройством лучше применить более стойкое к помехам оптоволокно.

#### МЭК 61850

Для МЭК 61850 с устройствами SICAM предлагается интероперабельное системное решение. Устройства связываются со станционным компьютером и устройствами SICAM оптическими или электрическими кабелями по 100-мегабиному протоколу Ethernet. Унифицированный интерфейс Ethernet допускает непосредственное подключение оборудования других производителей.

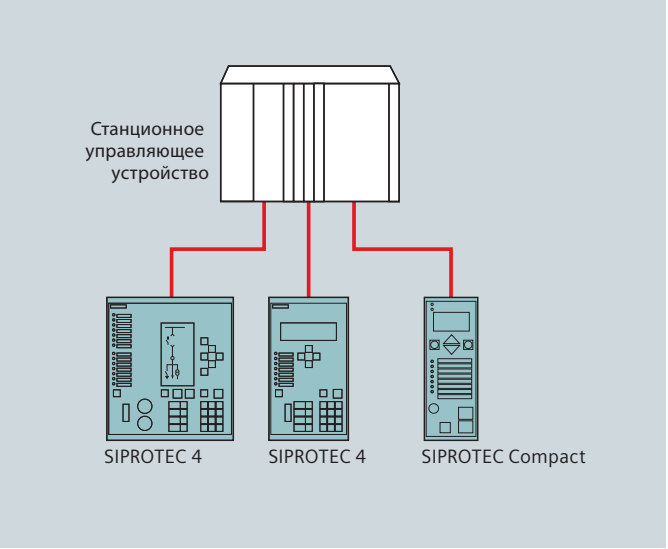



**Рис. 1/32** МЭК 60870-5-103, LWL-присоединение звездой к станционному управляющему оборудованию

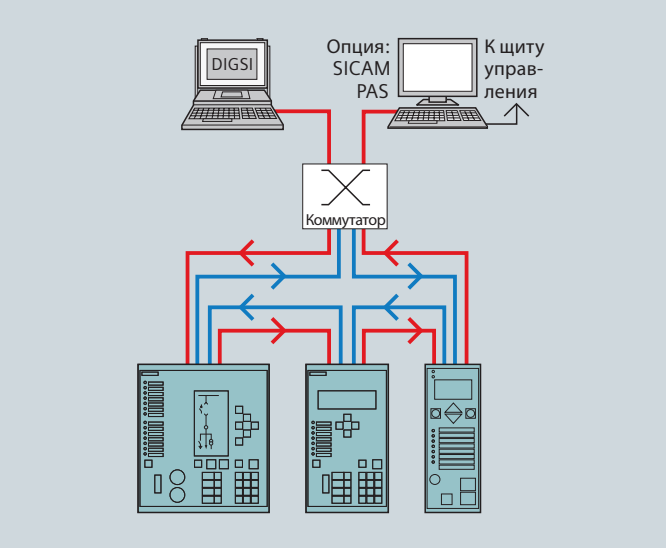



**Рис. 1/33** Структура станционной шины с использованием Ethernet и МЭК 61850, соединение в кольцо

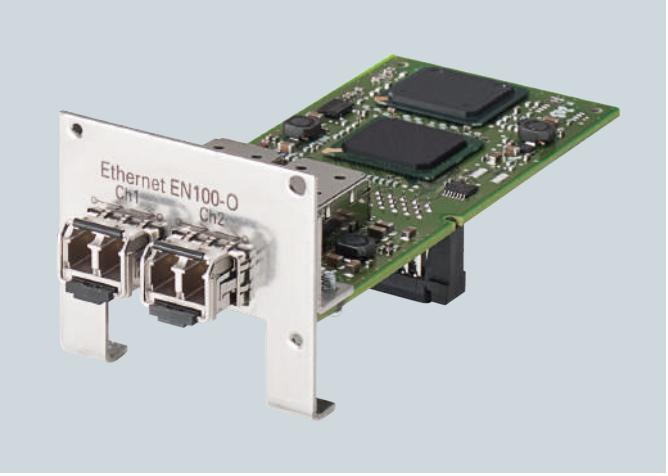



**Рис. 1/34** Оптический модуль Ethernet для МЭК 61850

Системные решения (продолжение)

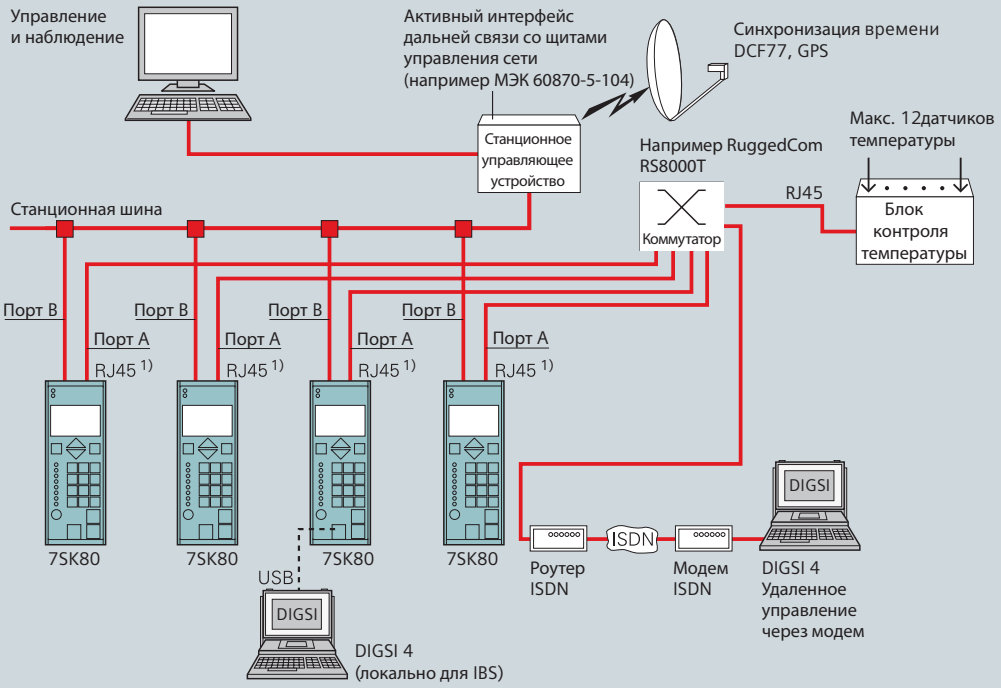



**Рис. 1/35** Системное решение, коммуникация

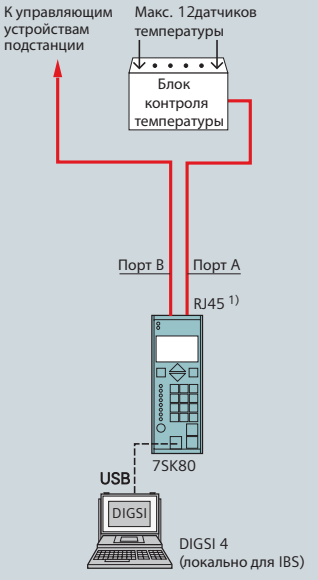



**Рис. 1/36** Присоединение к 7SK80 одного устройства контроля температуры через интерфейс Ethernet

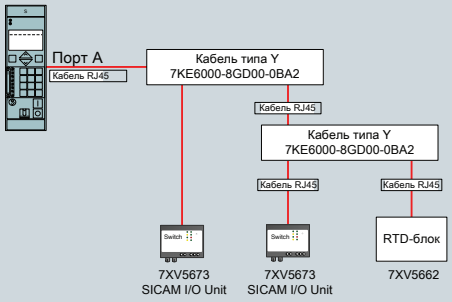



**Рис. 1/37** Подключение двух блоков SICAM I/O Unit и одного RTD-блока с использованием кабеля типа Y (максимум до двух SICAM I/O Unit)

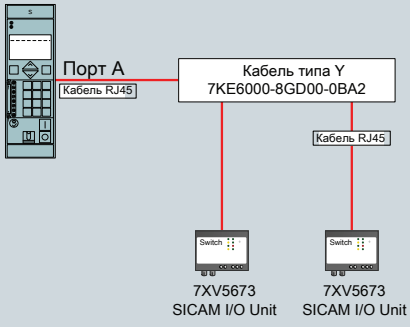



**Рис. 1/38** Подключение двух блоков SICAM I/O Unit через порт A с использованием кабеля типа Y (максимум до двух SICAM I/O Unit)

1) Интерфейс RJ45, порт A, можно использовать для подключения к 7SK80 блока контроля температуры. В устройстве 7SD80 порт A зарезервирован для оптического интерфейса данных защиты.

# Введение – SIPROTEC Compact

1

SIEMENS

# Максимальная токовая защита с выдержкой времени 7SJ80 SIPROTEC Compact

# Максимальная токовая защита с выдержкой времени 7SJ80

2


| | Страница |
|---|---|
| Описание | 2/3 |
| Обзор функций | 2/4 |
| Применение | 2/5 |
| Описание функций | 2/6 |
| Примеры использования | 2/11 |
| Данные для выбора и заказа | 2/16 |
| Назначение зажимов | 2/19 |
| Примеры схем подключения | 2/25 |
| Способы подключения | 2/28 |

## Описание

Устройство SIPROTEC Compact 7SJ80 можно использовать для защиты линий среднего и высокого напряжения с заземленной, глухозаземленной, изолированной или компенсированной нейтралью. При использовании в качестве резервной защиты в дополнение к дифференциальной защите трансформатора, устройство выполняет все функции резервной защиты.

Устройство SIPROTEC Compact 7SJ80 предлагает «гибкие защитные функции»

Для удовлетворения индивидуальных требований к уже имеющимся функциям защиты могут быть добавлены 20 дополнительных функций. Таким образом, можно реализовать защиту по частоте или защиту от реверса мощности.

Устройство поддерживает управление силовыми выключателями и другими коммутационными аппаратами, а также функции автоматизации. Интегрированная программируемая логика (CFC) позволяет пользователю добавлять свои функции для автоматизации ячейки РУ (оперативные блокировки). Кроме того, пользователь может формировать собственные сигналы.

## Особенности

- Съемные клеммные блоки для цепей тока и напряжения
- Регулируемые с помощью програмного обеспечения DIGSI уровни сигналов на дискретных входах (3 уровня)
- Регулируемое (1 или 5 А) с помощью программного обеспечания DIGSI значение тока во вторичной цепи трансформатора тока
- 9 программируемых функциональных клавиш
- 6-строчный дисплей
- Отсек для буферной батареи на передней панели
- Разъем USB на передней панели
- 2 дополнительных интерфейса связи
- МЭК 61850, с резервированием (электр. или оптич.)
- Непосредственный обмен данными между устройствами через Ethernet (МЭК 61850 GOOSE)
- Синхронизация времени с точностью до миллисекунды через Ethernet посредством протокола SNTP.
- Увеличение количества дискретных входов и выходов подключением до двух внешних блоков расширения (SICAM I/O Unit 7XV5673)

**Рис. 2/1** 7SJ80 Вид спереди, корпус для наружной установки

**Рис. 2/2** 7SJ80 Вид сзади

# Максимальная токовая защита с выдержкой времени 7SJ80

## Обзор функций



| Функции защиты | Стандарт МЭК | Стандарт ANSI. |
|---|---|---|
| Максимальная токовая защита с выдержкой времени (независимой; зависимой) | $I>$, $I>>$, $I>>>$, $I_E>$, $I_E>>$, $I_E>>>$; $I_P$, $I_{EP}$ | 50, 50N; 51, 51N |
| Направленная токовая защита с выдержкой времени | $I_{dir.}>$, $I_{dir.}>>$, $I_{dir}>>>$, $I_{p\ dir.}$ | 67 |
| Направленная токовая защита от замыканий на землю | $I_{Edir.}>$, $I_{Edir.}>>$, $I_{Edir}>>>$ ,$I_{Ep\ dir.}$ | 67N [1] |
| Направленное/ненаправленное чувствительное обнаружение замыканий на землю | $I_{EE}>$, $I_{EE}>>$, $I_{EEp}$ | 67Ns [1], 50Ns |
| Защита от повышения напряжения нулевой последовательности | $U_E$, $U_0$ | 59N [1] |
| Высокоомная дифференциальная защита от замыканий на землю | | 87N |
| Блокировка броска тока намагничивания | | |
| Контроль цепей отключения | | 74TC |
| Контроль минимального тока | $I<$ | 37 |
| Защита от тепловой перегрузки | $\vartheta >$ | 49 |
| Защита от повышения и снижения напряжения | $U<$, $U>$ | 27/59 |
| Защита от повышения и снижения частоты | $f<$, $f>$ | 81O/U |
| УРОВ | | 50BF |
| Направленная защита от перемежающихся замыканий на землю | | 67Ns [1] |
| Максимальная токовая защита с зависимой выдержкой времени с пуском по напряжению | | 51V |
| Защита от несимметричной нагрузки | $I_2>$ | 46 |
| Контроль чередования фаз | $L_A$, $L_B$, $L_C$ | 47 |
| Контроль синхронизма | | 25 |
| Автоматическое повторное включение | | 79 |
| Определение места повреждения | | 21FL [1] |
| Блокировка повторного включения/Lockout | | 86 |
| Контроль перетока мощности в прямом и обратном направлении | $P<>$, $Q<>$ | 32 [1] |
| Коэффициент мощности | cos φ | 55 [1] |
| Защита по скорости изменения частоты | df/dt | 81R |
| Защита от перемежающихся замыканий на землю | | |
| Защита по скорости изменения напряжения | $d_U/dt$ | 27R, 59R |

**Таблица 2/1** Обзор функций

*Функции управления/ программируемая логика*

- Управляющие команды для силовых выключателей и разъединителей
- Управление через клавиатуру, дискретные входы, DIGSI 4 или SCADA-систему
- Определяемая пользователем через редактор CFC логика (например, оперативная блокировка).

*Функции контроля*

- Измеряемые эксплуатационные параметры U, I, f
- Измеряемые рабочие характеристики Wp, Wq
- Контроль износа силовых выключателей
- Минимальные и максимальные значения
- Контроль цепей отключения
- Контроль исправности цепей напряжения
- Сохранение 8 осциллограмм повреждений.

*Интерфейсы связи*

- Системный и сервисный интерфейс
  - МЭК 61850 Издание 1 и 2
  - МЭК 60870-5-103 и МЭК 60870-5-104
  - PROFIBUS-DP
  - DNP 3.0
  - MODBUS RTU
  - DNP3 TCP
  - PROFINET
- Интерфейс Ethernet для DIGSI 4
- Интерфейс USB для DIGSI 4 на передней панели.

*Аппаратная часть*

- 4 токовых входа
- 0/3 входов напряжения
- 3/7/11 дискретных входов (уровни сигналов задаются программно)
- 5/8 дискретных выходов (2 переключающих контакта)
- 1 контакт готовности
- съемные клеммные блоки для цепей тока и напряжения.

1) Недоступно, если выбран пакет функций 'Q' (контроль синхронизма).

## Применение



SIPROTEC Compact 7SJ80 — это цифровое устройство релейной защиты, дополненное функциями управления и контроля. Эта особенность повышает экономичность ведения технологического процесса и гарантирует надежность энергоснабжения. Локальное управление устройством организовано предельно эргономично. На большом, хорошо читаемом дисплее размещается максимум информации.

### Управление

Интегрированная функция управления обеспечивает управление разъединителями и силовыми выключателями с пульта управления, через дискретные входы, через ПО DIGSI 4 или управляющие устройства (например, SICAM).

### Программируемая логика

Встроенные логические функции позволяют пользователю с помощью графического пользовательского интерфейса реализовывать собственные функции для автоматизации ячеек КРУ (оперативная блокировка) или ОРУ и формировать собственные сигналы.

### Измеряемые рабочие величины

Широкий набор измеряемых эксплуатационных величин, предельных и учитываемых значений повышает качество ведения технологического процесса и облегчает ввод в эксплуатацию устройства.

### Оперативная информация о работе оборудования

Рабочий процесс на подстанции документируется путем сохранения в памяти устройств сигналов о повреждениях, сообщений об ошибках, наборов данных о повреждениях и статистики.

### Защита линий

Устройства 7SJ80 применяются для защиты линий с заземленной, глухозаземленной, изолированной и компенсированной нейтралью.

### Защита трансформаторов

При использовании в качестве резервной защиты в дополнение к дифференциальной защите трансформаторов, устройства 7SJ80 решают все задачи резервной защиты.

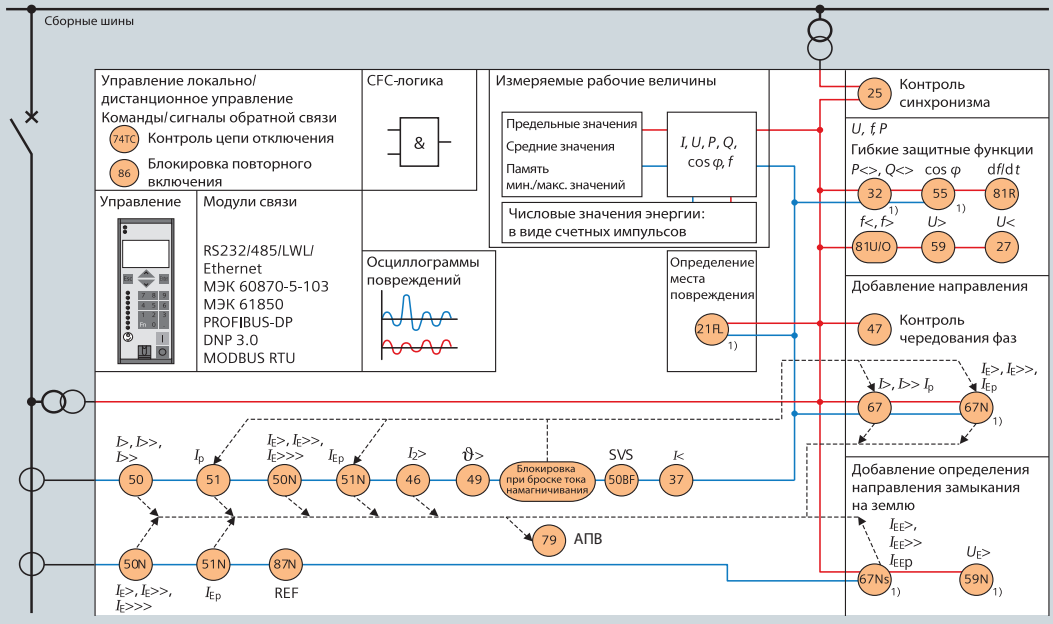
Блокировка при броске тока намагничивания эффективно предотвращает пуск защиты при протекании этого тока. Высокоомная защита от замыканий на землю распознает короткие замыкания и дефекты изоляции в трансформаторах.

### Резервная защита

В качестве резервной защиты устройство 7SJ80 имеет универсальное применение

### Коммутационные аппараты среднего и высокого напряжения

Все устройства оптимально соответствуют требованиям использования в сетях среднего напряжения. В распределительных шкафах, как правило, отпадает необходимость в отдельных измерительных приборах (для измерения тока, напряжения, частоты...), измерительных преобразователях и дополнительных управляющих компонентах.




АПВ Автоматическое повторное включение
SVS УРОВ
REF Высокоомная дифференциальная защита от замыканий на землю

$I_2>$ Защита от несимметричной нагрузки
$\vartheta$ > Защита от перегрузки
$I<$ Контроль минимального тока

1) Недоступно, если выбран пакет функций 'Q' (контроль синхронизма).

**Рис. 2/3** Объем функций

## Описание функций



### Функции защиты

#### Максимальная токовая защита с выдержкой времени (ANSI 50, 50N, 51, 51N)

Эта функция основана на фазоселективном измерении трех фазных токов и тока на землю (4 измерительных трансформатора). Имеются 3 ступени максимальной токовой защиты с независимой от тока выдержкой времени (UMZ), как для фазной МТЗ, так и для МТЗ нулевой последовательности. Пороговый ток и выдержка времени регулируются в широких пределах для каждой ступени. Кроме того, можно подключать обратнозависимые характеристики выдержки времени МТЗ (AMZ).

#### Характеристики возврата

Для согласования по времени с электромеханическими реле действуют характеристики возврата в соответствии с МЭК 60255-3 или BS142 и ANSI-стандартом C37.112. При использовании характеристики возврата (эмуляция диска) после исчезновения тока повреждения начинается процесс возврата, который соответствует обратному вращению индукционного диска электромеханических реле («эмуляция диска»).

#### Доступные AMZ-характеристики

| Характеристики по | МЭК 60255-3 | ANSI / IEEE |
|---|---|---|
| Нормально-инверсная | • | • |
| Кратко-инверсная | | • |
| Длительно-инверсная | • | • |
| Умеренно-инверсная | | • |
| Сильно-инверсная | • | • |
| Предельно-инверсная | • | • |

**Таблица 2/2** Доступные AMZ-характеристики

#### Блокировка при броске тока намагничивания

Если при включении трансформатора фиксируется наличие второй гармоники, пуск ступеней $I>$, $I_p$, $I>_{dir}$ и $I_{p\ dir}$ блокируется.

#### Динамическое переключение уставок

В дополнение к статическому переключению групп уставок, уставки пуска и времена срабатывания для направленных и ненаправленных функций максимальной токовой защиты с выдержкой времени могут переключаться динамически. Критерием для переключения может быть положение силового выключателя, готовность АПВ или сигнал на дискретном входе.

#### Направленная защита сравнения направлений (перекрестное подключение)

Она используется для селективной защиты участков сети с двусторонним питанием, т.е. без отрицательного влияния времени согласования. Защита по сравнению направлений удобна в том случае, если расстояния между подстанциям незначительны, и имеются контрольные кабели для передачи сигнала. Вместе с защитой по сравнению направлений линию также защищает направленная МТЗ, выполняющая функции резервной защиты. При работе с подключением к замкнутой цепи определяется обрыв линии передачи.

#### Направленная максимальная токовая защита с выдержкой времени (ANSI 67, 67N)

Определение направления происходит в устройстве 7SJ80 фазоселективно и отдельно для междуфазных замыканий и замыканий на землю. По три ступени для фазной МТЗ и для МТЗ НП работают независимо от ненаправленных ступеней максимальной токовой защиты и имеют независимую от нее регулировку порога срабатывания и выдержки времени.

По выбору можно использовать обратнонаправленные характеристики максимальной токовой защиты с обратнозависимой выдержкой времени (AMZ). Характеристики срабатывания можно поворачивать на180 градусов в обе стороны от относительно нуля.

При работе с напряжением по памяти, можно надежно определять направление даже при повреждениях вблизи места установки защиты.

Если измеренное напряжение слишком мало для определения направления, решение о направлении принимается по сохраненным значениям напряжения. Если память пуста, срабатывание происходит согласно схеме ступени.

Для функции защиты от замыканий на землю можно выбрать, как определять направление — по значениям составляющих нулевой последовательности или по значениям составляющих обратной последовательности. Использовать последний способ имеет смысл, когда напряжение нулевой последовательности из-за неблагоприятного сопротивления нулевой последовательности становится очень малым.

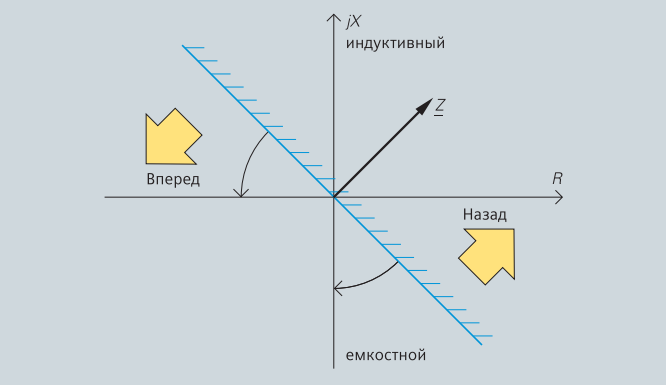



**Рис. 2/4** Характеристика направленности направленной максимальной токовой защиты с выдержкой времени

#### Чувствительное определение направления при замыканиях на землю (ANSI 59N / 64, 67Ns / 67N)

Для сетей с изолированной и компенсированной нейтралью направление перетока мощности определяется по системе нулевой последовательности из тока нулевой последовательности $I_0$ и напряжения нулевой последовательности $U_0$. В сетях с изолированной нейтралью при этом оценивается реактивная составляющая тока, в сетях с компенсированной нейтралью — активная составляющая тока. Для сетей с особыми условиями (высокоомное заземление нейтрали с активно-емкостным током замыкания на землю или глухозаземленная нейтраль с активно-индуктивным током) допускается поворачивать характеристику срабатывания на 45 градусов в обе стороны (см. рис. 2/5).

Определение направления замыкания на землю может действовать на срабатывание или в режиме «только сигнал».

Она располагает следующими функциями:

Отключение по напряжению при несимметричной нагрузке $U_0$
Две независимых ступени или одна зависимая ступень и определяемая пользователем характеристика.

Каждая ступень может использоваться по выбору вперед, назад или ненаправленно.

Функция может применяться также в нечувствительном режиме, в качестве резервной защиты.

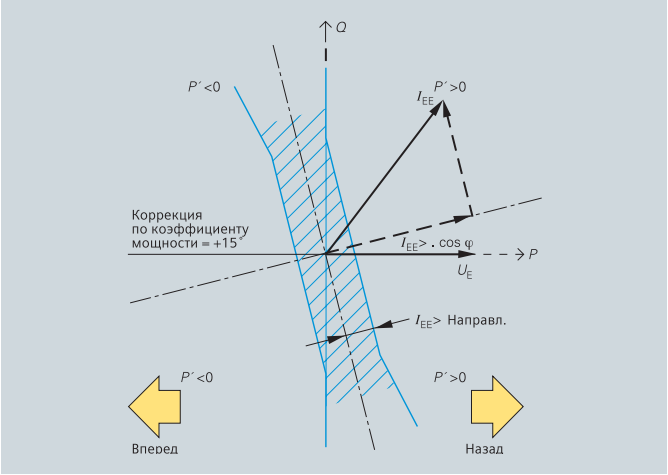



**Рис. 2/5** Характеристика направленности чувствительной регистрации направления замыкания на землю с измерением косинуса для сетей с компенсированной нейтралью

### Чувствительное обнаружение замыканий на землю (ANSI 50Ns, 51Ns, 50N, 51N)

В сетях с высокоомным заземлением нейтрали чувствительный входной трансформатор подключается к кабельному измерительному трансформатору.

Функция может применяться также в нечувствительном режиме, в качестве дополнительной защиты от короткого замыкания.

### Защита от перемежающихся замыканий на землю

Перемежающиеся замыкания на землю возникают вследствие ослабления изоляции кабелей или как результат попадания влаги в кабельные соединения. Такие замыкания или просто исчезают на некоторой стадии или развиваются в устойчивые короткие замыкания. Однако, при перемежающемся повреждении резисторы в нейтрали в сетях, заземленных через сопротивление, могут подвергаться термической перегрузке. "Нормальная" защита от замыканий на землю не может надежно обнаружить и отключить импульсы тока, некоторые из которых могут быть очень короткими.

Селективность, необходимая для отключения перемежающихся замыканий на землю, достигается суммированием продолжительности индивидуальных импульсов и пуском защиты при достижении (установленного) итогового времени. Уставка IIE> оценивает среднеквадратичное значение по отношению к одному периоду системы.

### Защита обратной последовательности от несимметричной нагрузки (ANSI 46)

При защите линий двухступенчатая защита от несимметричной нагрузки предлагает возможность обнаружения высокоомных двухфазных повреждений, а также обнаружения со стороны высшего напряжения трансформатора однофазных повреждений, имеющихся на стороне низшего напряжения трансформатора, например, с векторной группой соединения Dy 5.

Тем самым можно реализовать резервную защиту от высокоомных повреждений за трансформатором.

### УРОВ (ANSI 50BF)

Если после команды защиты на отключение поврежденный участок не отключается, то УРОВ может выдать другую команду, действующую, например, на силовой выключатель вышестоящего устройства защиты.

Отказ выключателя распознается, если после выдачи команды на отключение ток в соответствующем ответвлении продолжает протекать. Дополнительно можно проанализировать сигналы обратной связи о положении выключателя.

### Высокоомная дифференциальная защита от замыканий на землю (ANSI 87N)

Принцип высокоомного измерения — это простой и чувствительный способ регистрации коротких замыканий на землю, особенно в трансформаторах. Он может применяться также для электродвигателей, генераторов и шунтирующих реакторов, работающих в сети с заземленной нейтралью.

При этом способе все трансформаторы тока защищаемой области соединены параллельно и работают на общем, относительно высокоомном сопротивлении R, на котором и измеряется напряжение (см. рис 2 / 6).

Устройства 7SJ80 измеряют напряжение путем регистрации тока через (внешнее) сопротивление R на чувствительном измерительном входе IEE. Варистор V служит для ограничения напряжения при внутренней неисправности. Он срезает пики напряжения, возникающие при насыщении трансформатора.

Напряжение при этом сглаживается без существенного уменьшения его среднего значения.

В отсутствие повреждений и при внешних повреждениях система находится в равновесии, напряжение на сопротивлении R близко к нулю. При внутренней неисправности возникает дисбаланс, вызывающий протекание тока через сопротивление R и появление на нем напряжения.

Трансформаторы тока для высокоомной дифференциальной защиты от замыканий на землю должны быть одного типа, или, как минимум, с одинаковыми сердечниками. Особенно важно, чтобы у них был одинаковый коэффициент трансформации и приблизительно одинаковое напряжение в точке изгиба характеристики. Кроме того, они должны иметь небольшую погрешность измерения.

## Описание функций



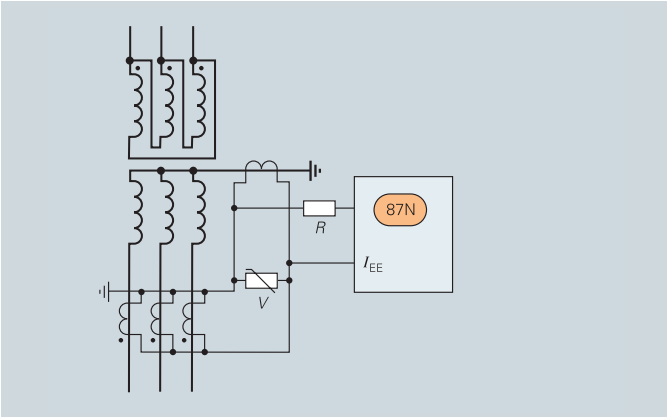



**Рис. 2/6** Высокоомная дифференциальная защита от замыканий на землю

### Автоматическое повторное включение (ANSI 79)

Количество повторных включений определяется для каждого конкретного. Если это количество повторных включений выполнено, а повреждение не устранено, происходит окончательное отключение.

Возможные функции:

3-фазное АПВ при всех типах повреждений

Отдельные настройки для междуфазных повреждений и замыканий на землю

Многократные АПВ, один короткий цикл прерывания и до девяти длинных

Пуск АПВ в зависимости от команды на отключение ($I_2$>, $I$>>, $I_p$, $I_{dir}$>)

Возможность блокировки АПВ через дискретный вход

Внешний пуск АПВ или пуск от через CFC-логику

Направленные и ненаправленные ступени максимальной токовой защиты могут, в зависимости от цикла, блокироваться или срабатывать без выдержки времени.

В зависимости от готовности АПВ может быть активировано динамическое переключение параметров направленных и ненаправленных ступеней максимальной токовой защиты.

### Гибкие защитные функции

Устройства 7SJ80 предлагают возможность простого добавления до 20 дополнительных функций защиты.

Для этого путем параметрирования стандартная логика защиты связывается с произвольными параметрами (измеряемыми или рассчитываемыми). Стандартная логика состоит из обычных элементов защиты, таких как инициирующие сигналы, регулируемые выдержки времени, команды на отключение, варианты блокировок и т. д.

Величины тока, напряжения, мощности, а также коэффициент мощности могут оцениваться как пофазно, так и одновременно для трех фаз.

Почти все величины можно использовать в качестве больших или малых ступеней. Все ступени работают с приоритетом защиты или со скоростью защиты.

Далее перечислены имеющиеся в распоряжении характеристики ступеней и функций защиты:

| Функция | ANSI |
|---|---|
| $I$>, $I_E$> | 50, 50N |
| $U$<, $U$>, $U_E$> | 27, 59, 59N |
| $3I_0$>, $I_1$>, $I_2$>, $I_2/I_1$>, $3U_0$>, $U_1$><, $U_2$>< | 50N, 46, 59N, 47 |
| $P$><, $Q$>< | 32 |
| $cos\ \varphi$ | 55 |
| $f$>< | 81O, 81U |
| d$f$/d$t$>< | 81R |
| d$u$/d$t$>< | 27R/59R |

**Таблица 2/3** Реализуемые гибкие защитные функции

Так, например, можно реализовать:

- Защита от реверса мощности (ANSI 32R)
- Защита по скорости изменения частоты (ANSI 81R).

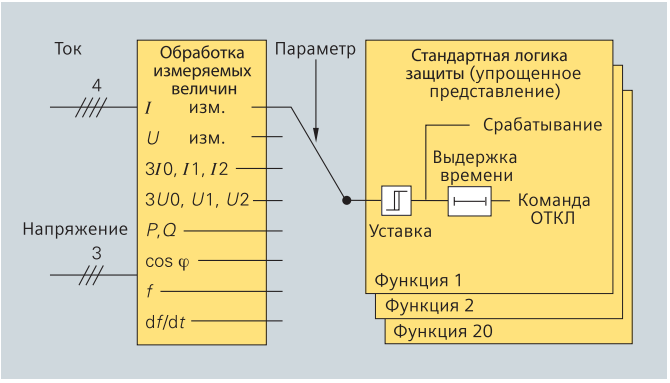



**Рис. 2/7** Принцип реализации гибких защитных функций

### Контроль синхронизма (ANSI 25)

При включении силового выключателя устройства могут проверять, выполняется ли условие синхронизма объединяемых участков сети (классический контроль синхронизма).

### Контроль цепи отключения (ANSI 74TC)

Один или два дискретных входа можно использовать для контроля соленоидов отключения силового выключателя вместе с его выводами. При обрыве цепи отключения срабатывает аварийная сигнализация.

### Блокировка повторного включения/Lockout (ANSI 86)

Состояние всех дискретных выходов может индицироваться светодиодами и сбрасываться клавишей сброса светодиодов. При пропадании питания состояния сохраняются. Повторное включение возможно только после квитирования.

### Защита от тепловой перегрузки (ANSI 49)

Для защиты кабелей и трансформаторов реализована защита от тепловой перегрузки с интегрированной ступенью предупредительной сигнализации по температуре и току. Температура определяется с помощью тепловой модели первого рода (МЭК 60255-8), которая учитывает приток энергии к электрооборудованию и ее отдачу в окружающую среду, и соответственно стабилизирует температуру. Таким образом, учитывается предварительная нагрузка и ее колебания.

**Параметрируемые времена возврата**

Если устройства используются параллельно с электромеханическими реле в сетях с периодическими повреждениями, то длительные времена возврата электромеханических устройств (несколько сот миллисекунд) могут привести к проблемам с уставками времени. Четкая работа ступеней защиты возможна только в том случае, если времена возврата приблизительно одинаковы.По этой причине, для некоторых функций защиты (максимальная токовая защита с выдержкой времени, защита от замыканий на землю, защита от несимметричной нагрузки) допускается параметрирование времен возврата.

**Контроль минимального тока (ANSI 37)**

Эта функция распознает внезапно снижающийся из-за уменьшения нагрузки ток. Тем самым обнаруживается, например, поломка вала, сухой ход насосов или отказ вентиляции.

**Защита от повышения напряжения (ANSI 59)**

Двухступенчатая защита от повышения напряжения распознает недопустимо высокое напряжение в сетях и электрических машинах.По выбору эта функция может работать с напряжениями «фаза — фаза» или «фаза — земля», а также с напряжениями прямой и обратной последовательности.

**Защита от снижения напряжения (ANSI 27).**

Двухступенчатая защита от снижения напряжения защищает, в частности, электрические машины (насосы гидроаккумуляторов и электродвигатели) от последствий опасного падения напряжения. Она отключает машины от сети и предотвращает их работу в таком режиме с возможной потерей синхронизма.

Физически правильное поведение защиты машин достигается путем оценки составляющих прямой последовательности. При этом функция защиты работает в широкой полосе частот (45-55 Гц, 55-65 Гц), чтобы обеспечить защиту вращающихся по инерции двигателей, когда частота снижается.

По выбору эта функция может работать с напряжениями «фаза — фаза» или «фаза — земля», а также с напряжением прямой последовательности. Кроме того, она может осуществлять контроль по току.

**Защита по частоте (ANSI 81O / U)**

Может использоваться как защита от повышения или как защита от снижения частоты. Защищает машины и элементы установок от последствий отклонения числа оборотов от номинального (вибрация, перегрев и т. д.). Обнаружив изменение частоты в сети, защита, в зависимости от заданного значения частоты, отключает заранее выбранных потребителей. Защита применяется в широком диапазоне частот (40-60 Гц для 50 Гц, 50-70 Гц для 60 Гц). Она выполняется 4-ступенчатой (по выбору: повышение частоты, снижение частоты или вывод ступени). Каждая ступень имеет свою выдержку времени. Блокировка защиты по частоте может выполняться через дискретный вход или с использованием ступени защиты от снижения напряжения.

**Определение места повреждения (ANSI 21FL)**

Функция определения места повреждения указывает расстояние до места повреждения и сопротивление этого участка. Результаты выводятся в омах, километрах (милях) и в процентах от длины линии.

**Пользовательские функции (ANSI 32, 51V, 55 и т. д.)**

Дополнительные функции могут быть реализованы с помощью CFC или гибких защитных функций. Типичные примеры таких функций: регулирование защиты от реверса мощности, максимальная токовая защита с выдержкой времени, определение угла сдвига фаз и напряжения нулевой последовательности.

**Дополнительные функции**

**Измеряемые значения**

Из измеренных величин тока и напряжения рассчитываются их эффективные значения, а также Cos φ, частота, активная и реактивная мощность. Для обработки измеренных значений используются следующие функции:

- Токи $I_{L1}$, $I_{L2}$, $I_{L3}$, $I_N$, $I_{EE}$
- Напряжения $U_{L1}$, $U_{L2}$, $U_{L3}$, $U_{12}$, $U_{23}$, $U_{31}$
- Симметричные составляющие $I_1$, $I_2$, $3I_0$; $U_1$, $U_2$, $3U_0$
- Активные и полные мощности $P$, $Q$, $S$ ($P$, $Q$ — также пофазно)
- Коэффициент мощности cos φ (в том числе пофазно)
- Частота
- Поток энергии (положительная и отрицательная активная и полная мощность)
- Средние, а также минимальные и максимальные значения тока и напряжения
- Счетчик времени работы
- Температура электрооборудования при перегрузке
- Контроль предельных значений
  Обработка предельных значений происходит с помощью свободно-программируемой логики в редакторе CFC. От сигналов предельных значений могут отводиться команды.
- Фильтрация нулевого значения. В определенном диапазоне очень малых измеренных величин значение обнуляется, чтобы снизить погрешности

**Счетно-импульсные величины**

Для производственных расчетов устройство формирует из измеренных значений тока и напряжения числовое значение энергии. Если имеется внешний счетчик с числоимпульсным выходом, устройство 7SJ80 может регистрировать импульсы на своем сигнальном входе и обрабатывать их. Числовые значения энергии отображаются на дисплее и передаются дальше на центральную подстанцию.

Существует разница между отданной и полученной, а также между активной и реактивной энергией.

**Расширение дискретных входов/выходов с помощью SICAM I/O Unit 7XV5673.**

Для увеличения количества дискретных входов/выходов к устройству SIPROTEC 7SJ80 можно подключать до двух блоков расширения 7XV5673. Каждый SICAM I/O Unit имеет 6 дискретных входов и 6 выходов и электрический Ethernet-интерфейс. Подключение к терминалу защиты может быть выполнено либо через Ethernet, порт A(сервисный интерфейс), либо по МЭК 61850 (системный интерфейс, EN100 модуль).

## Описание функций



### Износ и срок службы силовых выключателей

Путем определения степени износа контактов и остаточного срока службы силовых выключателей можно скорректировать интервалы их обслуживания в соответствии с фактической степенью износа. Тем самым, снижаются затраты на текущий ремонт и обслуживание.

Математически точных способов расчета износа и остаточного срока службы силовых выключателей, которые учитывали бы физические условия в дугогасительной камере, возникающие в ней при разрыве дуги в момент размыкания, не существует.

По этой причине сложились разные способы определения износа выключателей, отражающие разные философии. С учетом этого, устройства предлагают несколько способов:

- $\Sigma I$
- $\Sigma I^x$, где x = 1..3
- $\Sigma i^2t$.

Дополнительно устройства предлагают новый способ определения остаточного срока службы выключателей:

- Двухточечный способ.

Исходной базой для этого способа служит двойная логарифмическая диаграмма переключения, предоставляемая производителем выключателя (см. рисунок) и измеренный в момент размыкания контактов размыкаемый ток. Двухточечным способом после размыкания выключателя рассчитывается число еще возможных циклов переключения. Для этого на устройстве необходимо задать всего две точки, P1 и P2, которые можно найти в технических характеристиках выключателя.

Все способы осуществляются фазоселективно и могут дополняться предельными значениями, при превышении или недостижении которых (в случае определения остаточного срока службы) срабатывает аварийная сигнализация.

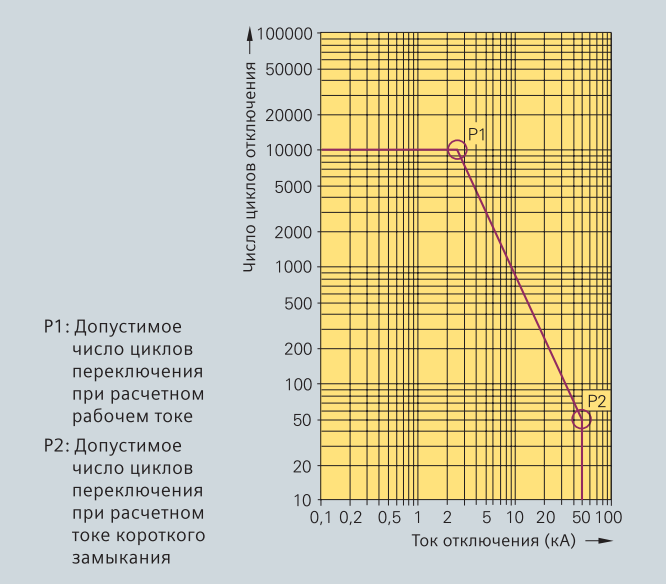



**Рис. 2/8** Допустимое число циклов коммутации, в зависимости от размыкаемого тока

### Ввод в эксплуатацию

Устройство без труда вводится в эксплуатацию с помощью программы DIGSI 4. Возможно целенаправленное считывание состояния дискретных входов и установка дискретных выходов. Функции проверки коммутационных аппаратов (силовых выключателей, разъединителей) выполняются функциями переключения. Аналоговые измеряемые величины представлены широким набором эксплуатационных параметров. На время работ по техобслуживанию можно блокировать передачу информации в систему АСУ ТП.

Все сигналы, выдаваемые в ходе ввода устройства в эксплуатацию, могут помечаться, как испытательные.

### Тестовый режим

Перед началом тестирования можно блокировать передачу на подключенное линейное оборудование всех сигналов, помеченных, как испытательные.

**Радиальные сети**

Общие указания:

Самое малое время срабатывания имеют реле (D), наиболее удаленные от ввода питания. Вышестоящие реле должны устанавливаться относительно нижестоящих с шагом прибл. 0,3 с.

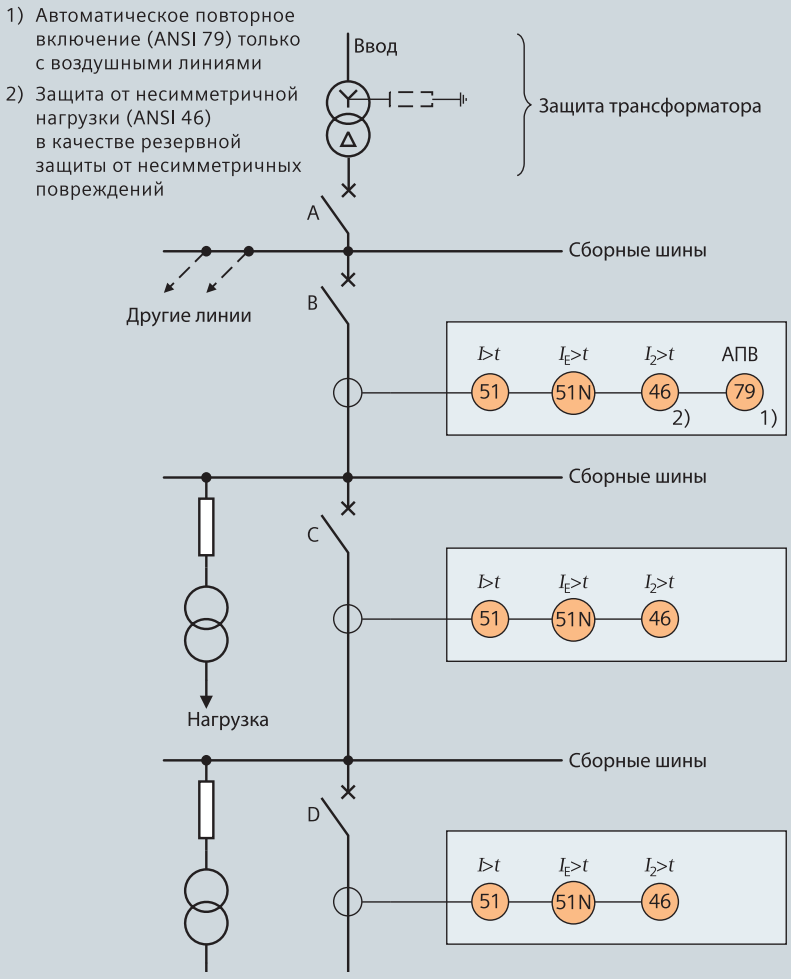



**Рис.2/9** Концепция защиты с использованием максимальной токовой защиты с выдержкой времени

**Обнаружение коротких замыканий на землю в сетях с изолированной или компенсированной нейтралью**

Короткие замыкания на землю в сетях с изолированной или компенсированной нейтралью быстрее обнаруживаются с помощью чувствительного обнаружения направления замыкания на землю.

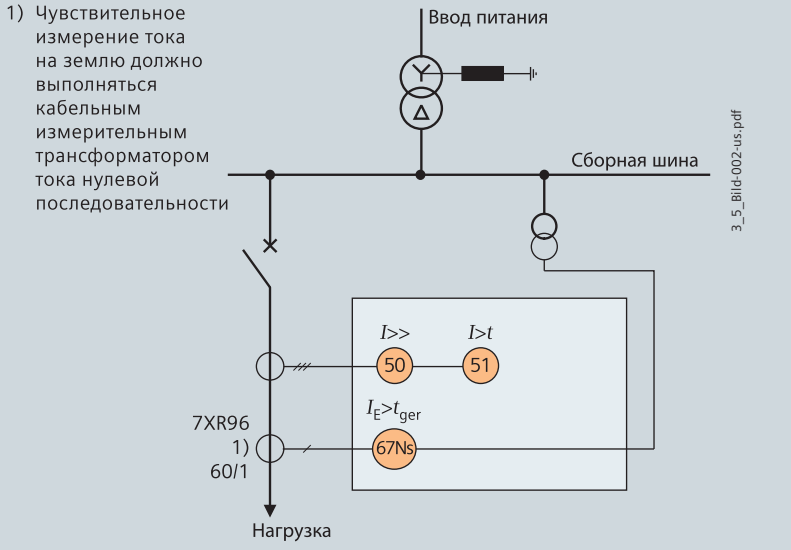



Рис.2/10 Концепция защиты для определения направления замыкания на землю

## Примеры использования



### Кольцевая сеть

Путем сравнения направлений при двустороннем питании (кольцевая сеть) можно защитить 100 % линии с минимальной выдержкой времени.

На линиях с двусторонним питанием нельзя добиться селективности, используя простую МТЗ с независимой выдержкой времени. Поэтому следует использовать направленную МТЗ. Ненаправленной МТЗ достаточно только на соответствующих ответвлениях от сборных шин.

Пуск ступеней происходит соответственно с противоположного конца.

Преимущество: 100-процентная защита линии в короткое время и простая настройка.

Недостаток: чем ближе к вводу питания, тем больше время выключения.

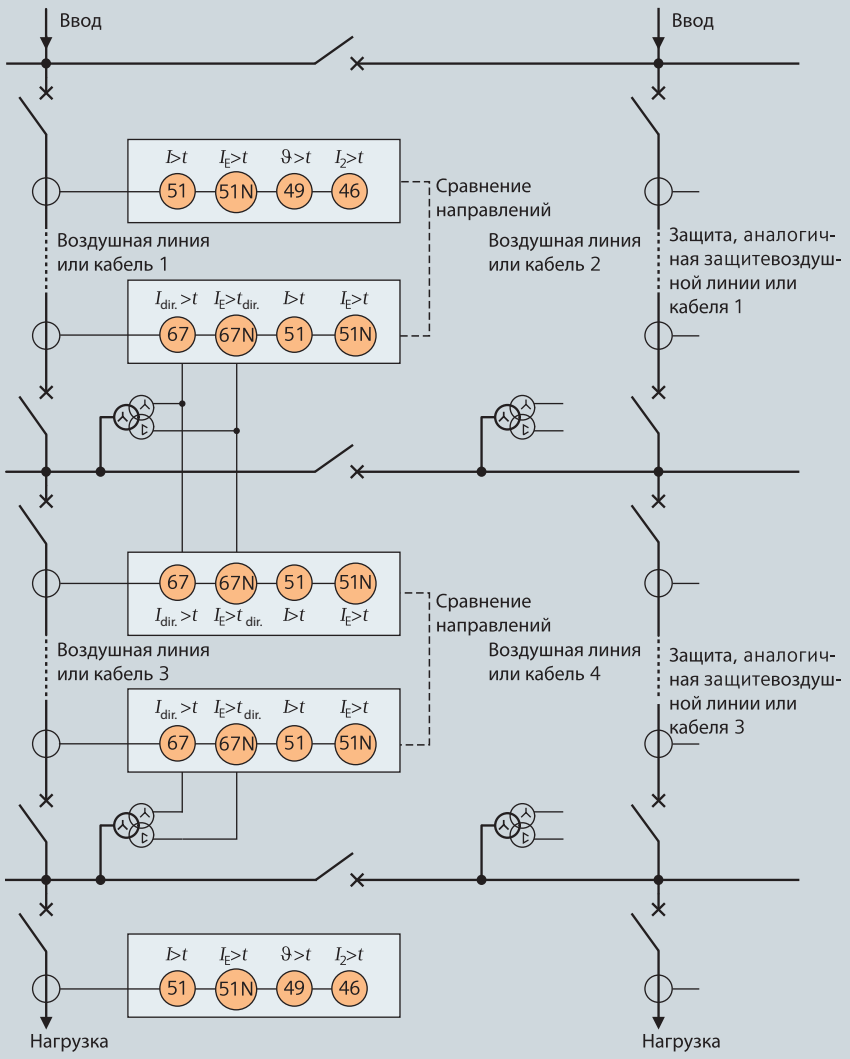



**Рис. 2/11** Концепция защиты кольцевых сетей

### Защита сборных шин с помощью МТЗ с обратной блокировкой

Можно использовать на сборных шинах без значительного (< 0,25 x $I_{НОМ}$) обратного перетока с присоединений.

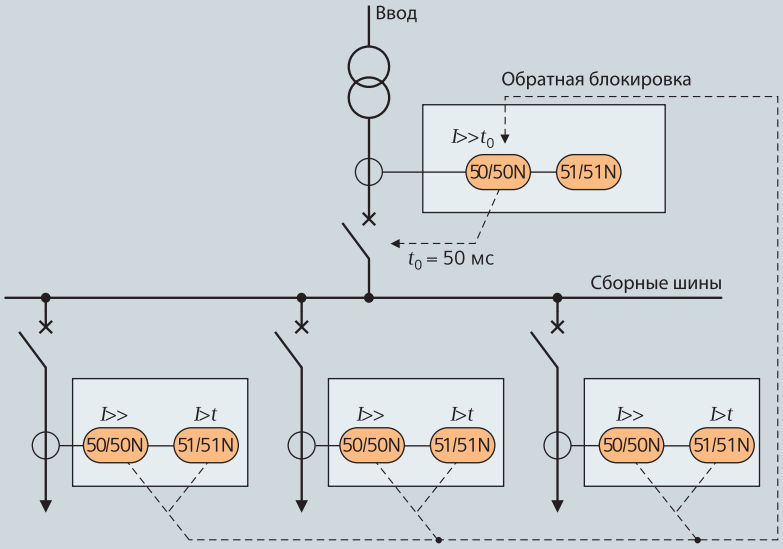



**Рис. 2/12** Защита сборных шин с обратной блокировкой

### Присоединения со сбросом нагрузки

В нестабильных сетях (изолированных, сетях аварийного питания при больницах) может потребоваться отключение от сети выбранных потребителей для защиты всей сети от перегрузки.

Функции максимальной токовой защиты с выдержкой времени эффективны только при коротком замыкании. Перегрузку генератора можно определить по падению частоты или напряжения.

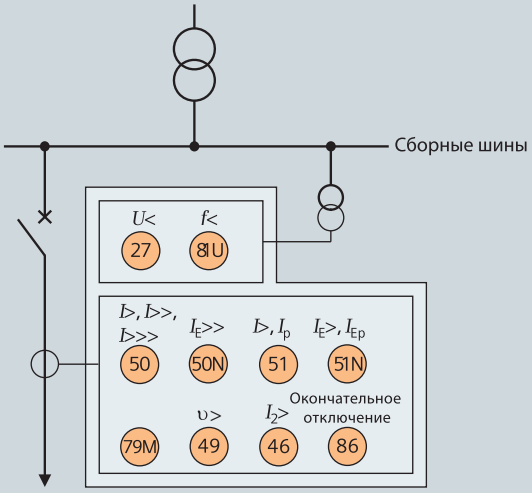



**Рис. 2/13** Присоединения со сбросом нагрузки

## Примеры использования



### Автоматическое повторное включение

Функция автоматического повторного включения (АПВ) может выполнять запуск и блокировку электрооборудования.

На рисунке рядом показан пример блокировки ступеней максимального тока, в зависимости от циклов АПВ. Срабатывание ступеней максимальной токовой защиты с выдержкой времени (ступень *I*, *I*p) происходит согласно карте селективности выдержек времени. Если на вводе предусмотрено АПВ, то в случае повреждения происходит быстрое отключение всех присоединений. Электрическая дуга гасится независимо от места повреждения.

Другие реле или предохранители не реагируют (схема Fuse Saving).

После успешного АПВ все потребители снова снабжаются электроэнергией. Если повреждение не устранилось, происходят следующие циклы АПВ. В зависимости от настройки АПВ быстродействующая ступень блокируется в первом, втором или третьем цикле, что означает пуск ступеней согласно карте селективности выдержек времени. В зависимости от места повреждения срабатывают более быстрые ступени реле максимальной токовой защиты с выдержкой времени, предохранители или реле на вводе питания.

Окончательно отключается только участок ответвления с устойчивым повреждением.

### Защита от реверса мощности при параллельных вводах питания

Если к сборной шине подходят более двух параллельных вводов питания, то при повреждении на одном из вводов, шины должны отключаться селективно, чтобы сохранить питание от оставшегося в работе ввода. Для этого необходимы устройства, способные фиксировать ток короткого замыкания, текущий от сборной шины в направлении ввода питания.

Максимальная токовая защита с выдержкой времени при этом обычно настраивается на ток, больший тока нагрузки. Отключить слаботочные повреждения она не в состоянии.

Защита от реверса мощности может быть настроена намного чувствительнее номинальной мощности, при этом она будет обнаруживать обратный переток мощности даже при слаботочных повреждениях с токами повреждения намного ниже тока нагрузки.

Защита от реверса мощности реализуется с помощью «гибких защитных функций»

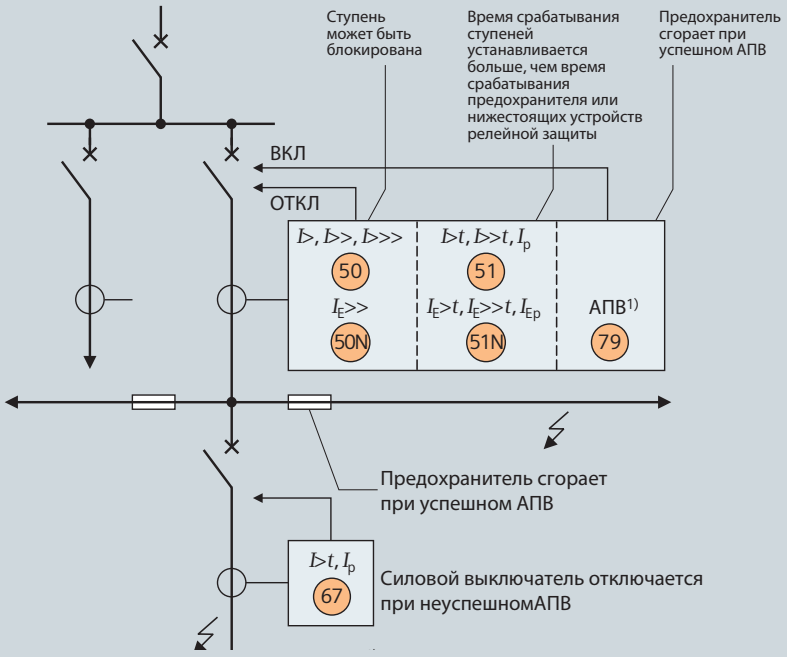



**Рис. 2/14** Автоматическое повторное включение

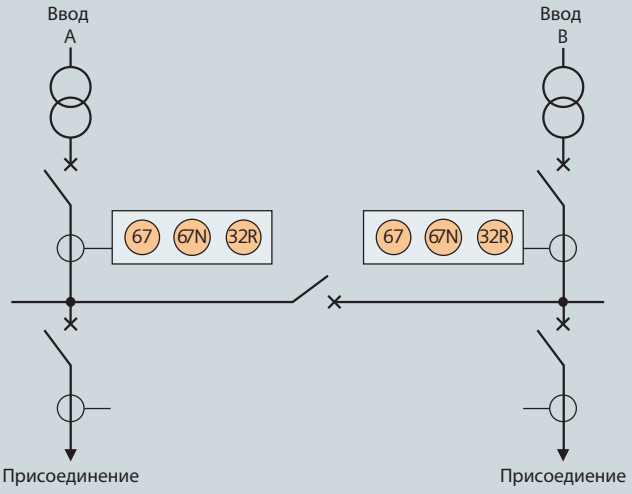



**Рис. 2/15** Защита от реверса мощности при параллельных вводах

### Контроль синхронизма

Эта функция объединения двух участков сети проверяет, допустима ли эта операция с точки зрения сохранения устойчивости сети. В примере нагрузка на сборной шине запитывается от генератора через трансформатор.

Группа соединения трансформатора может быть учтена в форме параметрируемого согласования углов, так что никакие внешние средства согласования не требуются. Контроль синхронизма может использоваться как при АПВ, так и при ручном включении (дистанционно или локально).

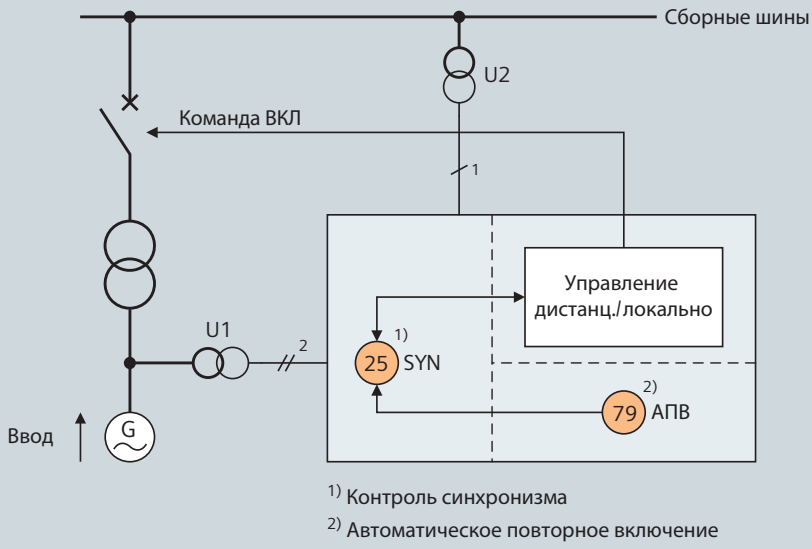



**Рис. 2/16** Измерение напряжения на сборных шинах и на ответвлении для контроля синхронизма

### Защита трансформатора

Ступень максимального тока делает возможным ступенчатое срабатывание по току. Ступени максимальной токовой защиты работают как резервная защита для нижестоящих устройств защиты, а функция перегрузки защищает трансформатор от тепловой перегрузки.

Слаботочные однофазные замыкания на землю на стороне низшего напряжения трансформатора, которые в системе обратной последователь ности выглядят, как произошедшие на стороне высокого напряжения, могут регистрироваться защитой от несимметричной нагрузки. Имеющаяся блокировка при броске тока намагничивания предотвращает срабатывание защиты при броске тока намагничивания трансформатора.

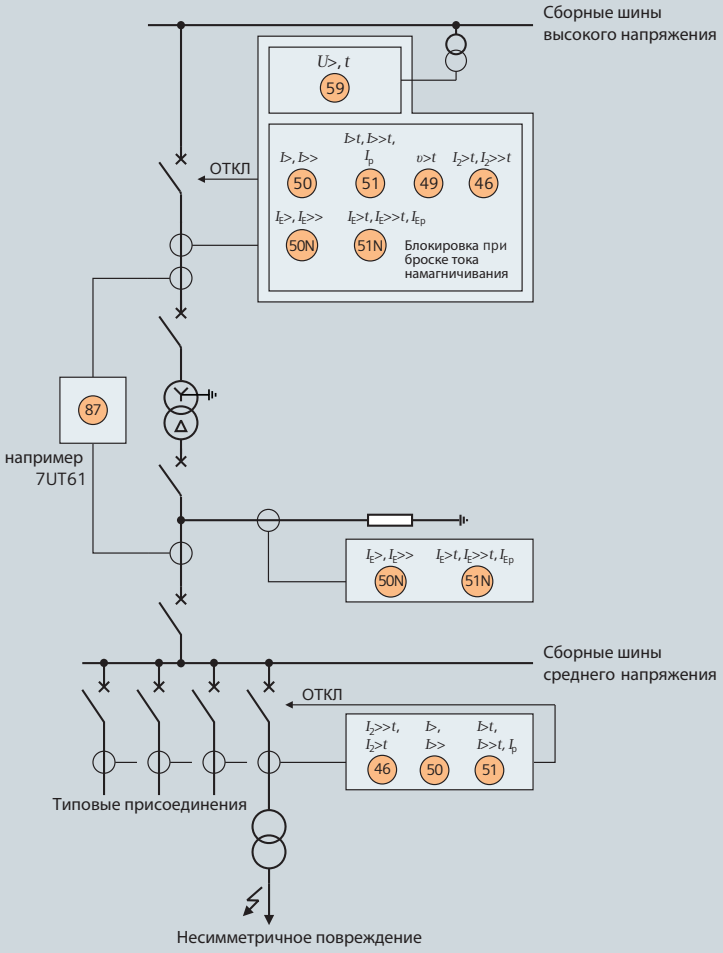



**Рис. 2/17** Типовая концепция защиты для одного трансформатора

# Максимальная токовая защита с выдержкой времени 7SJ80

## Данные для выбора и заказа



| Описание | Заказной номер | Краткое обозначение |
|---|---|---|
| | 7SJ80 □□-□□□□□-□□□□+□□□ | |
| **Измерительные входы, дискретные входы и выходы** | | |
| Корпус 1/6 19"; 4 x I, 3 ДВх, 5 ДВых (2 переключающих контакта), 1 контакт готовности | 1 | См. след. стр. |
| Корпус 1/6 19"; 4 x I, 7 ДВх, 8 ДВых (2 переключающих контакта), 1 контакт готовности | 2 | |
| Корпус 1/6 19"; 4 x I, 3 x U, 3 ДВх, 5 ДВых (2 переключающих контакта), 1 контакт готовности | 3 | |
| Корпус 1/6 19"; 4 x I, 3 x U, 7 ДВх, 8 ДВых (2 переключающих контакта), 1 контакт готовности | 4 | |
| Корпус 1/6 19"; 4 x I, 11 ДВх, 5 ДВых (2 переключающих контакта), 1 контакт готовности | 7 | |
| Корпус 1/6 19"; 4 x I, 3 x U, 11 ДВх, 5 ДВых (2 переключающих контакта), 1 контакт готовности | 8 | |
| **Измерительные входы, предварительные установки I** | | |
| $I_ф$ = 1 A/5 A, $I_e$ = 1 A/5 A | 1 | |
| $I_ф$ = 1 A/5 A, $I_{ee}$ (чувствительный) = 0,001 - 1,6 A/0,005 - 8 A | 2 | |
| **Оперативное напряжение (питание)** | | |
| DC 24 В/48 В | 1 | |
| DC 60 В/110 В/125 В/220 В/250 В, AC 115 В, AC 230 В | 5 | |
| **Конструктивное исполнение** | | |
| Корпус для наружной установки, винтовые зажимы | B | |
| Корпус для наружной установки, винтовые зажимы | E | |
| **Исполнения и предварительная установка языков для отдельных регионов** | | |
| Германия, МЭК, немецкий язык (язык можно изменить), | A | |
| Все регионы, МЭК/ANSI, английский язык (язык можно изменить), передняя панель стандартная | B | |
| США, ANSI, английский язык (США) (язык можно изменить), передняя панель США | C | |
| Франция, МЭК/ANSI, французский язык (язык можно изменить), передняя панель стандартная | D | |
| Все регионы, МЭК/ANSI, испанский язык (язык можно изменить), передняя панель стандартная | E | |
| Все регионы, МЭК/ANSI, итальянский язык (язык можно изменить), передняя панель стандартная | F | |
| Россия, МЭК/ANSI, русский язык (язык можно изменить), передняя панель стандартная | G | |
| Китай, МЭК/ANSI, китайский язык (язык изменить нельзя), передняя панель китайская | K | |
| **Порт B (нижняя/задняя сторона устройства)** | | |
| Без оснастки | 0 | |
| МЭК 60870-5-103 или DIGSI 4/модем, электр. RS232 | 1 | |
| МЭК 60870-5-103 или DIGSI 4/модем, электр.RS485 | 2 | |
| МЭК 60870-5-103 или DIGSI 4/модем, опт. 820 нм, разъем ST | 3 | |
| PROFIBUS DP Slave, электр. RS485 | 9 | L 0 A |
| PROFIBUS DP Slave, опт., двойное кольцо, разъем ST | 9 | L 0 B |
| MODBUS, электр. RS485 | 9 | L 0 D |
| MODBUS, опт. 820 нм, разъем ST | 9 | L 0 E |
| DNP 3.0, электр. RS485 | 9 | L 0 G |
| DNP 3.0, опт. 820 нм, разъем ST | 9 | L 0 H |
| МЭК 60870-5-103, резервир., электр. RS485, разъем RJ45 | 9 | L 0 P |
| МЭК 61850, 100 Мбит Ethernet, электр., двойн., разъем RJ45 | 9 | L 0 R |
| МЭК 61850, 100 Мбит Ethernet, опт., двойн., разъем LC | 9 | L 0 S |
| DNP3 TCP + МЭК 61850, 100 Мбит Ethernet, электр., двойн., разъем RJ45 | 9 | L 2 R |
| DNP3 TCP + МЭК 61850, 100 Мбит Ethernet, опт., двойн., разъем LC | 9 | L 2 S |
| PROFINET + МЭК 61850, 100 Мбит Ethernet, электр., двойн., разъем RJ45 | 9 | L 3 R |
| PROFINET + МЭК 61850, 100 Мбит Ethernet, опт., двойн., разъем LC | 9 | L 3 S |
| МЭК 60870-5-104 + МЭК 61850, 100 Мбит Ethernet, электр., двойн., разъем RJ45 | 9 | L 4 R |
| МЭК 60870-5-104 + МЭК 61850, 100 Мбит Ethernet, опт., двойн., разъем LC | 9 | L 4 S |
| **Порт A (нижняя/передняя сторона устройства)** | | |
| Без оснастки | 0 | |
| С интерфейсом Ethernet (интерфейс DIGSI, подключение блока входов/выходов, без МЭК 61850), разъем RJ45 | 6 | |
| **Измерение/осциллограммы повреждений** | | |
| С записью осциллограмм повреждений | 1 | |
| С записью осциллограмм повреждений, с вычислением средних значений, с мин./макс.-значениями | 3 | |

## Данные для выбора и заказа



| Описание | | Заказной номер | | |
|---|---|---|---|---|
| | | □ | □ | □ |
| | **Базовое исполнение** | F | A | 3) |
| **50/51** | МТЗ с выдержкой времени от междуфазных КЗ $I>$, $I>>$, $I>>>$, $I_p$ | | | |
| **50N/51N** | Защита от коротких замыканий на землю $I_E>$, $I_E>>$, $I_E>>>$, $I_{Ep}$ | | | |
| **50N(s)/51N(s)**[1] | Чувствительная защита от замыканий на землю $I_{EE}>$, $I_{EE}>>$, $I_{EEp}$ | | | |
| | Защита от перемежающихся замыканий на землю | | | |
| **87N**[2] | Высокоомная дифференциальная защита от замыканий на землю | | | |
| **49** | Защита от тепловой перегрузки | | | |
| **74TC** | Контроль цепи отключения | | | |
| **50BF** | УРОВ | | | |
| **46** | Защита от несимметричной нагрузки | | | |
| **37** | Контроль минимального тока | | | |
| **86** | Блокировка повторного включения/Lockout | | | |
| | Переключение групп уставок | | | |
| | Функции контроля | | | |
| | Управление силовыми выключателями | | | |
| | Гибкие защитные функции (токовые параметры) | | | |
| | Блокировка при броске тока намагничивания | | | |
| | **Базовое исполнение + направленная чувствительная защита от коротких замыканий на землю + защита по напряжению и частоте** | F | B | 4) |
| **51V** | Максимальная токовая защита с зависимой выдержкой времени с пуском по напряжению | | | |
| **67N** | Направленная защита от коротких замыканий на землю $I_E>$, $I_E>>$, $I_E>>>$, $I_{Ep}$ | | | |
| **67Ns**[1] | Направленная чувствительная защита от коротких замыканий на землю, $I_{EE}>$, $I_{EE}>>$, $I_{EEp}$ | | | |
| **64/59N** | Защита от замыканий на землю по напряжению нулевой последовательности | | | |
| **27/59** | Защита от снижения/повышения напряжения | | | |
| **81U/O** | Защита от снижения/повышения частоты, $f<$, $f>$ | | | |
| **47** | Чередование фаз | | | |
| **27R/32/55/59R/81R** | Гибкие защитные функции (парам. из тока и напряж.): защита по напряжению, защита от реверса мощности,защита от изменения коэффициента мощности, защита по скорости изменения частоты | | | |
| | **Базовое исполнение + направленная чувствительная защита от коротких замыканий на землю + направленная фазная МТЗ + защита по напряжению и частоте** | F | C | 4) |
| **51V** | Максимальная токовая защита с зависимой выдержкой времени с пуском по напряжению | | | |
| **67** | Направленная МТЗ от междуфазных КЗ, $I>$, $I>>$, $I>>>$, $I_p$ | | | |
| **67N** | Направленная защита от коротких замыканий на землю, $I_E>$, $I_E>>$, $I_E>>>$, $I_{Ep}$ | | | |
| **67Ns**[1] | Направленная чувствительная защита от коротких замыканий на землю, $I_{EE}>$, $I_{EE}>>$, $I_{EEp}$ | | | |
| **64/59N** | Защита от замыканий на землю по напряжению нулевой последовательности | | | |
| **27/59** | Защита от снижения/повышения напряжения | | | |
| **81U/O** | Защита от снижения/повышения частоты, $f<$, $f>$ | | | |
| **47** | Чередование фаз | | | |
| **27R/32/55/59R/81R** | Гибкие защитные функции (парам. из тока и напряж.): защита по напряжению, защита от реверса мощности, защита от изменения коэффициента мощности, защита по скорости изменения частоты | | | |
| | **Базовое исполнение + направленная чувствительная защита от коротких замыканий на землю + направленная фазная МТЗ + защита по напряжению и частоте + направленная защита от перемежающихся замыканий на землю** | F | F | 4) |
| **51V** | Максимальная токовая защита с зависимой выдержкой времени с пуском по напряжению | | | |
| **67** | Направленная МТЗ от междуфазных КЗ, $I>$, $I>>$, $I_p$ | | | |
| **67N** | Направленная защита от коротких замыканий на землю $I_E>$, $I_E>>$, $I_E>>>$, $I_{Ep}$ | | | |
| **67Ns**[1] | Направленная чувствительная защита от коротких замыканий на землю, $I_{EE}>$, $I_{EE}>>$, $I_{EEp}$ | | | |
| **67Ns**[2] | Направленная защита от перемежающихся замыканий на землю | | | |
| **64/59N** | Защита от замыканий на землю по напряжению нулевой последовательности | | | |
| **27/59** | Защита от снижения/повышения напряжения | | | |
| **81U/O** | Защита от снижения/повышения частоты, $f<$, $f>$ | | | |
| **47** | Чередование фаз | | | |
| **27R/32/55/59R/81R** | Гибкие защитные функции (парам. из тока и напряж.): защита по напряжению,защита от реверса мощности,защита от изменения коэффициента мощности, защита по скорости изменения частоты | | | |

прод. на след. странице

1) В зависимости от входа для тока на землю в позиции 7 функция защиты от КЗ на землю может быть чувствительной ($I_{EE}$), либо нечувствительной ($I_E$)
2) 87N (REF) доступно только при чувствительном входе для тока на землю (пункт 7 = 2)
3) Только если пункт 6 = **1, 2** или **7**
4) Только если пункт 6 = **3, 4** или **8**

## Данные для выбора и заказа

| Описание | | Заказной номер |
|---|---|---|
| | | □□□ |
| | | F Q 5) |
| | **Базовое исполнение + направленная фазная МТЗ + защита по напряжению и частоте + контроль синхронизма** | |
| **51V** | Максимальная токовая защита с зависимой выдержкой времени с пуском по напряжению | |
| **67** | Направленная МТЗ от междуфазных КЗ, $I>$, $I>>$, $I_p$ | |
| **27/59** | Защита от снижения/повышения напряжения | |
| **81U/O** | Защита от снижения/повышения частоты, $f<$, $f>$ | |
| **47** | Чередование фаз | |
| **25** | Контроль синхронизма | |
| **27R/59R/81R** | Гибкие защитные функции (парам. из тока и напряж.): защита по напряжению, защита от реверса мощности, защита от изменения коэффициента мощности, защита по скорости изменения частоты | |
| | **Автоматическое повторное включение (АПВ), ОМП** | |
| | без АПВ, без ОМП | **0** |
| **79** | с АПВ | **1** |
| **21FL** | с ОМП (только если пункт 6 = 3, 4 или 8) | **2** |
| **79/21FL** | с АПВ, с ОМП (только если пункт 6 = 3, 4 или 8) | **3** |

5)Только если пункт 6 = **3** или **4**, а пункт 16 = **0** или **1**

Подробный обзор технических характеристик (выписка из руководства по эксплуатации) можно найти по адресу: http://www.siemens.com/siprotec

## Назначение зажимов



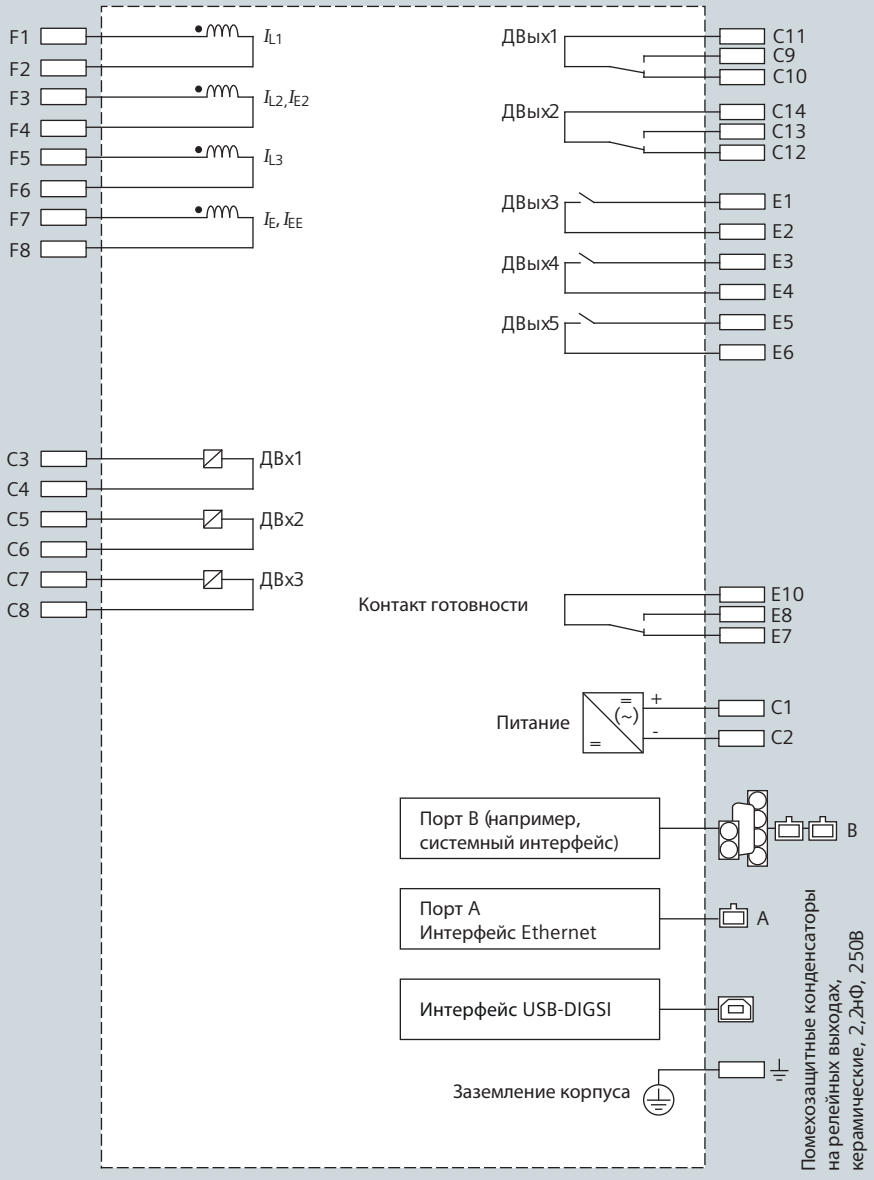



**Рис. 2/18** Многофункциональная защита 7SJ801

## Назначение зажимов

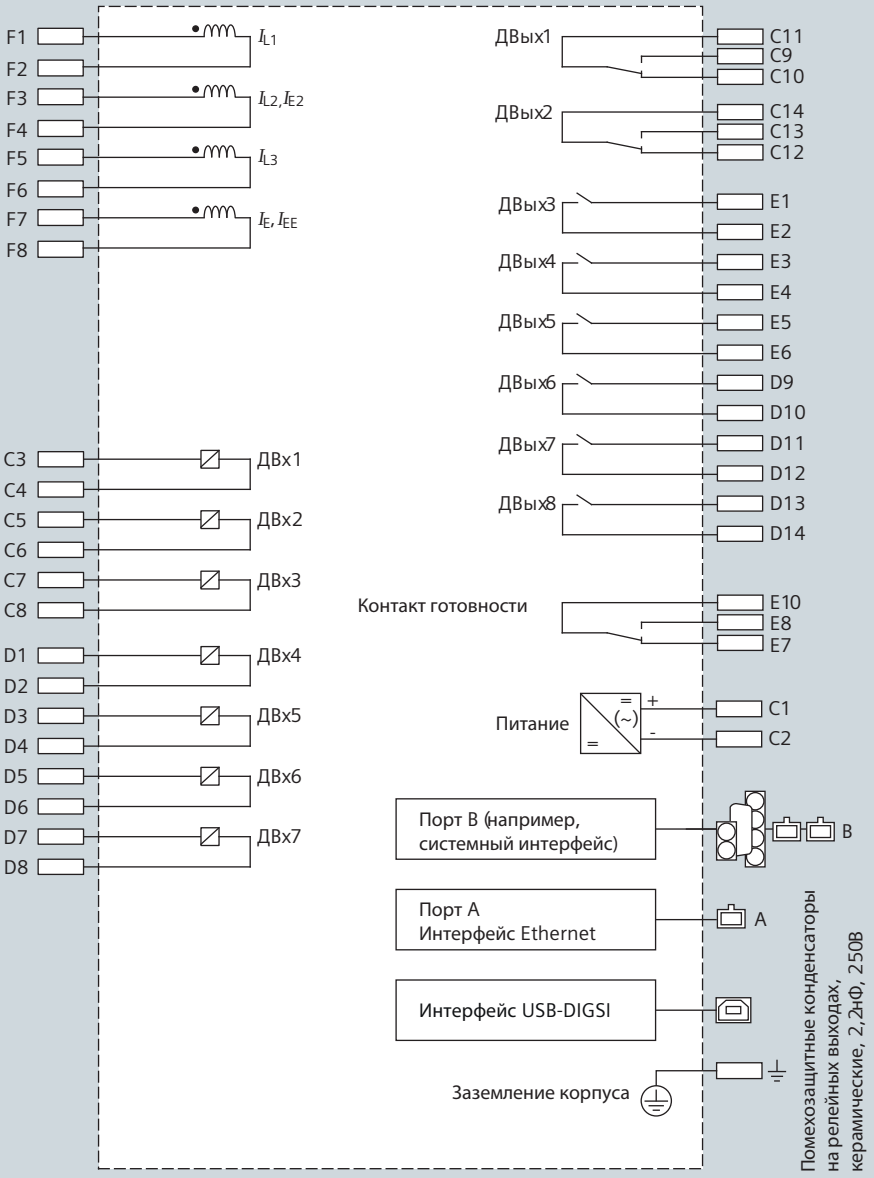



**Рис. 2/19** Многофункциональная защита 7SJ802

## Назначение зажимов



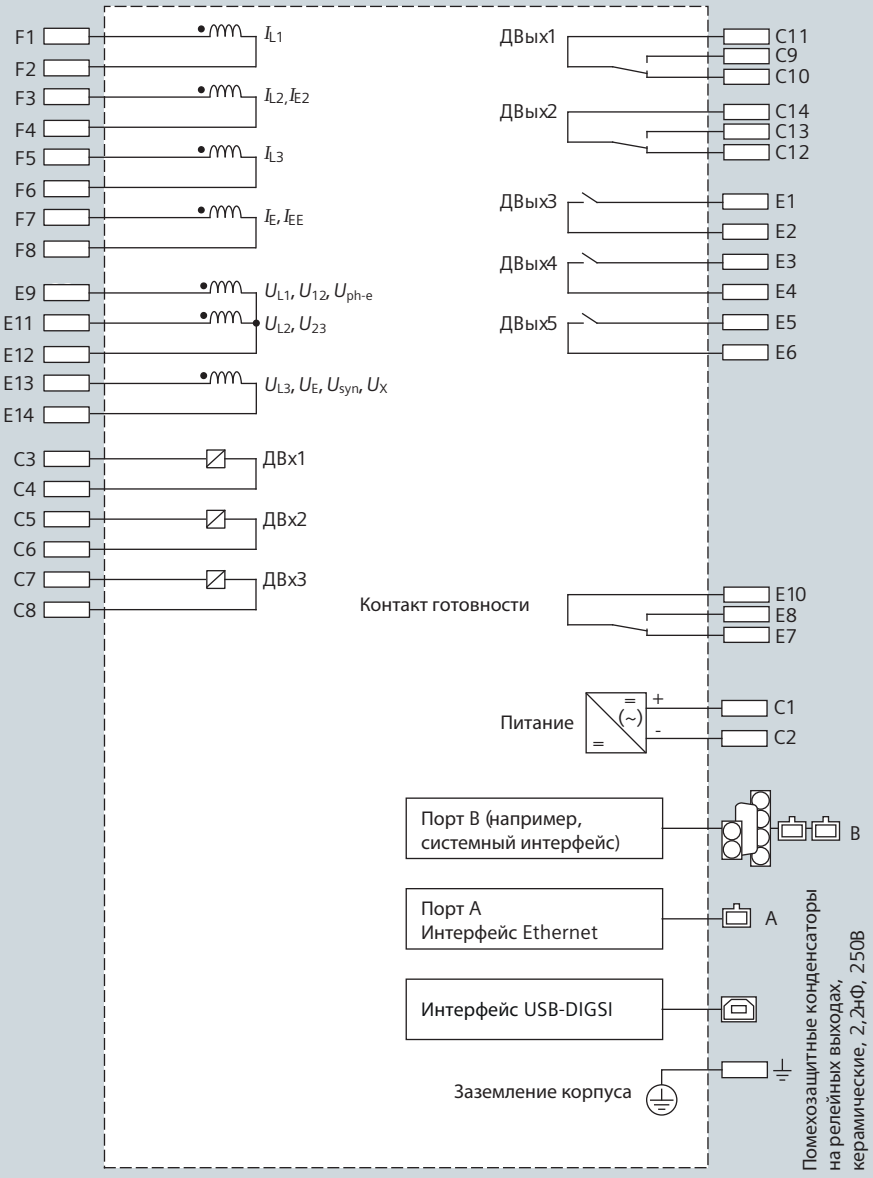



**Рис. 2/20** Многофункциональная защита 7SJ803

## Назначение зажимов

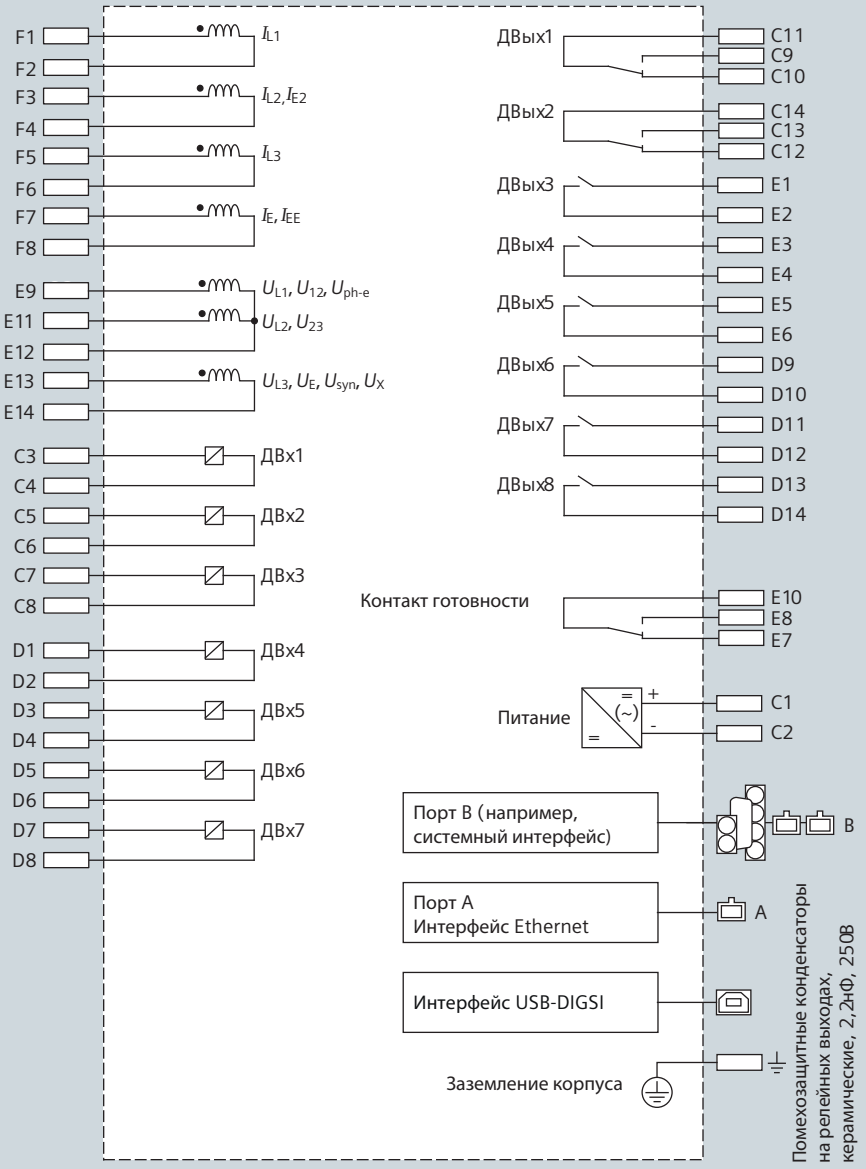



**Рис. 2/21** Многофункциональная защита 7SJ804

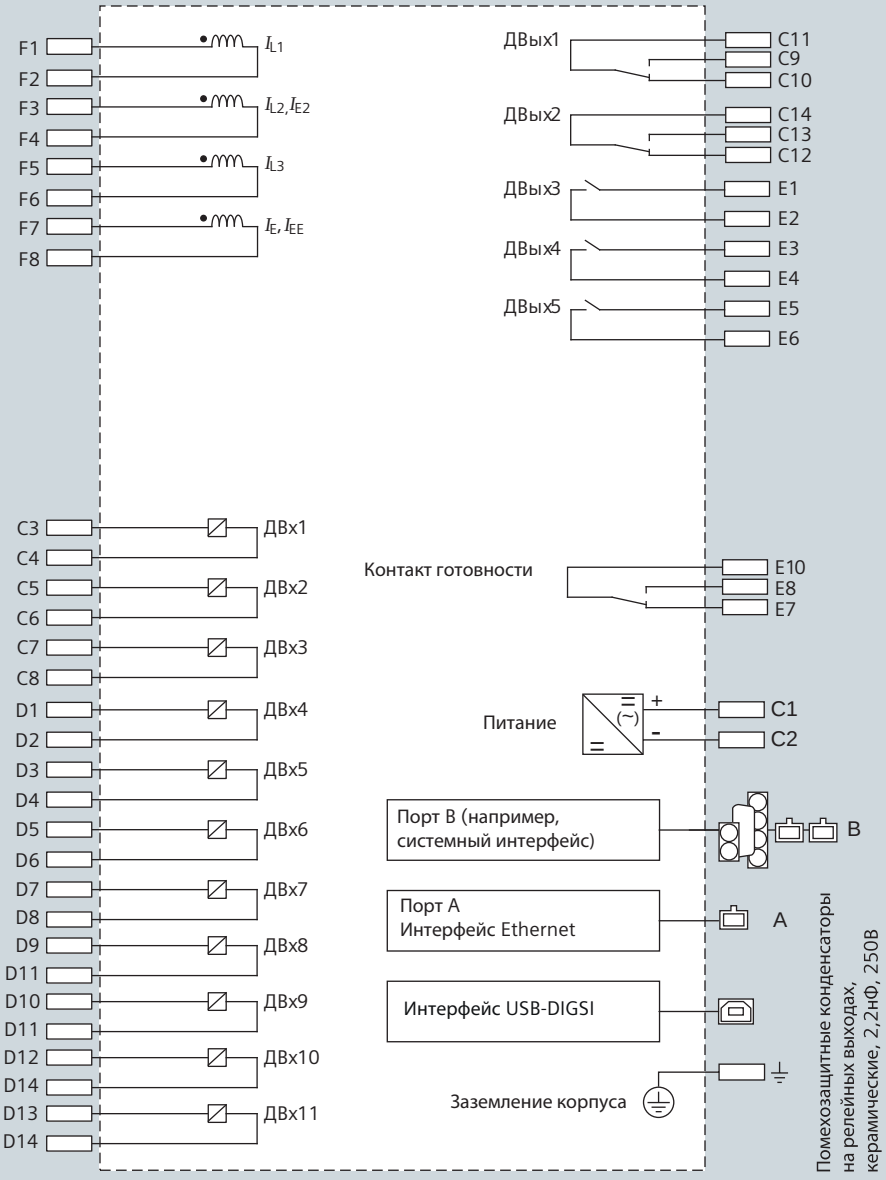



**Рис. 2/22** Многофункциональная защита 7SJ807

## Назначение зажимов

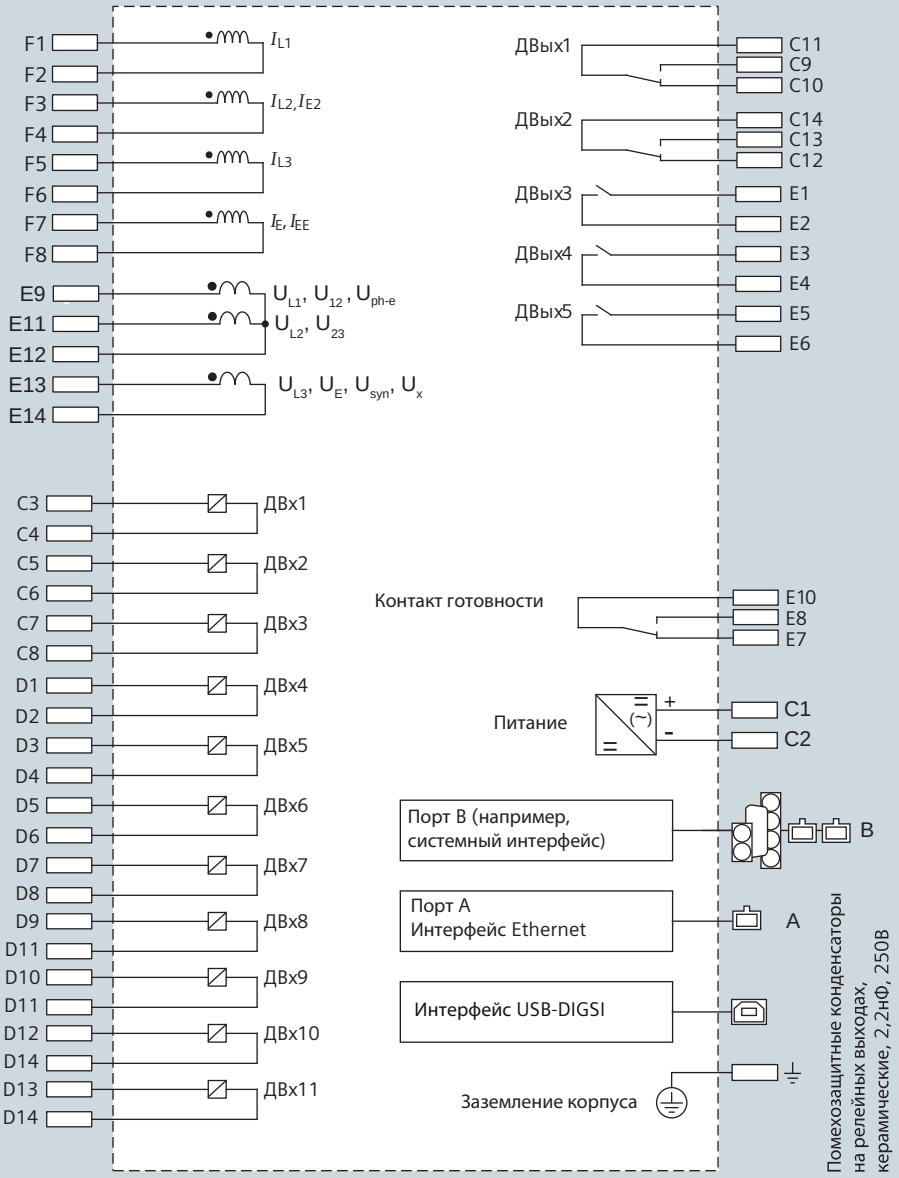



**Рис. 2/23** Многофункциональная защита 7SJ808

**Подключение измерительных трансформаторов тока и напряжения**

**Стандартная схема подключения**

Для сетей с заземленной нейтралью значение тока замыкания на землю определяется по схеме подключения на сумму фазных токов (схема Холмгрина).

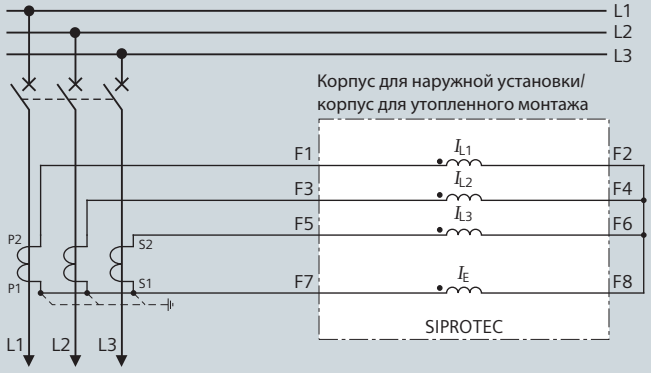



**Рис. 2/24** Схема измерения тока нулевой последовательности без определения направления

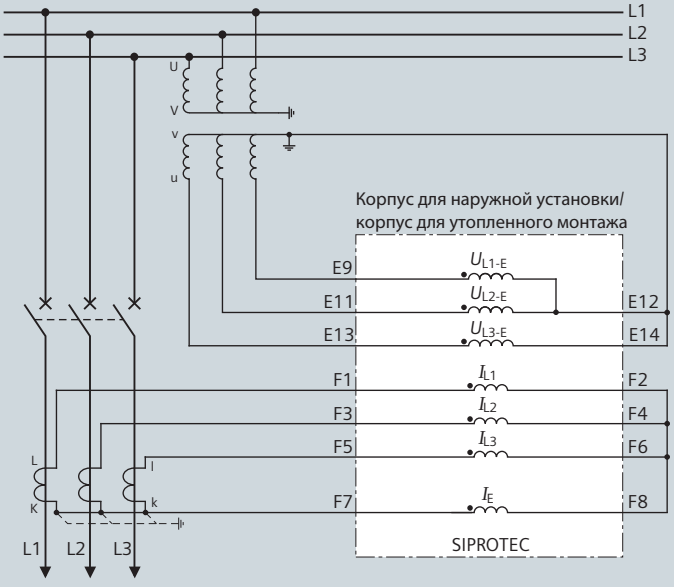



**Рис. 2/25** Схема измерения тока нулевой последовательности с определением направления

Для сетей с небольшими токами утечки на землю (сети с изолированной или компенсированной нейтралью) ток на землю измеряется кабельным измерительным трансформатором тока нулевой последовательности

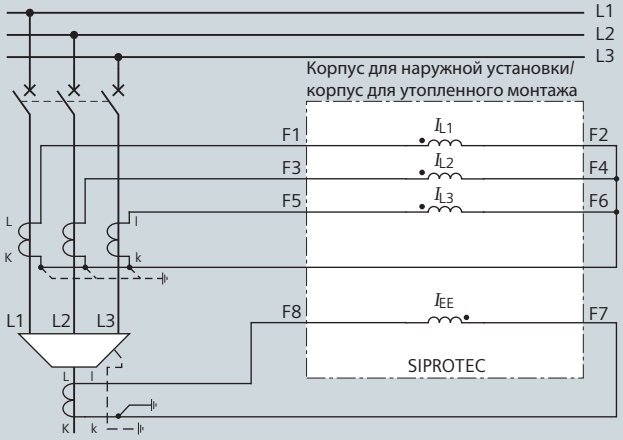



**Рис. 2/26** Чувствительное определение направления замыкания на землю

## Примеры схем подключения



### Подключение в сетях с компенсированной нейтралью

На рисунке показано подключение двух линейных напряжений, а также напряжения UE разомкнутого треугольника и кабельного измерительного трансформатора тока НП.Такое подключение обеспечивает максимальную точность определения направления замыкания на землю и должно применяться в сетях с компенсированной нейтралью.

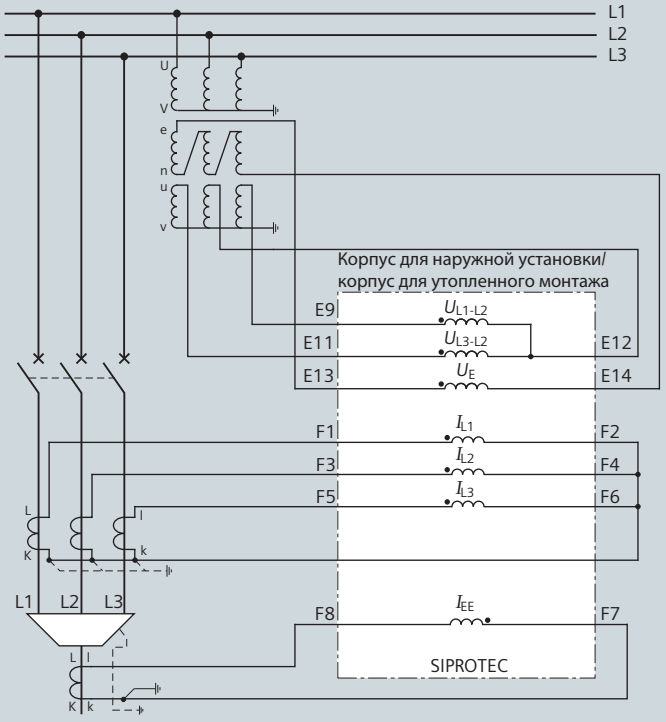



**Рис. 2/27** Ваттметрический метод регистрации направления короткого замыкания на землю с добавлением направления для фаз

Здесь показано чувствительное определение направления замыкания на землю.

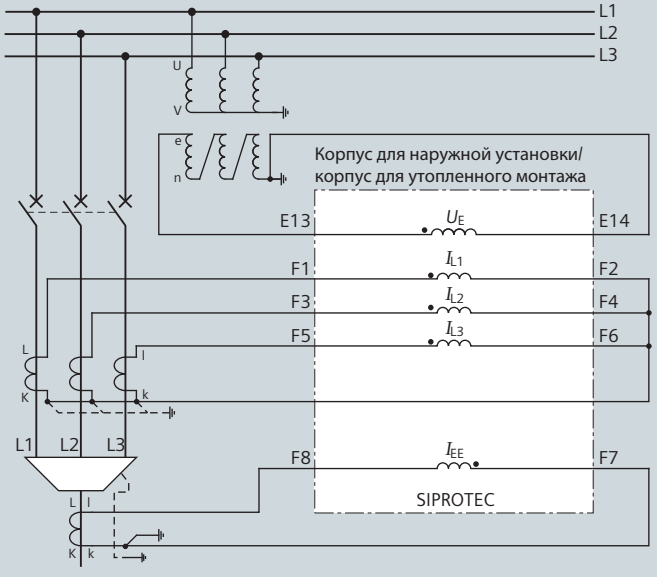



**Рис. 2/28** Направленная чувствительная регистрация замыкания на землю

**Подключение для функции контроля синхронизма**

Если не используется направленная защита от замыканий на землю, то к устройству можно подключить два линейных напряжения, а третий вход использовать для контроля синхронизма. А для правильной работы направленной защиты от междуфазных замыканий двух линейных напряжений будет достаточно.

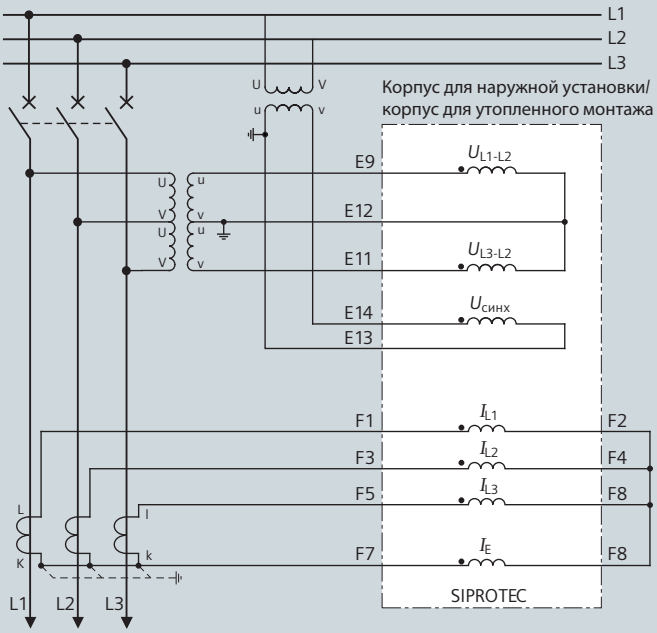



**Рис. 2/29** Измерение напряжений на сборных шинах и присоединении для контроля синхронизма

## Способы подключения



### Сводная таблица по способам подключения

| Способ заземления нейтрали | Функция | Способ подключения для измерения тока | Способ подключения для измерения напряжения |
|---|---|---|---|
| Сети с (глухо) заземленной нейтралью | Ненаправленная защита от междуфазных КЗ и КЗ на землю | Необходимо использовать схему подключения Холмгрина с тремя однофазными трансформаторами тока. Возможно использование кабельного измерительного трансформатора тока НП | – |
| Сети с (глухо) заземленной нейтралью | Чувствительная защита от замыкания на землю | Необходимо использовать кабельный измерительный трансформатор тока НП | – |
| Сети с изолированной или компенсированной нейтралью | Ненаправленная защита от междуфазного КЗ | Можно использовать схему подключения Холмгрина с тремя или двумя однофазными трансформаторами тока | – |
| Сети с (глухо) заземленной нейтралью | Направленная защита от междуфазного КЗ | Необходимо использовать схему подключения Холмгрина с тремя однофазными трансформаторами тока | Подключение «фаза — земля» или «фаза — фаза» |
| Сети с изолированной или компенсированной нейтралью | Направленная защита от междуфазного КЗ | Можно использовать схему подключения Холмгрина с тремя или двумя однофазными трансформаторами тока | Подключение «фаза — земля» или «фаза — фаза» |
| Сети с (глухо) заземленной нейтралью | Направленная защита от КЗ на землю | Необходимо использовать схему подключения Холмгрина с тремя однофазными трансформаторами тока. Возможно использование кабельного измерительного трансформатора тока НП | Необходимо использовать схему подключения «фаза — земля» |
| Сети с изолированной нейтралью | Чувствительная защита от КЗ на землю | Схема подключения Холмгрина, если ток на землю > 0,05 Iном на вторичной стороне, в противном случае необходимо использовать кабельный измерительный трансформатор тока НП | Тройное подключение «фаза — земля» или подключение «фаза — земля» в разомкнутый треугольник |
| Сети с компенсированной нейтралью | Чувствительная защита от КЗ на землю<br>Измерение cos φ | Необходимо использовать кабельный измерительный трансформатор тока НП | Тройное подключение «фаза — земля» или подключение «фаза — земля» в разомкнутый треугольник |

**Таблица 2/4** Обзор способов подключения

SIEMENS

# Максимальная токовая защита с выдержкой времени для подключения к маломощным измерительным трансформаторам 7SJ81 SIPROTEC Compact

# Максимальная токовая защита с выдержкой времени 7SJ81

## Для подключения к маломощным измерительным трансформаторам


| | Страница |
|---|---|
| Описание | 3/3 |
| Обзор функций | 3/4 |
| Применение | 3/5 |
| Описание функций | 3/6 |
| Примеры использования | 3/10 |
| Данные для выбора и заказа | 3/15 |
| Назначение зажимов | 3/17 |
| Примеры подключения | 3/19 |

# Максимальная токовая защита с выдержкой времени 7SJ81

## Для подключения к маломощным измерительным трансформаторам — описание



### Описание

Устройство SIPROTEC Compact 7SJ81 имеет 4 входа для подключения маломощных измерительных трансформаторов тока и 3 входа для подключения маломощных измерительных трансформаторов напряжения (опция). Такие трансформаторы позволяют охватить больший диапазон номинальных первичных фазных токов. Маломощный измерительный трансформатор тока перекрывает номинальные токи от 40 до 5000 А.

Ниже перечислены коэффициенты трансформации маломощных ТТ, которые подходят для нижеуказанных диапазонов первичного тока.

- 100 А/225 мВ для диапазона первичного тока 40 А ... 600 А
- 50 А/22.5 мВ для диапазона первичного тока 200 А ... 3000 А
- 400 А/225 мВ для диапазона первичного тока 200 А ... 2500 А
- 100 А/22.5 мВ для диапазона первичного тока 400А ... 5000 А

Устройство SIPROTEC Compact 7SJ81 может использоваться в качестве релейной защиты линий низкого и среднего напряжения в сетях с заземленной, глухозаземленной, изолированной и компенсированной нейтралью. Кроме того, оно способно выполнять все задачи резервной защиты трансформаторов.

Устройство располагает многочисленными функциями для того, чтобы гибко реагировать на требования электрооборудования и тем самым оправдывать вложенные в него средства.

В числе функций устройства: сменные интерфейсы, гибкие защитные функции и интегрированный редактор логики (CFC). Произвольно ранжируемые светодиоды и 6-строчный дисплей гарантируют однозначную и четкую индикацию состояния технологического процесса. Эта индикация в сочетании с девятью функциональным клавишами позволяет персоналу быстро и уверенно реагировать на любую ситуацию. Все это обеспечивает высокую эксплуатационную надежность системы.

### Особенности

- Съемные клеммные блоки
- Задаваемые с помощью программного обеспечения DIGSI уровни сигналов на дискретных входах (3 уровня)
- 9 программируемых функциональных клавиш
- 6-строчный дисплей
- Батарейный отсек на передней панели
- Разъем USB на передней панели
- 2 дополнительных интерфейса связи
- МЭК 61850 с резервированием (электрич. или оптич.)
- Непосредственный обмен данными между устройствами по сети Ethernet (МЭК 61850 GOOSE)
- Синхронизация времени с точностью до миллисекунды по сети Ethernet с помощью протокола SNTP
- Входы для подключения к слаботочным измерительным трансформаторам тока и трансформаторам напряжения согласно МЭК 61869-6 (ранее МЭК 60044-7 и МЭК 60044-8)

**Рис. 3/1** 7SJ81 Вид спереди

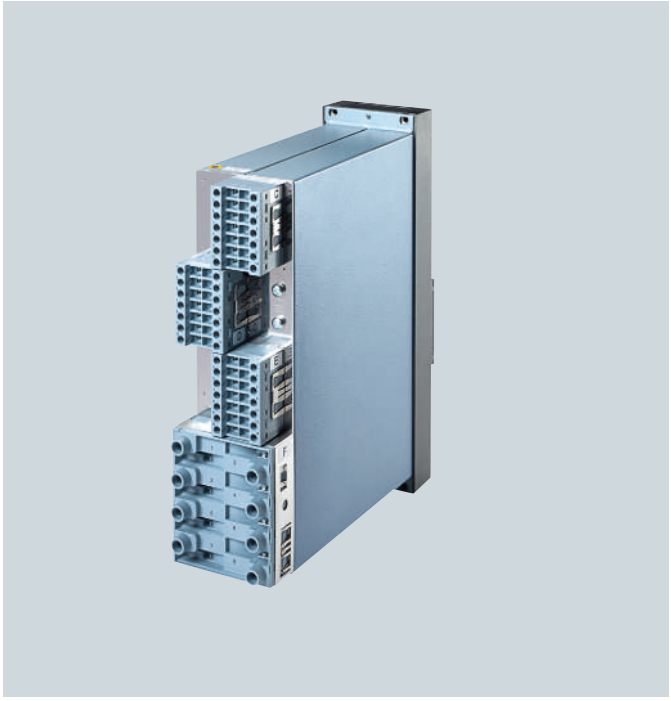


**Рис. 3/2** 7SJ81 Вид сзади

# Максимальная токовая защита с выдержкой времени 7SJ81

## Для подключения к маломощным измерительным трансформаторам — обзор функций

| Функции защиты | Стандарт МЭК | Стандарт ANSI. |
|---|---|---|
| Максимальная токовая защита с выдержкой времени | $I>$, $I>>$, $I>>>$, $I_E>$, $I_E>>$, $I_E>>>$; $I_p$, $I_{Ep}$ | 50, 50N; 51, 51N |
| Направленная токовая защита с выдержкой времени | $I_{dir.}>$, $I_{dir.}>>$, $I_{p\ dir.}$ | 67 |
| Направленная токовая защита от замыканий на землю | $I_{Edir.}>$, $I_{Edir.}>>$, $I_{Ep\ dir.}$ | 67N |
| Направленное/ненаправленное чувствительное обнаружение замыкания на землю | $I_{EE}>$, $I_{EE}>>$, $I_{EEp}$ | 67Ns, 50Ns |
| Защита от повышения напряжения нулевой последовательности | $U_E$, $U_0$ | 59N |
| Блокировка при бросках тока намагничивания | | |
| Контроль цепей отключения | | 74TC |
| Контроль минимального тока | $I<$ | 37 |
| Защита от тепловой перегрузки | $\vartheta>$ | 49 |
| Защита от повышения и снижения напряжения | $U<$, $U>$ | 27/59 |
| Защита от повышения и снижения частоты | $f<$, $f>$ | 81O/U |
| УРОВ | | 50BT |
| Защита от несимметричной нагрузки | $I_2>$ | 46 |
| Контроль чередования фаз | $L_A$, $L_B$, $L_C$ | 47 |
| Автоматическое повторное включение | | 79 |
| Определение места повреждения | | 21FL |
| Блокировка повторного включения/Lockout | | 86 |
| Контроль перетока мощности в прямом и обратном направлении | $P<>$, $Q<>$ | 32 |
| Коэффициент мощности | cos φ | 55 |
| Защита по скорости изменения частоты | df/dt | 81R |

**Таблица 3/1** Обзор функций

*Функции управления / программируемая логика*

- Управляющие команды для силовых выключателей и разъединителей
- Управление через клавиатуру, дискретные входы, DIGSI 4 или SCADA-систему
- Определяемая пользователем, с помощью редактора CFC, логика (например, оперативная блокировка).

*Функции контроля*

- Измеряемые эксплуатационные параметры I, f
- Измеряемые рабочие характеристики Wp, Wq
- Контроль износа силовых выключателей
- Минимальные и максимальные значения
- Контроль исправности цепей напряжения
- Контроль цепей отключения
- Сохранение 8 осциллограмм повреждения.

*Интерфейсы связи*

- Системные и сервисные интерфейсы
  - МЭК 61850 Издание 1 и 2
  - МЭК 60870-5-103
  - PROFIBUS-DP
  - DNP 3.0
  - MODBUS RTU
- Интерфейс Ethernet для DIGSI 4
- Интерфейс USB для DIGSI 4.

*Аппаратная часть*

- 4 токовых входа
- 0/3 входов напряжения
- 3 / 7 дискретных входов (уровни входных сигналов задаются программно)
- 5 / 8 дискретных выходов (2 переключающих контакта)
- 1 контакт сигнализации текущего состояния
- Съемные блоки винтовых клемм для цепей напряжения.

# Максимальная токовая защита с выдержкой времени 7SJ81

## Для подключения к маломощным измерительным трансформаторам — применение

SIPROTEC Compact 7SJ81 — это цифровое устройство релейной защиты, дополненное функциями управления и контроля. Эта особенность повышает экономичность ведения технологического процесса и гарантирует надежность энергоснабжения. Локальное управление устройством организовано предельно эргономично. На большом, хорошо читаемом дисплее размещается максимум информации.

### Управление

Интегрированная функция управления обеспечивает управление разъединителями и силовыми выключателями с пульта управления, через дискретные входы, через ПО DIGSI 4 или управляющие устройства (например, SICAM).

### Программируемая логика

Встроенные логические функции позволяют пользователю С помощью графического пользовательского интерфейса реализовывать собственные функции для автоматизации ячеек КРУ (блокировка) или ОРУ и формировать собственные сигналы.

### Измеряемые рабочие величины

Широкий набор измеряемых эксплуатационных параметров, предельных и счетных значений повышает качество ведения технологического процесса и облегчает ввод в эксплуатацию устройства.

### Оперативная информация о работе оборудования

Рабочий процесс на подстанции документируется путем сохранения в памяти устройств сигналов о повреждениях, сообщений об ошибках, наборов данных о повреждениях и статистики.

### Защита линий

Устройства 7SJ81 применяются для защиты линий с заземленной, глухозаземленной, изолированной и компенсированной нейтралью.

### Защита трансформаторов

При использовании в качестве резервной защиты в дополнение к дифференциальной защите трансформаторов, устройства 7SJ81 решают все задачи резервной защиты.

Блокировка при броске тока намагничивания эффективно предотвращает пуск защиты при протекании этого тока.

### Резервная защита

В качестве резервной защиты устройство 7SJ81 имеет универсальное применение.

### Коммутационные аппараты среднего напряжения

Все устройства оптимально соответствуют требованиям использования в сетях среднего напряжения. В распределительных шкафах, как правило, отпадает необходимость в отдельных измерительных приборах (для измерения тока, напряжения, частоты...), измерительных преобразователях и дополнительных управляющих компонентах.



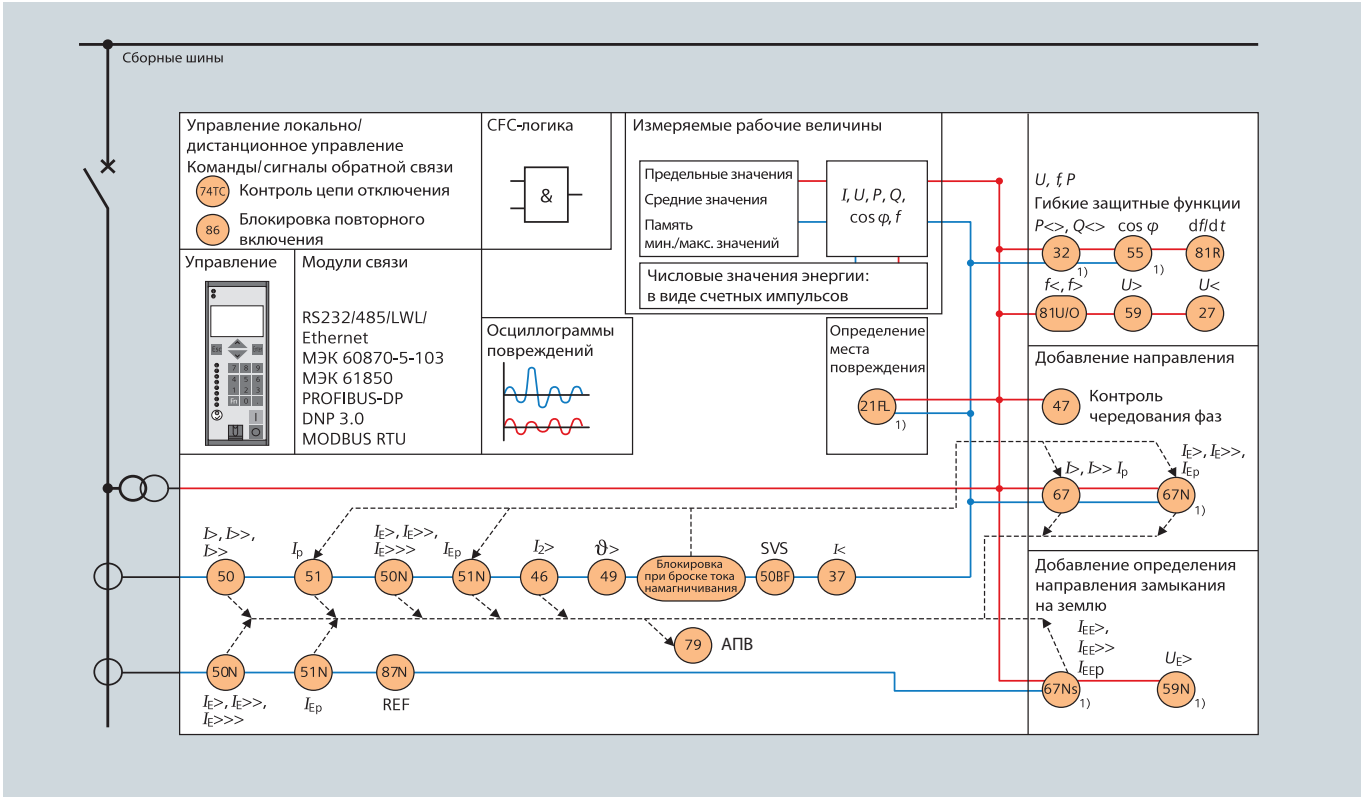



**Рис. 3/3** Объем функций

### Функции защиты

#### Максимальная токовая защита с выдержкой времени (ANSI 50, 50N, 51, 51N)

Эта функция основана на фазоселективном измерении трех фазных токов и тока на землю (4 измерительных трансформатора). Имеются 3 ступени максимальной токовой защиты с независимой от тока выдержкой времени (UMZ), как для фазной МТЗ, так и для МТЗ нулевой последовательности. Пороговый ток и выдержка времени регулируются в широких пределах для каждой ступени. Кроме того, можно подключать обратно-зависимые характеристики выдержки времени МТЗ (AMZ).

#### Характеристики возврата

Для согласования по времени с электромеханическими реле действуют характеристики возврата в соответствии с МЭК 60255-3 или BS142 и ANSI-стандартом C37.112. При использовании характеристики возврата (эмуляция диска) после исчезновения тока повреждения начинается процесс возврата, который соответствует обратному вращению индукционного диска электромеханических реле («эмуляция диска»).

#### Доступные AMZ-характеристики

| Характеристики по | МЭК 60255-3 | ANSI / IEEE |
|---|---|---|
| Нормально-инверсная | • | • |
| Кратко-инверсная | | • |
| Длительно-инверсная | • | • |
| Умеренно-инверсная | | • |
| Сильно-инверсная | • | • |
| Предельно-инверсная | • | • |

**Таблица 3/3** Доступные AMZ-характеристики

#### Блокировка при броске тока намагничивания

Если при вдключении трансформатора фиксируется наличие второй гармоники, пуск ступеней $I>$, $I_p$, $I>_{dir}$ и $I_{p\ dir}$ блокируется.

#### Динамическое переключение уставок

В дополнение к статическому переключению групп уставок, уставки пуска и времена срабатывания для направленных и ненаправленных функций максимальной токовой защиты с выдержкой времени могут переключаться динамически. Критерием для переключения может быть положение силового выключателя, готовность АПВ или сигнал на дискретном входе.

#### Чувствительное обнаружений замыканий на землю (ANSI 50Ns, 51Ns, 50N, 51N)

В сетях с высокоомным заземлением нейтрали чувствительный входной трансформатор подключается к кабельному измерительному трансформатору.

Функция может применяться также в нечувствительном режиме, в качестве дополнительной защиты от короткого замыкания.

#### Направленная защита сравнения направлений (перекрестное подключение)

Она используется для селективной защиты участков сети с двусторонним питанием, т.е. без отрицательного влияния времени согласования. Защита по сравнению направлений удобна в том случае, если расстояния между подстанциям незначительны, и имеются контрольные кабели для передачи сигнала. Вместе с защитой по сравнению направлений линию также защищает направленная МТЗ, выполняющая функции резервной защиты. При работе с подключением к замкнутой цепи определяется обрыв линии передачи.

#### Направленная максимальная токовая защита с выдержкой времени (ANSI 67, 67N)

Определение направления происходит в устройстве 7SJ81 фазоселективно и отдельно для междуфазных замыканий и замыканий на землю. По две ступени для фазной МТЗ и для МТЗ НП работают независимо от ненаправленных ступеней максимальной токовой защиты и имеют независимую от нее регулировку порога срабатывания и выдержки времени.

По выбору можно использовать обратнонаправленные характеристики максимальной токовой защиты с обратнозависимой выдержкой времени (AMZ). Характеристики срабатывания можно поворачивать на180 градусов в обе стороны от относительно нуля.

При работе с напряжением по памяти, можно надежно определять направление даже при повреждениях вблизи места установки защиты.

Если измеренное напряжение слишком мало для определения направления, решение о направлении принимается по сохраненным значениям напряжения. Если память пуста, срабатывание происходит согласно схеме ступени.

Для функции защиты от замыканий на землю можно выбрать, как определять направление — по значениям составляющих нулевой последовательности или по значениям составляющих обратной последовательности. Использовать последний способ имеет смысл, когда напряжение нулевой последовательности из-за неблагоприятного сопротивления нулевой последовательности становится очень малым.

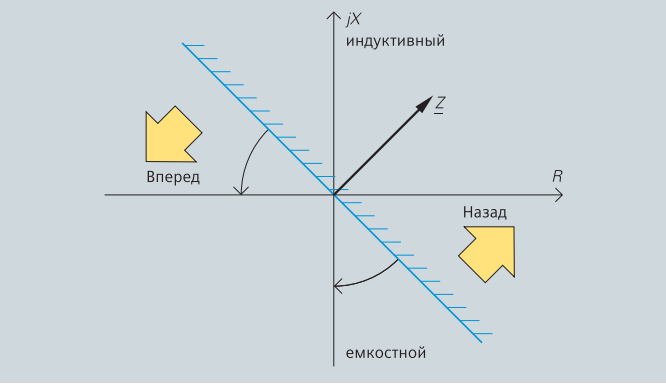



**Рис. 3/4** Характеристика направленности направленной максимальной токовой защиты с выдержкой времени

## Для подключения к маломощным измерительным трансформаторам — описание функций



### Чувствительной определение направления при замыканиях на землю (ANSI 59N / 64, 67Ns / 67N)

Для сетей с изолированной и компенсированной нейтралью направление перетока мощности определяется по системе нулевой последовательности из тока нулевой последовательности $I_0$ и напряжения нулевой последовательности $U_0$. В сетях с изолированной нейтралью при этом оценивается реактивная составляющая тока, в сетях с компенсированной нейтралью — активная составляющая тока. Для сетей с особыми условиями (высокоомное заземление нейтрали с активно-емкостным током замыкания на землю или глухозаземленная нейтраль с активно-индуктивным током) допускается поворачивать характеристику срабатывания на 45 градусов в обе стороны (см. рис. 3/5).

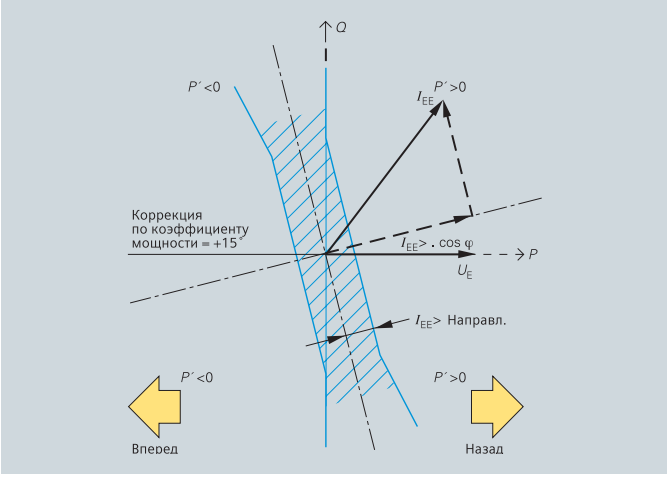



**Рис. 3/5** Характеристика направленности чувствительной регистрации направления замыкания на землю с измерением косинуса для сетей с компенсированной нейтралью

### Автоматическое повторное включение (ANSI 79)

Количество повторных включений определяется для каждого конкретного. Если это количество повторных включений выполнено, а повреждение не устранено, происходит окончательное отключение.

Возможные функции:

3-фазное АПВ при всех типах повреждений

Отдельные настройки для междуфазных повреждений и замыканий на землю

Многократные АПВ, один короткий цикл прерывания и до девяти длинных

Пуск АПВ в зависимости от команды на отключение ($I_2$>, $I$>>, $I_p$, $I_{dir}$>)

Возможность блокировки АПВ через дискретный вход

Внешний пуск АПВ или пуск от через CFC-логику

Направленные и ненаправленные ступени максимальной токовой защиты могут, в зависимости от цикла, блокироваться или срабатывать без выдержки времени.

В зависимости от готовности АПВ может быть активировано динамическое переключение параметров направленных и ненаправленных ступеней максимальной токовой защиты.

### Защита от повышения напряжения (ANSI 59)

Двухступенчатая защита от повышения напряжения распознает недопустимо высокое напряжение в сетях и электрических машинах.По выбору эта функция может работать с напряжениями «фаза — фаза» или «фаза — земля», а также с напряжениями прямой и обратной последовательности.

### Защита от снижения напряжения (ANSI 27).

Двухступенчатая защита от снижения напряжения защищает, в частности, электрические машины (насосы гидроаккумуляторов и электродвигатели) от последствий опасного падения напряжения. Она отключает машины от сети и предотвращает их работу в таком режиме с возможной потерей синхронизма.

Физически правильное поведение защиты машин достигается путем оценки составляющих прямой последовательности. При этом функция защиты работает в широкой полосе частот (45-55 Гц, 55-65 Гц), чтобы обеспечить защиту вращающихся по инерции двигателей, когда частота снижается.

По выбору эта функция может работать с напряжениями «фаза — фаза» или «фаза — земля», а также с напряжением прямой последовательности. Кроме того, она может осуществлять контроль по току.

### Защита по частоте (ANSI 81O / U)

Может использоваться как защита от повышения или как защита от снижения частоты. Защищает машины и элементы установок от последствий отклонения числа оборотов от номинального (вибрация, перегрев и т. д.). Обнаружив изменение частоты в сети, защита, в зависимости от заданного значения частоты, отключает заранее выбранных потребителей. Защита применяется в широком диапазоне частот (40-60 Гц для 50 Гц, 50-70 Гц для 60 Гц). Она выполняется 4-ступенчатой (по выбору: повышение частоты, снижение частоты или вывод ступени). Каждая ступень имеет свою выдержку времени. Блокировка защиты по частоте может выполняться через дискретный вход или с использованием ступени защиты от снижения напряжения.

### Определение места повреждения (ANSI 21FL)

Функция определения места повреждения указывает расстояние до места повреждения и сопротивление этого участка. Результаты выводятся в омах, километрах (милях) и в процентах от длины линии.

### Пользовательские функции (ANSI 32, 51V, 55 и т. д.)

Дополнительные функции могут быть реализованы с помощью CFC или гибких защитных функций. Типичные примеры таких функций: регулирование защиты от реверса мощности, максимальная токовая защита с выдержкой времени, определение угла сдвига фаз и напряжения нулевой последовательности.

## Для подключения к маломощным измерительным трансформаторам — описание функций



### Защита обратной последовательности от несимметричной нагрузки (ANSI 46)

При защите линий двухступенчатая защита от несимметричной нагрузки предлагает возможность обнаружения высокоомных двухфазных повреждений, а также обнаружения со стороны высшего напряжения трансформатора однофазных повреждений, имеющихся на стороне низшего напряжения трансформатора, например, с векторной группой соединения Dy 5.

Тем самым можно реализовать резервную защиту от высокоомных повреждений за трансформатором.

### УРОВ (ANSI 50BF)

Если после команды защиты на отключение поврежденный участок не отключается, то УРОВ может выдать другую команду, действующую, например, на силовой выключатель вышестоящего устройства защиты.

Отказ выключателя распознается, если после выдачи команды на отключение ток в соответствующем ответвлении продолжает протекать. Дополнительно можно проанализировать сигналы обратной связи о положении выключателя.

### Гибкие защитные функции

Устройства 7SJ81 предлагают возможность простого добавления до 20 дополнительных функций защиты.

Для этого путем параметрирования стандартная логика защиты связывается с произвольными параметрами (измеряемыми или рассчитываемыми). Стандартная логика состоит из обычных элементов защиты, таких как инициирующие сигналы, регулируемые выдержки времени, команды на отключение, варианты блокировок и т. д.

Величины тока, напряжения, мощности, а также коэффициент мощности могут оцениваться как пофазно, так и одновременно для трех фаз.

Почти все величины можно использовать в качестве больших или малых ступеней. Все ступени работают с приоритетом защиты или со скоростью защиты.

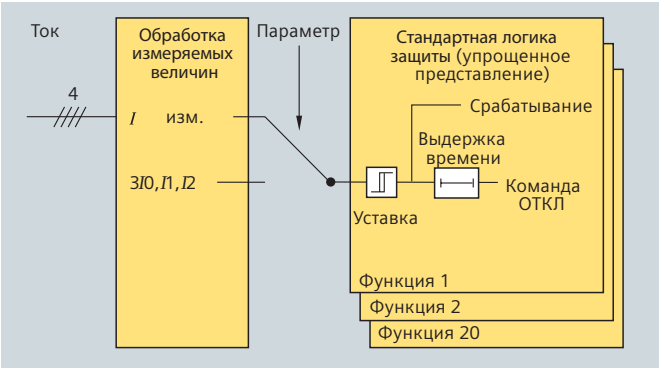



**Рис. 3/4** Принцип реализации гибких защитных функций

Далее перечислены имеющиеся в распоряжении характеристики ступеней и функций защиты:

| Функция | ANSI |
|---|---|
| $I>$, $I_E>$ | 50, 50N |
| $U<$, $U>$, $U_E>$ | 27, 59, 59N |
| $3I_0>$, $I_1>$, $I_2>$, $I_2/I_1>$, $3U_0>$, $U_1><$, $U_2><$ | 50N, 46, 59N, 47 |
| $P><$, $Q><$ | 32 |
| $\cos\varphi$ | 55 |
| $f><$ | 81O, 81U |
| $df/dt><$ | 81R |

**Таблица 3/4** Реализуемые гибкие защитные функции

### Контроль цепи отключения (ANSI 74TC)

Один или два дискретных входа можно использовать для контроля соленоидов отключения силового выключателя вместе с его выводами. При обрыве цепи отключения срабатывает аварийная сигнализация.

### Блокировка повторного включения / Lockout (ANSI 86)

Состояние всех дискретных выходов может индицироваться светодиодами и сбрасываться клавишей сброса светодиодов. При пропадании питания состояния сохраняются. Повторное включение возможно только после квитирования.

### Защита от тепловой перегрузки (ANSI 49)

Для защиты кабелей и трансформаторов реализована защита от тепловой перегрузки с интегрированной ступенью предупредительной сигнализации по температуре и току. Температура определяется с помощью тепловой модели первого рода (МЭК 60255-8), которая учитывает приток энергии к электрообору-дованию и ее отдачу в окружающую среду, и соответственно стабилизирует температуру. Таким образом, учитывается предварительная нагрузка и ее колебания.

### Параметрируемые времена возврата

Если устройства используются параллельно с электромеханическими реле в сетях с периодическими повреждениями, то длительные времена возврата электромеханических устройств (несколько сот миллисекунд) могут привести к проблемам с уставками времени. Четкая работа ступеней защиты возможна только в том случае, если времена возврата приблизительно одинаковы.

По этой причине, для некоторых функций защиты (максимальная токовая защита с выдержкой времени, защита от замыканий на землю, защита от несимметричной нагрузки) допускается параметрирование времен возврата.

### Контроль минимального тока (ANSI 37)

Эта функция распознает внезапно снижающийся из-за уменьшения нагрузки ток. Тем самым обнаруживается, например, поломка вала, сухой ход насосов или отказ вентиляции.

### Дополнительные функции

#### Измеряемые значения

Из измеренных величин тока и напряжения рассчитываются их эффективные значения, а также Cos φ, частота, активная и реактивная мощность. Для обработки измеренных значений используются следующие функции:

- Токи $I_{L1}$, $I_{L2}$, $I_{L3}$, $I_N$, $I_{EE}$
- Симметричные компоненты $I_1$, $I_2$, $3I_0$; $U_1$, $U_2$, $3U_0$
- Средние, а также минимальные и максимальные значения тока и напряжения
- Счетчик времени работы
- Температура электрооборудования при перегрузке
- Контроль предельных значений.

  Обработка предельных значений происходит с помощью свободно-программируемой логики в редакторе CFC. От сигналов предельных значений могут отводиться команды.
- Подавление нулевого значения

  В определенном диапазоне очень малых измеренных величин значение обнуляется, чтобы снизить погрешности.

#### Счетно-импульсные величины

Если имеется внешний счетчик с числоимпульсным выходом, устройство 7SJ81 может регистрировать импульсы на своем сигнальном входе и обрабатывать их. Числовые значения энергии отображаются на дисплее и передаются дальше в систему АСУ ТП.

Существует разница между отданной и полученной, а также между активной и реактивной энергией.

#### Износ и остаточный срок службы силовых выключателей

Путем определения степени износа контактов и остаточного срока службы силовых выключателей можно скорректировать интервалы их обслуживания в соответствии с фактической степенью износа. Тем самым, снижаются затраты на текущий ремонт и обслуживание.

Математически точных способов расчета износа и остаточного срока службы силовых выключателей, которые учитывали бы физические условия в дугогасительной камере, возникающие в ней при разрыве дуги в момент размыкания, не существует.

По этой причине сложились разные способы определения износа выключателей, отражающие разные философии. С учетом этого, устройства предлагают несколько способов:

- $\Sigma I$
- $\Sigma I^x$, with x = 1..3
- $\Sigma i^2t$.

Дополнительно устройства предлагают новый способ определения остаточного срока службы выключателей:

- Двухточечный способ.

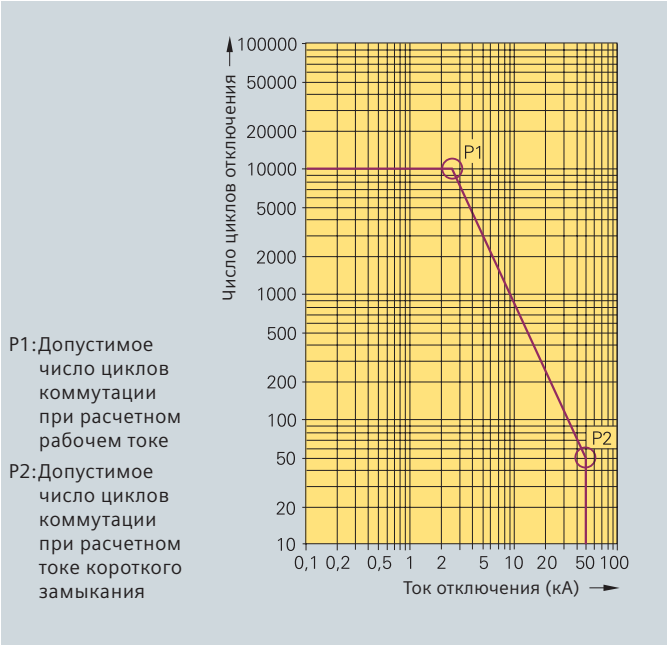



**Рис. 3/5** Допустимое число циклов коммутации, в зависимости от размыкаемого тока

Исходной базой для этого способа служит двойная логарифмическая диаграмма переключения, предоставляемая производителем выключателя (см. рисунок) и измеренный в момент размыкания контактов размыкаемый ток. Двухточечным способом после размыкания выключателя рассчитывается число еще возможных циклов переключения. Для этого на устройстве необходимо задать всего две точки, P1 и P2, которые можно найти в технических характеристиках выключателя.

Все способы осуществляются фазоселективно и могут дополняться предельными значениями, при превышении или не достижении которых (в случае определения остаточного срока службы) срабатывает аварийная сигнализация.

#### Ввод в эксплуатацию

Устройство без труда вводится в эксплуатацию с помощью программы DIGSI 4. Возможно целенаправленное считывание состояния дискретных входов и установка дискретных выходов. Функции проверки коммутационных аппаратов (силовых выключателей, разъединителей) выполняются функциями переключения. Аналоговые измеряемые значения представлены широким набором эксплуатационных параметров. На время работ по техобслуживанию можно блокировать передачу информации в систему АСУ ТП.

Все сигналы, выдаваемые в ходе ввода устройства в эксплуатацию, могут помечаться, как испытательные.

#### Тестовый режим

Перед началом тестирования можно блокировать передачу на подключенное линейное оборудование всех сигналов, помеченных, как испытательные.

## Для подключения к маломощным измерительным трансформаторам — Примеры использования



### Радиальные сети

Общие указания:Самое малое время срабатывания имеют реле (D), наиболее удаленные от ввода питания. Вышестоящие реле должны устанавливаться относительно нижестоящих с шагом прибл. 0,3 с.

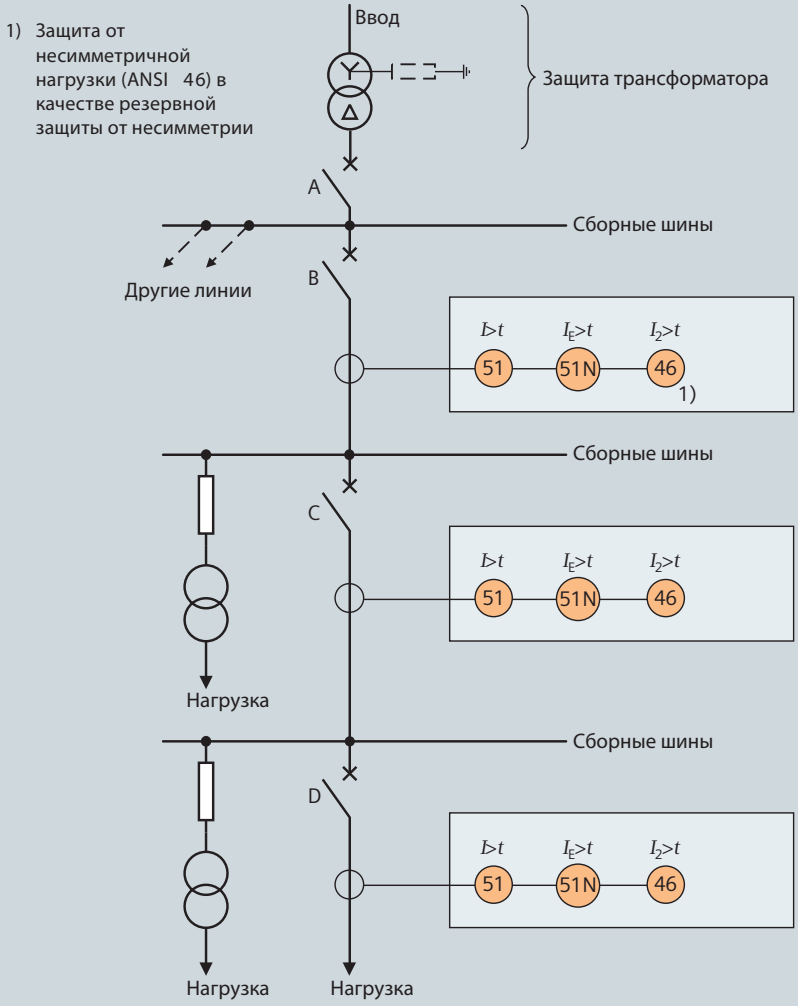



**Рис. 3/6** Концепция максимальной токовой защиты с выдержкой времени

### Обнаружение коротких замыканий на землю в сетях с изолированной или компенсированной нейтралью

Короткие замыкания на землю в сетях с изолированной или компенсированной нейтралью быстрее обнаруживаются с помощью чувствительного обнаружения направления замыкания на землю.

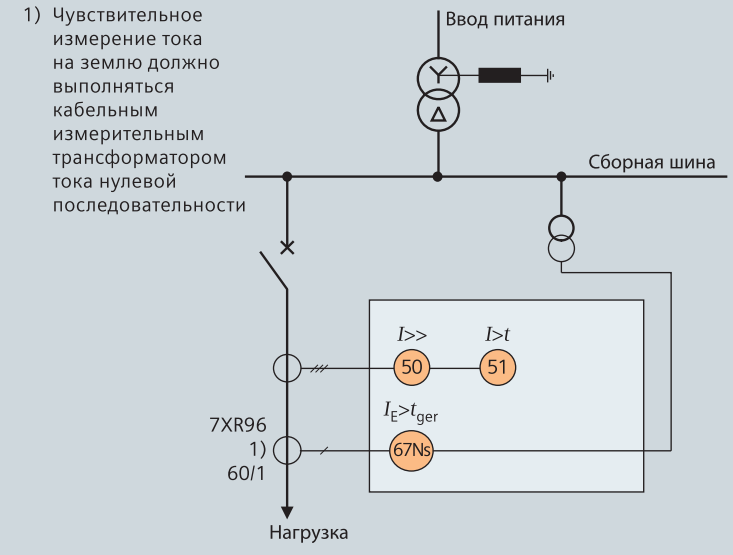



**Рис. 3/7** Концепция защиты для определения направления замыкания на землю

## Для подключения к маломощным измерительным трансформаторам — Примеры использования

### Защита трансформатора

Ступень максимального тока делает возможным ступенчатое срабатывание по току. Ступени максимальной токовой защиты работают как резервная защита для нижестоящих устройств защиты, а функция перегрузки защищает трансформатор от тепловой перегрузки.

Слаботочные однофазные замыкания на землю на стороне низшего напряжения трансформатора, которые в системе обратной последовательности выглядят, как произошедшие на стороне высокого напряжения, могут регистрироваться защитой от несимметричной нагрузки. Имеющаяся блокировка при броске тока намагничивания предотвращает срабатывание защиты при броске тока намагничивания трансформатора.

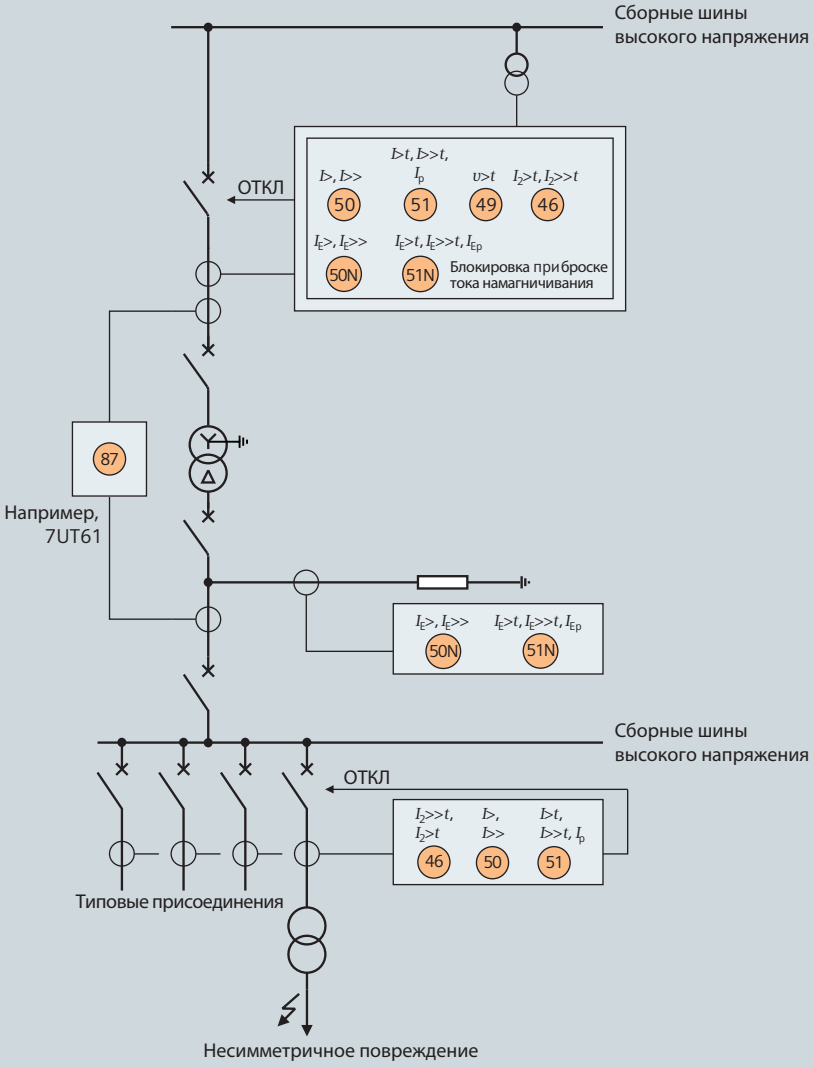



**Рис. 3/8** Типовая концепция защиты для одного трансформатора

### Кольцевая сеть

Путем сравнения направлений при двустороннем питании (кольцевая сеть) можно защитить 100 % линии с минимальной выдержкой времени. На линиях с двусторонним питанием нельзя добиться селективности, используя простую МТЗ с независимой выдержкой времени. Поэтому следует использовать направленную МТЗ. Ненаправленной МТЗ достаточно только на соответствующих ответвлениях от сборных шин.

Пуск ступеней происходит соответственно с противоположного конца.

Преимущество: 100-процентная защита линии в короткое время и простая настройка.

Недостаток: чем ближе к вводу питания, тем больше время выключения.

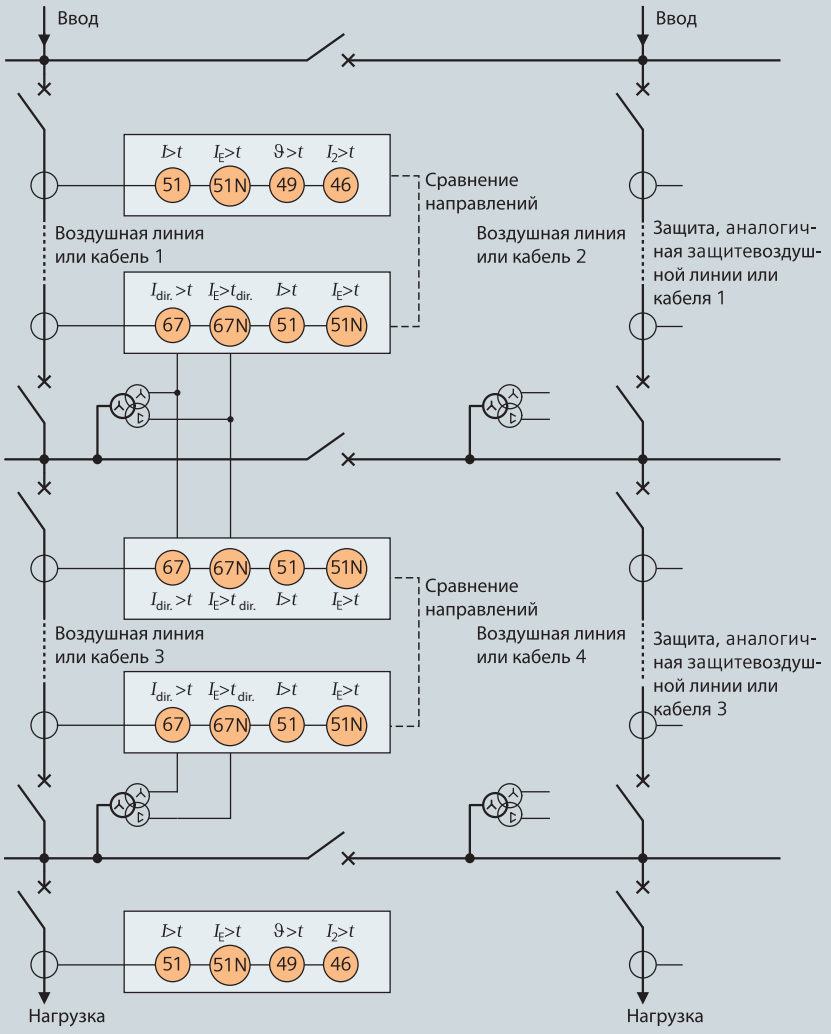



**Рис. 3/9** Концепция защиты кольцевых сетей

## Для подключения к маломощным измерительным трансформаторам — Примеры использования



### Защита сборных шин с помощью МТЗ с обратной блокировкой

Можно использовать на сборных шинах без значительного (< 0,25 x $I_{HOM}$) обратного перетока с присоединений.

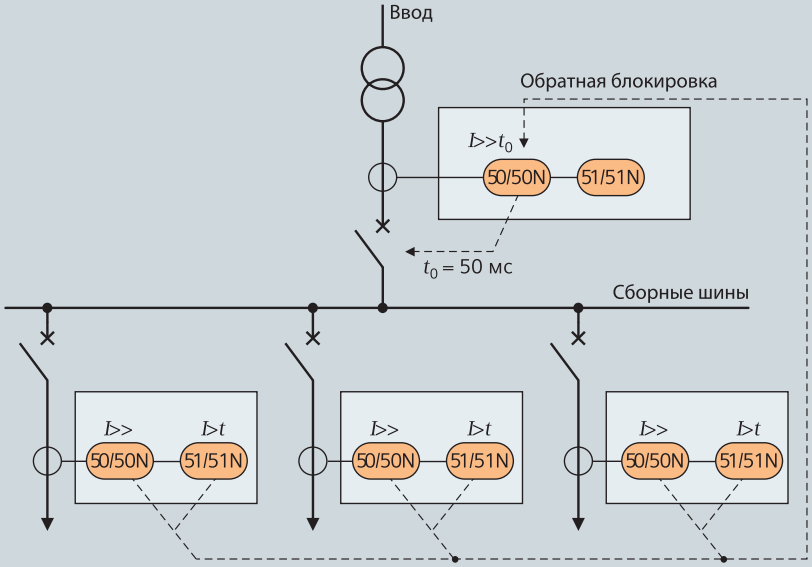



**Рис. 3/10** Защита сборных шин с обратной блокировкой

### Присоединения со сбросом нагрузки

В нестабильных сетях (изолированных, сетях аварийного питания при больницах) может потребоваться отключение от сети выбранных потребителей для защиты всей сети от перегрузки.

Функции максимальной токовой защиты с выдержкой времени эффективны только при коротком замыкании. Перегрузку генератора можно определить по падению частоты или напряжения.

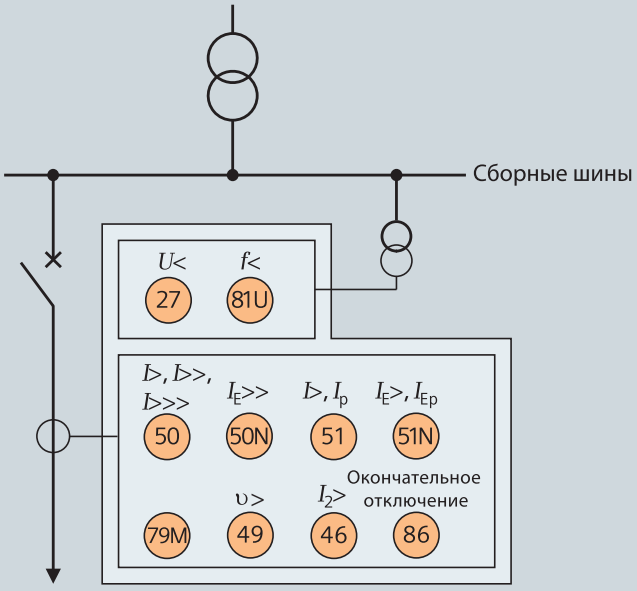



**Рис. 3/11** Присоединения со сбросом нагрузки

### Автоматическое повторное включение

Функция автоматического повторного включения (АПВ) может выполнять запуск и блокировку электрооборудования.На рисунке рядом показан пример блокировки ступеней максимального тока, в зависимости от циклов АПВ. Срабатывание ступеней максимальной токовой защиты с выдержкой времени (ступень I, Ip) происходит согласно карте селективности выдержек времени. Если на вводе предусмотрено АПВ, то в случае повреждения происходит быстрое отключение всех присоединений. Электрическая дуга гасится независимо от места повреждения.

Другие реле или предохранители не реагируют (схема Fuse Saving).

После успешного АПВ все потребители снова снабжаются электроэнергией. Если повреждение не устранилось, происходят следующие циклы АПВ. В зависимости от настройки АПВ быстродействующая ступень блокируется в первом, втором или третьем цикле, что означает пуск ступеней согласно карте селективности выдержек времени. В зависимости от места повреждения срабатывают более быстрые ступени реле максимальной токовой защиты с выдержкой времени, предохранители или реле на вводе питания.

Окончательно отключается только участок ответвления с устойчивым повреждением.

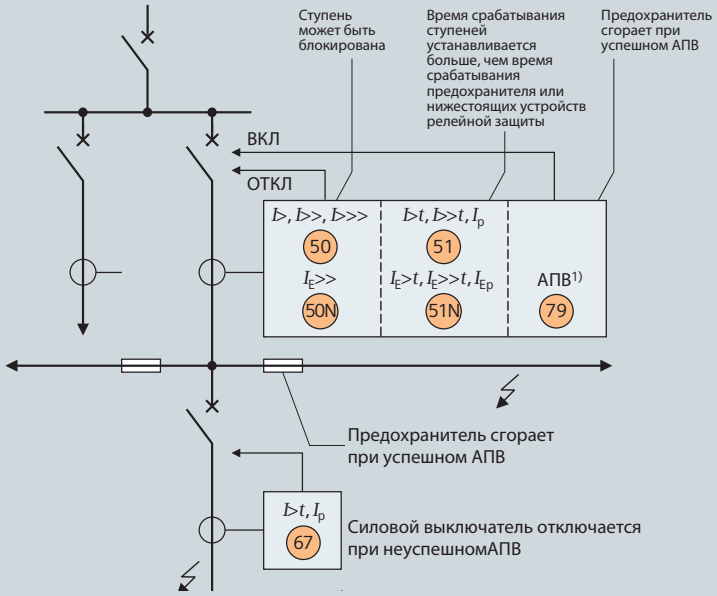



**Рис. 3/12** Автоматическое повторное включение

### Защита от реверса мощности при параллельных вводах питания

Если к сборной шине подходят более двух параллельных вводов питания, то при повреждении на одном из вводов, шины должны отключаться селективно, чтобы сохранить питание от оставшегося в работе ввода. Для этого необходимы устройства, способные фиксировать ток короткого замыкания, текущий от сборной шины в направлении ввода питания.

Максимальная токовая защита с выдержкой времени при этом обычно настраивается на ток, больший тока нагрузки. Отключить слаботочные повреждения она не в состоянии.

Защита от реверса мощности может быть настроена намного чувствительнее номинальной мощности, при этом она будет обнаруживать обратный переток мощности даже при слаботочных повреждениях с токами повреждения намного ниже тока нагрузки.

Защита от реверса мощности реализуется с помощью «гибких защитных функций»

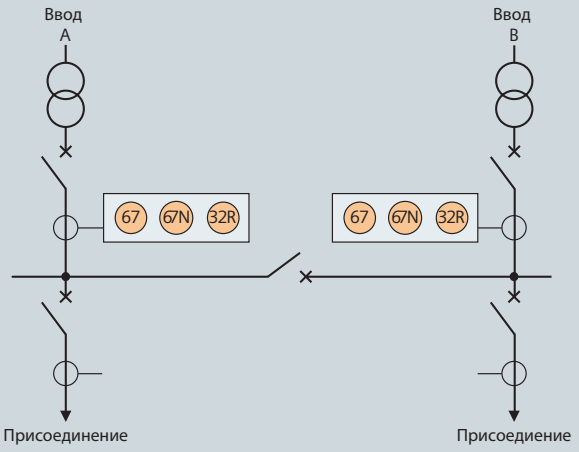



**Рис. 3/13** Защита от реверса мощности при параллельных вводах

# Максимальная токовая защита с выдержкой времени 7SJ81

## Для подключения к маломощным измерительным трансформаторам — Данные для выбора и заказа



| Описание | Заказной номер | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7SJ81 □ | 3 | - | 5 | E | B | □ | □ | - | 3 | F | A | □ | - | L | 0 | □ |
| 4 входа для сигналов маломощных трансформаторов тока<br>Оперативное напряжение 60/110/125/220/250 В пост. тока, 115/230 В перем. тока<br>Корпус для утопленного монтажа, винтовые зажимы<br>Для всех регионов, МЭК/ANSI, английский язык<br>С записью осциллограмм повреждений, с вычислением средних значений, с мин/макс-значениями | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Измерительные входы, дискретные входы и выходы** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Корпус 1/6 19"; 4 x I, 3 ДВх, 5 ДВых (2 переключающих контакта), 1 контакт готовности | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Корпус 1/6 19"; 4 x I, 7 ДВх, 8 ДВых (2 переключающих контакта), 1 контакт готовности | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Корпус 1/6 19"; 4 x I, 3 x U, 3 ДВх, 5 ДВых (2 переключающих контакта), 1 контакт готовности | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Корпус 1/6 19"; 4 x I, 3 x U, 7 ДВх, 8 ДВых (2 переключающих контакта), 1 контакт готовности | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Порт A (нижняя/передняя сторона устройства)** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Без оснастки | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | |
| МЭК 60870-5-103 или DIGSI 4/модем, электр. RS232 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | |
| МЭК 60870-5-103 или DIGSI 4/модем, электр. RS485 | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | |
| МЭК 60870-5-103 или DIGSI 4/модем, опт. 820 нм, разъем ST | | | | | | 3 | | | | | | | | | | | |
| PROFIBUS DP Slave, электр. RS485 | | | | | | 9 | | | | | | | | | L | 0 | A |
| PROFIBUS DP Slave, опт., двойное кольцо, разъем ST | | | | | | 9 | | | | | | | | | L | 0 | B |
| MODBUS, электр. RS485 | | | | | | 9 | | | | | | | | | L | 0 | D |
| MODBUS, опт. 820 нм, разъем ST | | | | | | 9 | | | | | | | | | L | 0 | E |
| DNP 3.0, электр. RS485 | | | | | | 9 | | | | | | | | | L | 0 | G |
| DNP 3.0, опт. 820 нм, разъем ST | | | | | | 9 | | | | | | | | | L | 0 | H |
| МЭК 60870-5-103, резервир., электр. RS485, разъем RJ45 | | | | | | 9 | | | | | | | | | L | 0 | P |
| МЭК 61850, 100 Мбит Ethernet, электр., двойн., разъем RJ45 | | | | | | 9 | | | | | | | | | L | 0 | R |
| МЭК 61850, 100 Мбит Ethernet, опт., двойн., разъем LC | | | | | | 9 | | | | | | | | | L | 0 | S |
| **Порт A (нижняя/передняя сторона устройства)** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Без оснастки | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | |
| С интерфейсом Ethernet (интерфейс DIGSI, без МЭК 61850, разъем RJ45) | | | | | | | 6 | | | | | | | | | | |
| **Функции** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Базовое исполнение** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **50/51** МТЗ с выдержкой времени от междуфазных КЗ $I>$, $I>>$, I>>>, $I_p$ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **50N/51N** Защита от коротких замыканий на землю $I_E>$, $I_E>>$, $I_E>>>$, $I_{Ep}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **50N(s)/51N(s)**[1] Чувствительная защита от замыканий на землю $I_{EE}>$, $I_{EE}>>$, $I_{EEp}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **49** Защита от перегрузки | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **74TC** Контроль цепи отключения | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **50BF** УРОВ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **46** Защита от несимметричной нагрузки | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **37** Контроль минимального тока | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **86** Блокировка повторного включения | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Переключение групп уставок | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Функции контроля | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Управление силовыми выключателями | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Гибкие защитные функции (токовые параметры) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Блокировка при броске тока намагничивания | | | | | | | | | | | F | A | [2] | | | | |
| **Измерение осциллограммы повреждений** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| С записью осциллограмм повреждений, с вычислением средних значений, с мин./макс. значениями | | | | | | | | 3 | | | | | | | | | |

1) В зависимости от слаботочного трансформатора тока в цепи заземления, функция является чувствительной (INs) или нечувствительной (IN).

2) только если пункт 6 = **1** или **2**

## Для подключения к маломощным измерительным трансформаторам — Данные для выбора и заказа

| № ANSI | Описание | № для заказа |
|---|---|---|
| | | □□□ |
| | **Базовое исполнение +направленная чувствительная защита от коротких замыканий на землю + направленная фазная МТЗ + защита по напряжению и частоте** | F C [3] |
| **67** | Направленная МТЗ от междуфазных КЗ, $I>$, $I>>$, $I>>>$, $I_p$ | |
| **67N** | Направленная защита от коротких замыканий на землю, $I_E>$, $I_E>>$, $I_E>>>$, $I_{Ep}$ | |
| **67Ns**[1] | Направленная чувствительная защита от коротких замыканий на землю, $I_{EE}>$, $I_{EE}>>$, $I_{EEp}$ | |
| **59N** | Защита от замыканий на землю по напряжению нулевой последовательности | |
| **27/59** | Защита от снижения/повышения напряжения | |
| **81U/O** | Защита от снижения/повышения частоты, f<, f> | |
| **47** | Чередование фаз | |
| **32/55/81R** | Гибкие защитные функции (парам. из тока и напряж.): защита по напряжению, защита от реверса мощности, защита от изменения коэффициента мощности, защита по скорости изменения частоты | |
| | **Автоматическое повторное включение (АПВ), ОМП** | |
| | без АПВ, без ОМП | **0** |
| **79** | с АПВ | **1** |
| **21FL** | с ОМП (только если пункт 6 = 3 или 4) | **2** |
| **79/21FL** | с АПВ, с ОМП (только если пункт 6 = 3 или 4) | **3** |

1) В зависимости от слаботочного трансформатора тока нулевой последовательности, функция является чувствительной (INs) или нечувствительной (IN).

2) Только если пункт 6 = **1** или **2**

3) Только если пункт 6 = **3** или **4**

Подробный обзор технических характеристик (выписка из руководства по эксплуатации) можно найти по адресу: http://www.siemens.com/siprotec

## Для подключения к маломощным измерительным трансформаторам — назначение зажимов



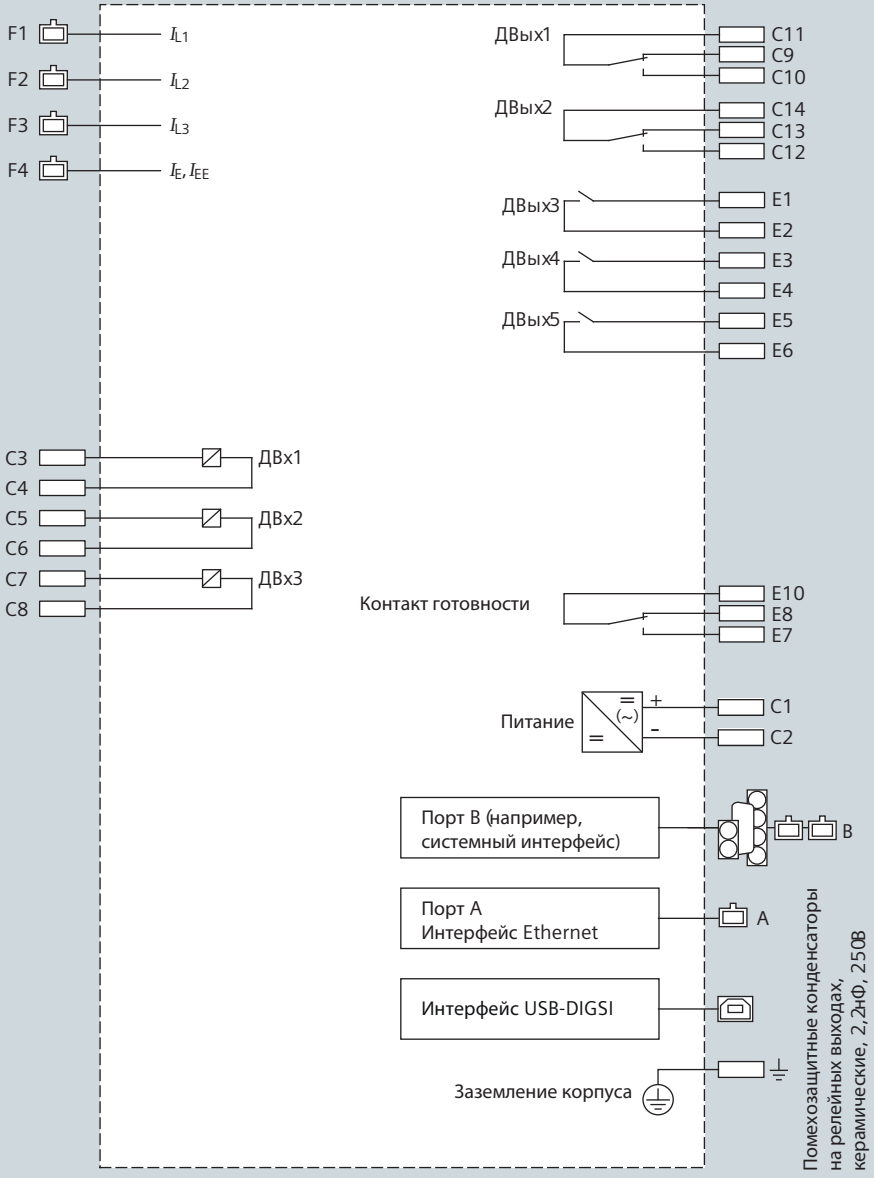



**Рис. 3/14** Схема подключения устройства 7SJ811

## Для подключения к маломощным измерительным трансформаторам — назначение зажимов



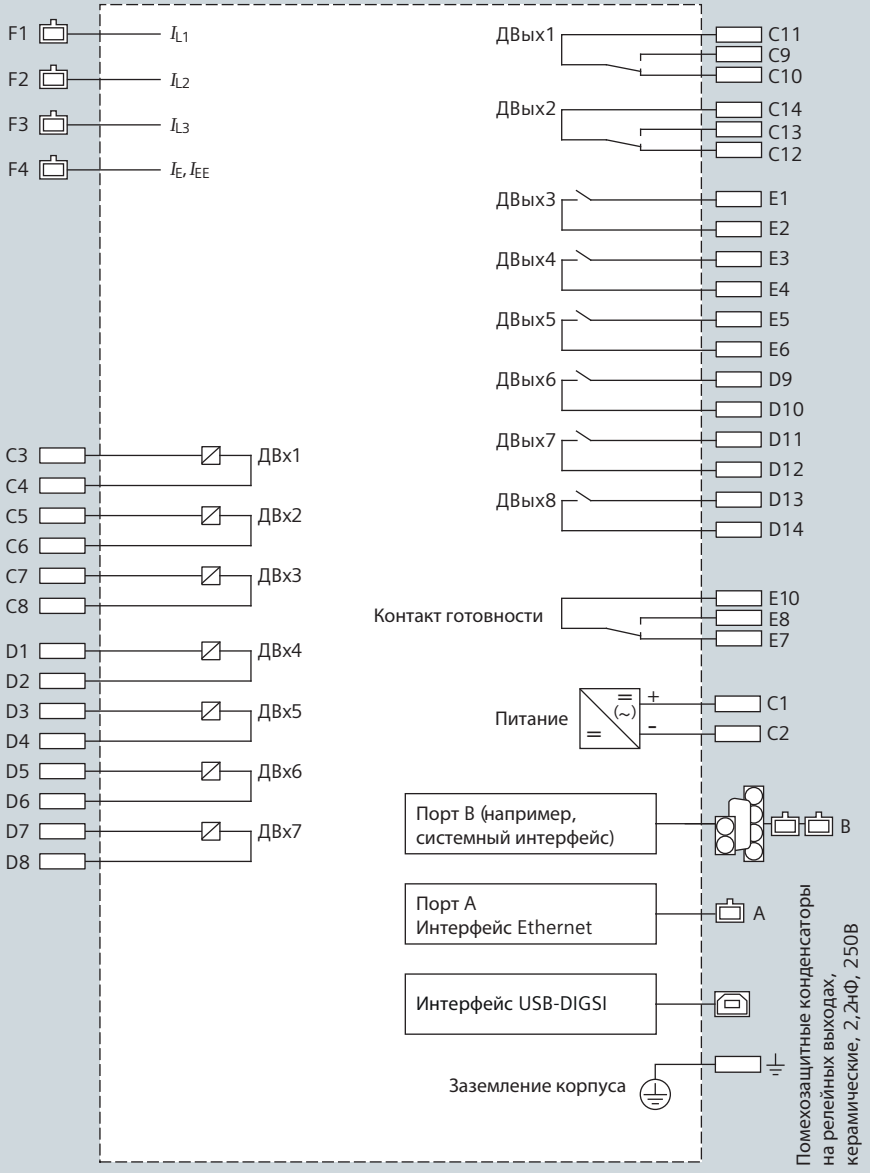



**Рис. 3/15** Схема подключения устройства 7SJ812

## Для подключения к маломощным измерительным трансформаторам — назначение зажимов



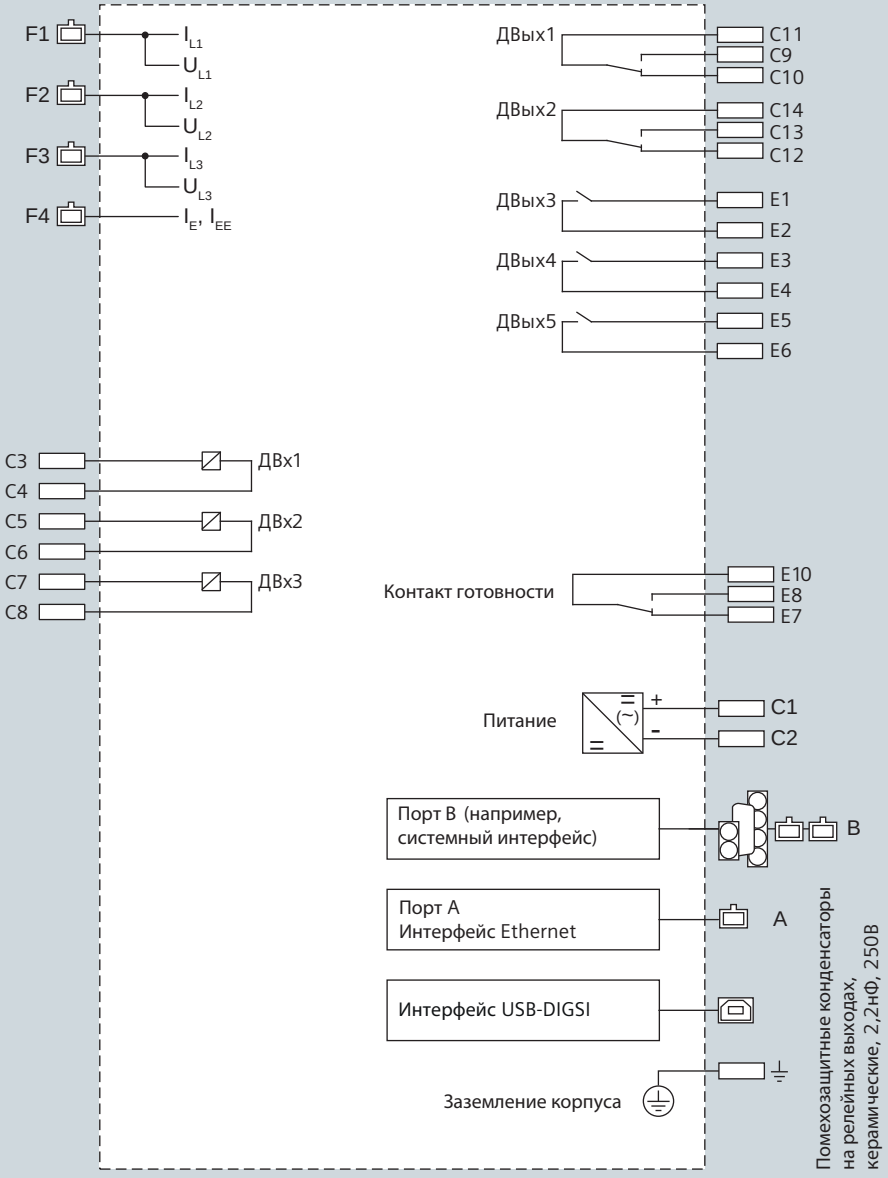



**Рис. 3/16** Схема подключения устройства 7SJ813

## Для подключения к маломощным измерительным трансформаторам — назначение зажимов



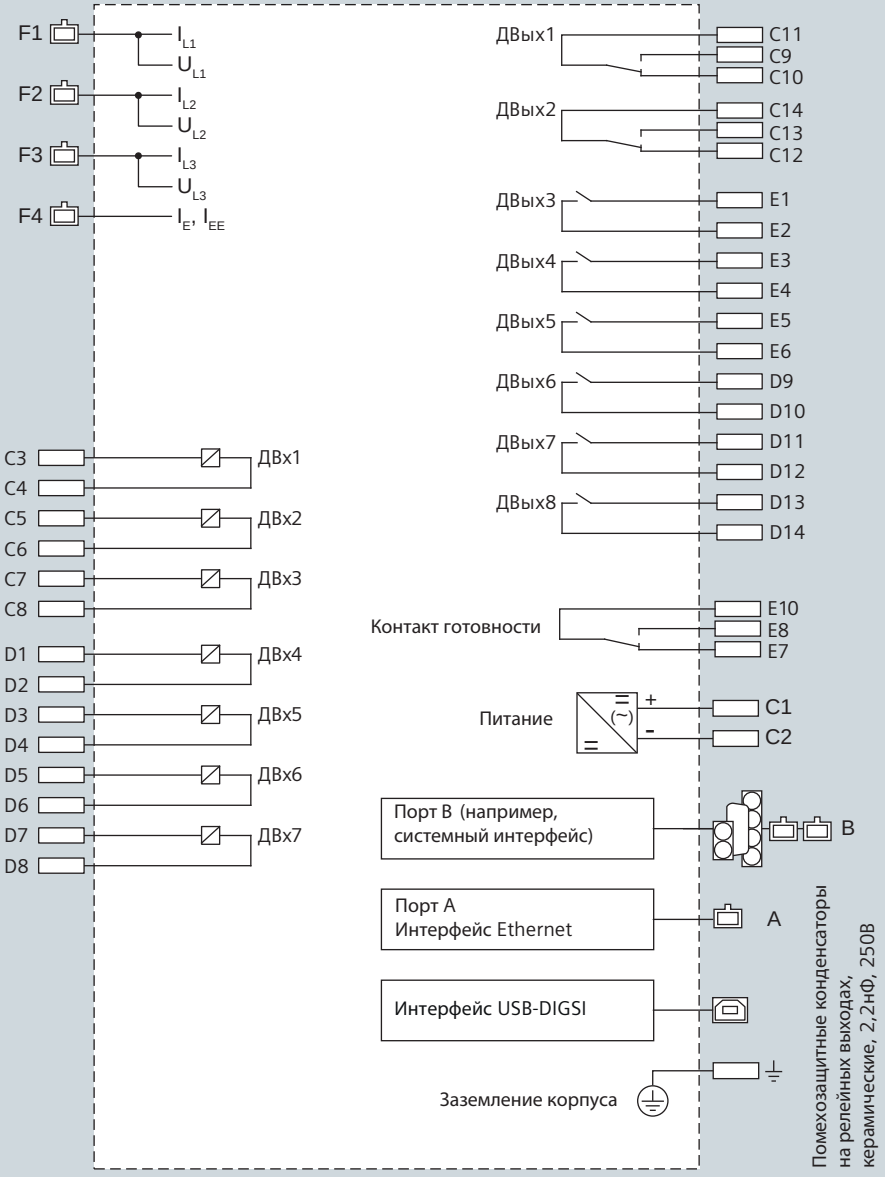



**Рис. 3/17** Схема подключения устройства 7SJ814

## Для подключения к маломощным измерительным трансформаторам — примеры подключения

### Стандартные способы подключения

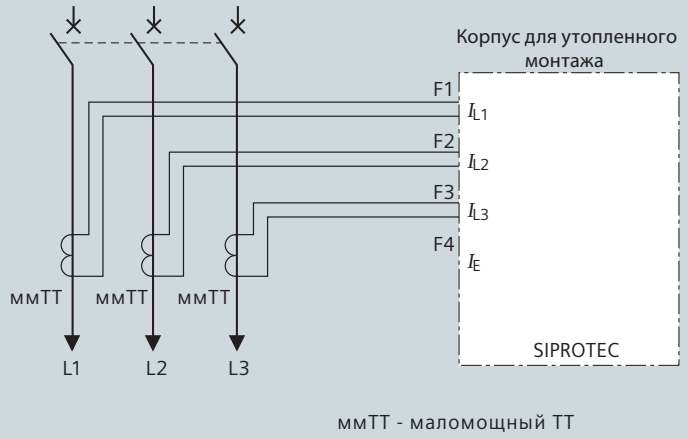



**Рис. 3/18** Схема подключения устройства 7SJ81

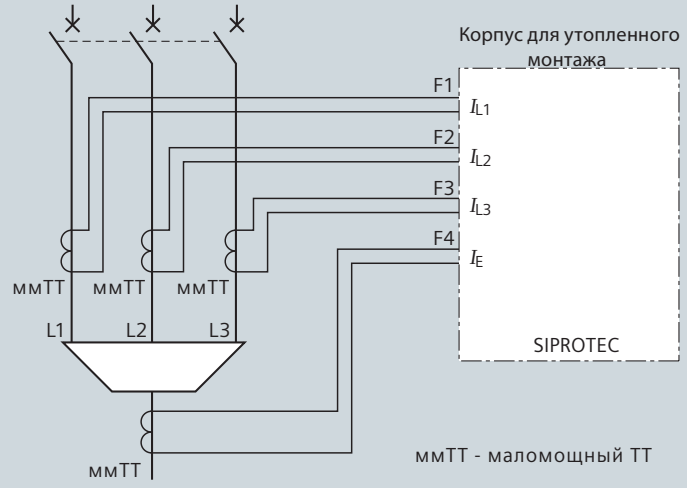
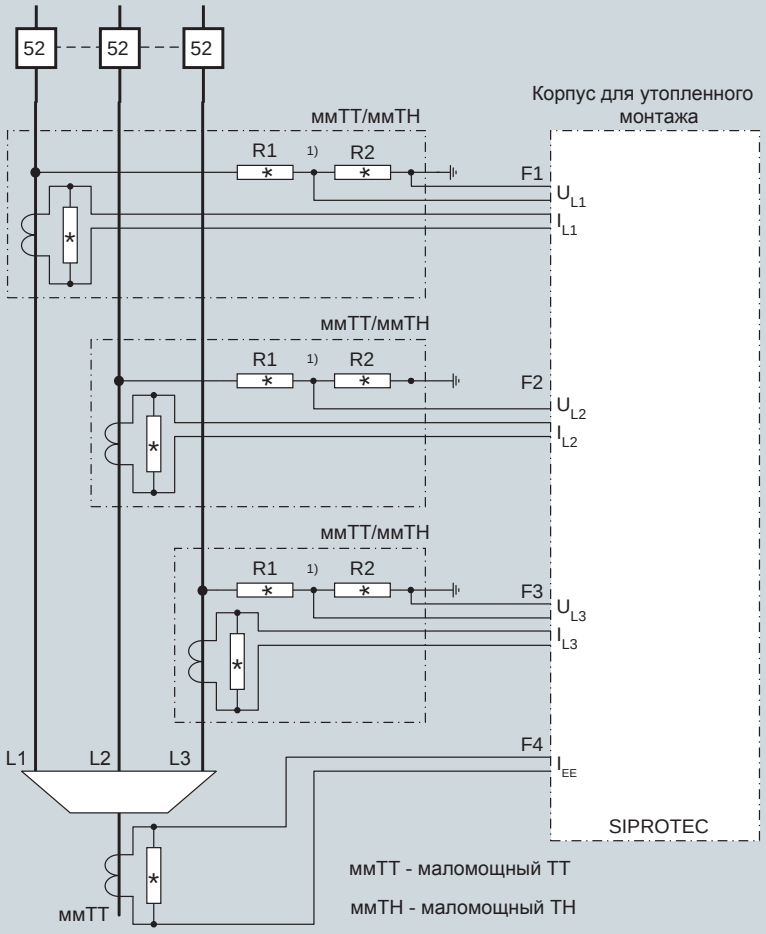



**Рис. 3/19** Подключение трех фазных трансформаторов тока и одного трансформатора тока нулевой последовательности к устройству 7SJ81

## Для подключения к маломощным измерительным трансформаторам — примеры подключения



### Стандартные способы подключения



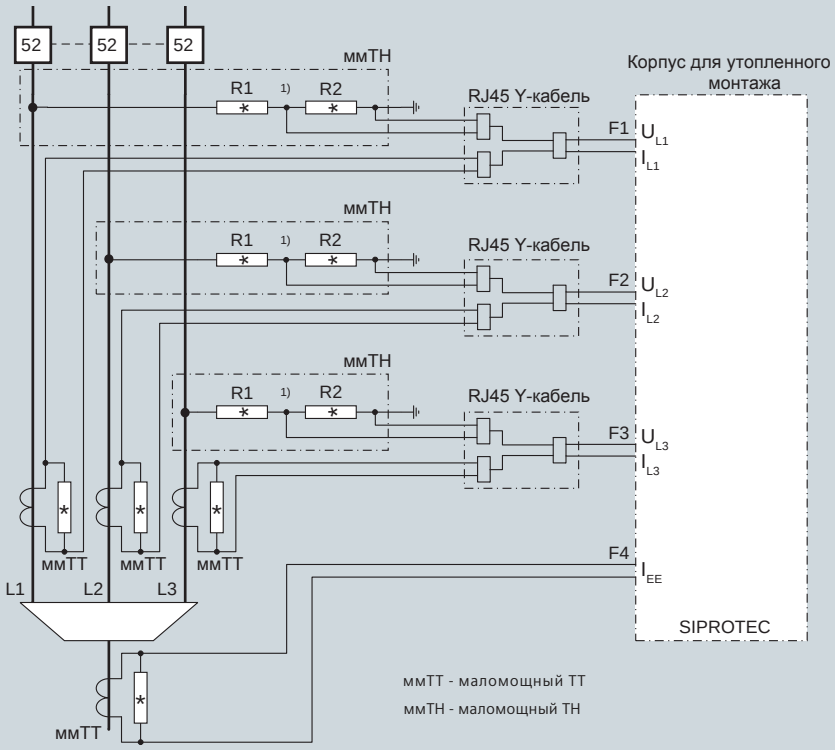

1) R1 и R2 представляют собой делитель напряжения

**Важно!** Со стороны кабеля должно быть выполнено заземление экрана кабеля

**Рис. 3/20** Подключение комбинированных слаботочных трансформаторов тока и напряжения

## Для подключения к маломощным измерительным трансформаторам — примеры подключения

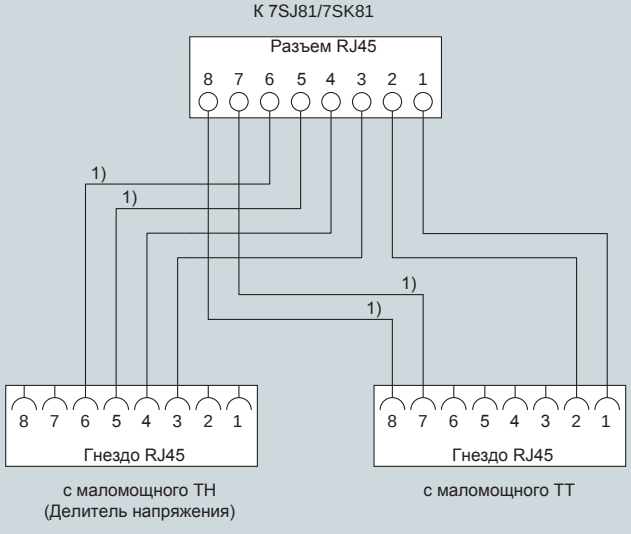
### Стандартные способы подключения




1) R1 и R2 представляют собой делитель напряжения

**Важно!** Со стороны кабеля должно быть выполнено заземление экрана кабеля

**Рис. 3/21** Подключение трех фазных трансформаторов тока, одного трансформатора тока нулевой последовательности и трех фазных напряжений.
ммТТ и ммТН подключены к устройству 7SJ81 через кабель типа Y.




1) Соединения 5, 6, 7 и 8 не являются обязательными

**Рис. 3/22** Кабель тип Y для подключения ммТТ и ммТН к SIPROTEC 7SJ81

SIEMENS

# Защита электродвигателей 7SK80 SIPROTEC Compact

# Защита электродвигателей 7SK80


| | Страница |
|---|---|
| Описание | 4/3 |
| Обзор функций | 4/4 |
| Применение | 4/5 |
| Описание функций | 4/6 |
| Примеры использования | 4/12 |
| Данные для выбора и заказа | 4/16 |
| Назначение зажимов | 4/18 |
| Примеры схем подключения | 4/24 |
| Способы подключения | 4/27 |

## Описание

SIPROTEC Compact 7SK80 — многофункциональное устройство защиты электродвигателей, предназначенное для защиты асинхронных двигателей всех размеров. При использовании в качестве резервной защиты в дополнение к дифференциальной защите трансформатора выполняет все функции резервной защиты.

SIPROTEC Compact 7SK80 поддерживает «гибкие защитные функции».

Для удовлетворения индивидуальных требований, в дополнение к имеющимся функциям могут быть добавлены до 20 дополнительных функций. Таким образом, можно реализовать, например, защиту по скорости изменения частоты или защиту от реверса мощности.

Устройство поддерживает функции управления силовыми выключателями и другими коммутационными аппаратами, а также функции автоматизации. Интегрированная программируемая логика (CFC) позволяет пользователю добавлять собственные функции для автоматизации ячеек КРУ (оперативная блокировка). Кроме того, можно формировать собственные сигналы.

## Особенности

- Съемные клеммные блоки для цепей тока и напряжения
- Задаваемые с помощью ПО DIGSI уровни сигналов на дискретных входах (3 уровня)
- 9 программируемых функциональных клавиш
- 6-строчный дисплей
- Батарейный отсек на передней панели
- Разъем USB на передней панели
- 2 дополнительных интерфейса связи
- МЭК 61850 с резервированием (электрич. или оптич.)
- Непосредственный обмен данными между устройствами по сети Ethernet (МЭК 61850 GOOSE)
- Синхронизация времени с точностью до миллисекунды по сети Ethernet с помощью протокола SNTP
- Регулируемое (1 или 5 А) с помощью программного обеспечения DIGSI значение тока во вторичной цепи трансформатора тока
- Увеличение количества дискретных входов и выходов подключением до двух внешних блоков расширения (SICAM I/O Unit 7XV5673)

**Рис. 4/1** 7SK80 Вид спереди

**Рис. 4/2** 7SK80 Вид сзади

# Защита электродвигателей 7SK80

## Описание функций

| Функции защиты | Стандарт МЭК | Стандарт ANSI. |
|---|---|---|
| Максимальная токовая защита с выдержкой времени (независимой; зависимой) | $I>$, $I>>$, $I>>>$, $I_E>$, $I_E>>$, $I_E>>>$; $I_p$, $I_{Ep}$ | 50, 50N; 51, 51N |
| Направленная токовая защита от замыканий на землю | $I_{E\ dir}>$, $I_{E\ dir}>>$, $I_{Ep\ dir}$ | 67N |
| Направленное/ненаправленное чувствительное обнаружение замыканий на землю | $I_{EE}>$, $I_{EE}>>$, $I_{EEp}$ | 67Ns , 50Ns |
| Защита от повышения напряжения нулевой последовательности | $U_E$, $U_0>$ | 59N |
| Контроль цепей отключения | | 74TC |
| Контроль минимального тока | $I<$ | 37 |
| Контроль температуры | | 38 |
| Защита от тепловой перегрузки | $\vartheta>$ | 49 |
| Защита от скачков нагрузки | | 51M |
| Защита от блокировки ротора | | 14 |
| Защита от перемежающихся замыканий на землю | | |
| Направленная защита от перемежающихся замыканий на землю | | 67Ns |
| Максимальная токовая защита с зависимой выдержкой времени с пуском по напряжению | | 51V |
| Блокировка повторного включения | | 66/86 |
| Защита от снижения и повышения напряжения | $U<$, $U>$ | 27/59 |
| Контроль перетока мощности в прямом и обратном направлении | $P<>$, $Q<>$ | 32 |
| Коэффициент мощности | cos φ | 55 |
| Защита от повышения и снижения частоты | $f<$, $f>$ | 81O/U |
| УРОВ | | 50BF |
| Защита от несимметричной нагрузки | $I_2>$ | 46 |
| Контроль чередования фаз | $U_2>$, чередование фаз | 47 |
| Контроль времени пуска | | 48 |
| Блокировка включения | | 86 |
| Защита по скорости изменения частоты | df/dt | 81R |
| Защита по скорости изменения напряжения | $d_U/dt$ | 27R, 59R |

**Таблица 4/1** Обзор функций

*Функции управления/ программируемая логика*

- Управляющие команды для силовых выключателей и разъединителей
- Управление через клавиатуру, дискретные входы, DIGSI 4 или SCADA-систему
- Определяемая пользователем через редактор CFC логика (например, оперативная блокировка).

*Функции контроля*

- Измеряемые эксплуатационные параметры *U, I, f*
- Измеряемые рабочие характеристики *Wp, Wq*
- Контроль износа силовых выключателей
- Минимальные и максимальные значения
- Контроль цепей отключения
- Контроль исправности цепей напряжения
- Сохранение 8 осциллограмм повреждений.

*Интерфейсы связи*

- Системный и сервисный интерфейс

– МЭК 61850 Издание 1 и 2
– МЭК 60870-5-103 и МЭК 60870-5-104
– PROFIBUS-DP
– DNP 3.0
– MODBUS RTU
– DNP3 TCP
– PROFINET

- Интерфейс Ethernet для DIGSI 4, подключения до двух блоков расширения входов/выходов 7XV5673 или блока контроля температуры
- Интерфейс USB для DIGSI 4 на передней панели.

*Аппаратная часть*

- 4 токовых входа
- 0 / 3 входов напряжения
- 3 / 7 дискретных входов (уровни сигналов задаются программно)
- 5 / 8 дискретных выходов (2 переключающих контакта)
- 0/5 входов термоблока RTD
- 1 контакт готовности
- съемные клеммные блоки для цепей тока и напряжения.

## Применение

SIPROTEC Compact 7SK80 — это цифровое устройство защиты электродвигателей, дополненное функциями управления и контроля. Эта особенность повышает экономичность ведения технологического процесса и гарантирует надежность энергоснабжения. Локальное управление устройством организовано предельно эргономично. На большом, хорошо читаемом дисплее размещается максимум информации.

### Управление

Интегрированная функция управления обеспечивает управление разъединителями и силовыми выключателями с пульта управления, через дискретные входы, через ПО DIGSI 4 или управляющие устройства (например, SICAM).

### Программируемая логика

Встроенные логические функции позволяют пользователю с помощью графического пользовательского интерфейса реализовывать собственные функции для автоматизации ячеек КРУ (оперативная блокировка) или ОРУ и формировать собственные сигналы.

### Измеряемые рабочие величины

Широкий набор измеряемых эксплуатационных параметров, предельных и числовых значений повышает качество ведения технологического процесса и облегчает ввод в эксплуатацию устройства.

### Оперативная информация о работе оборудования

Рабочий процесс на подстанции документируется путем сохранения в памяти устройств сигналов о повреждениях, сообщений об ошибках, наборов данных о повреждениях и статистики.

### Защита электродвигателей

Устройство 7SK80 предназначено, прежде всего, для защиты асинхронных электродвигателей.

### Защита линий

Устройства 7SK80 применяются для защиты линий среднего и высокого напряжения с заземленной, заземленной через низкоомный резистор, изолированной и компенсированной нейтралью.

### Защита трансформаторов

При использовании в качестве резервной защиты в дополнение к дифференциальной защите трансформаторов, устройства 7SK80 решают все задачи резервной защиты.

Блокировка при броске тока намагничивания эффективно предотвращает пуск защиты при протекании этого тока.

### Резервная защита

В качестве резервной защиты устройство 7SK80 имеет универсальное применение.

### Коммутационные аппараты среднего напряжения

Все устройства оптимально соответствуют требованиям использования в сетях среднего напряжения. В распределительных шкафах, как правило, отпадает необходимость в отдельных измерительных приборах (для измерения тока, напряжения, частоты...), измерительных преобразователях и дополнительных управляющих компонентах.

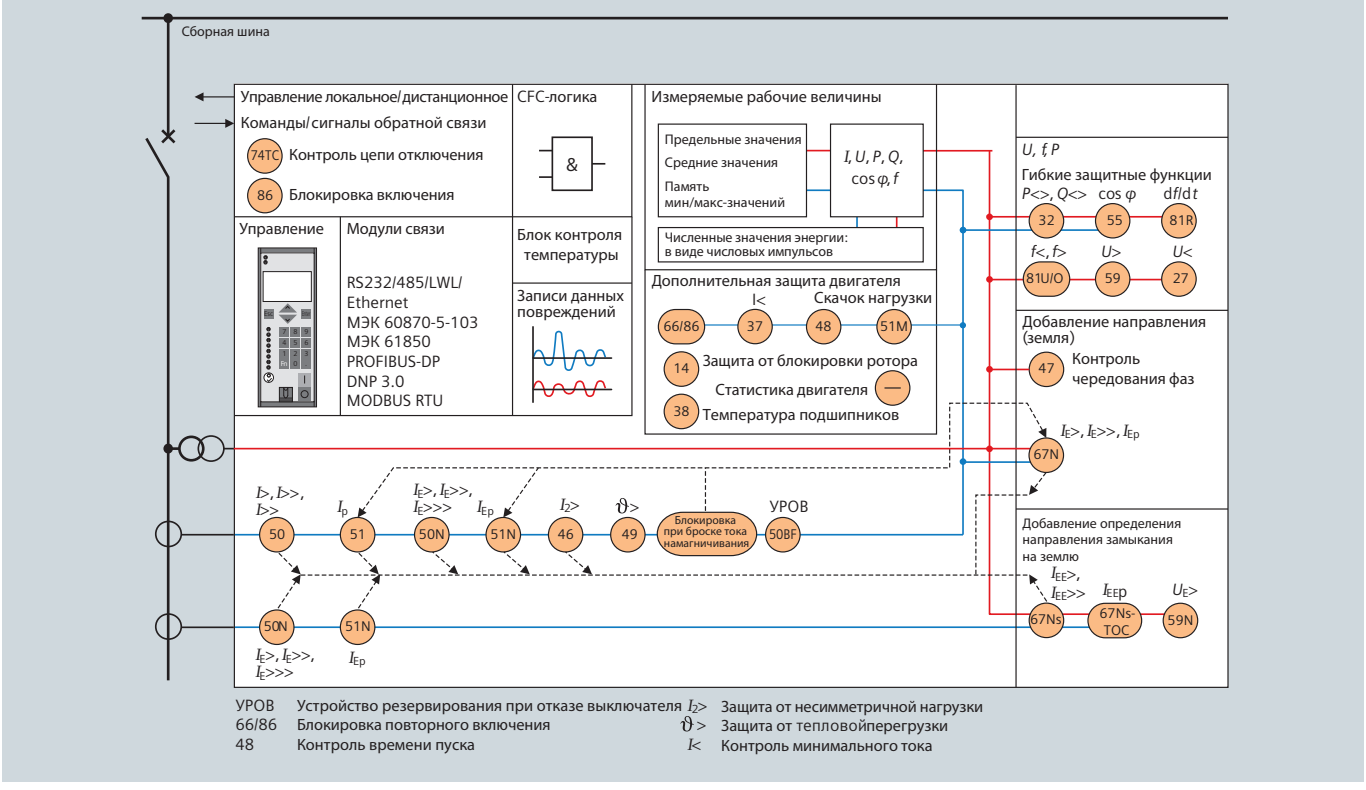



**Рис. 4/3** Объем функций

### Функции защиты

#### Максимальная токовая защита с выдержкой времени (ANSI 50, 50N, 51, 51N)

Эта функция основана на фазоселективном измерении трех фазных токов и тока на землю (4 измерительных трансформатора). Имеются 3 ступени максимальной токовой защиты с независимой от тока выдержкой времени (UMZ), как для фазной МТЗ, так и для МТЗ нулевой последовательности. Пороговый ток и выдержка времени регулируются в широких пределах для каждой ступени. Кроме того, можно подключать обратно-зависимые характеристики выдержки времени МТЗ (AMZ).

#### Характеристики возврата

Для согласования по времени с электромеханическими реле действуют характеристики возврата в соответствии с МЭК 60255-3 или BS142 и ANSI-стандартом C37.112. При использовании характеристики возврата (эмуляция диска) после исчезновения тока повреждения начинается процесс возврата, который соответствует обратному вращению индукционного диска электромеханических реле («эмуляция диска»).

#### Доступные AMZ-характеристики

| Характеристики по | IEC 60255-3 | ANSI/IEEE |
|---|---|---|
| Нормально-инверсная | • | • |
| Кратко-инверсная | | • |
| Длительно-инверсная | • | • |
| Умеренно-инверсная | | • |
| Сильно-инверсная | • | • |
| Предельно-инверсная | • | • |

**Таблица 4/2** AMZ-характеристики

#### Блокировка при броске тока намагничивания

Если при включении трансформатора фиксируется наличие второй гармоники, пуск ступеней $I >$, $I_p$, $I >_{dir}$ and $I_{p\ dir}$ блокируется.

#### Динамическое переключение уставок

В дополнение к статическому переключению групп уставок, уставки пуска и времена срабатывания для направленных и ненаправленных функций максимальной токовой защиты с выдержкой времени могут переключаться динамически. Критерием для переключения может быть положение силового выключателя, готовность АПВ или сигнал на дискретном входе.

#### Направленная максимальная токовая защита с выдержкой времени от замыканий на землю (ANSI 67N)

Устройство 7SK80 определяет направление для замыканий на землю.

Данная функция работает независимо от ненаправленных ступеней максимальной токовой защиты от замыканий на землю и имеют независимую от нее регулировку порога срабатывания и выдержки времени. По выбору можно использовать обратнонаправленные характеристики максимальной токовой защиты с обратнозависимой выдержкой времени (AMZ). Характеристики срабатывания можно поворачивать на180 градусов в обе стороны от относительно нуля.

Для функции защиты от замыканий на землю можно выбрать, как определять направление — по значениям составляющих нулевой последовательности или по значениям составляющих обратной последовательности. Использовать последний способ имеет смысл, когда напряжение нулевой последовательности из-за неблагоприятного сопротивления нулевой последовательности становится очень малым.

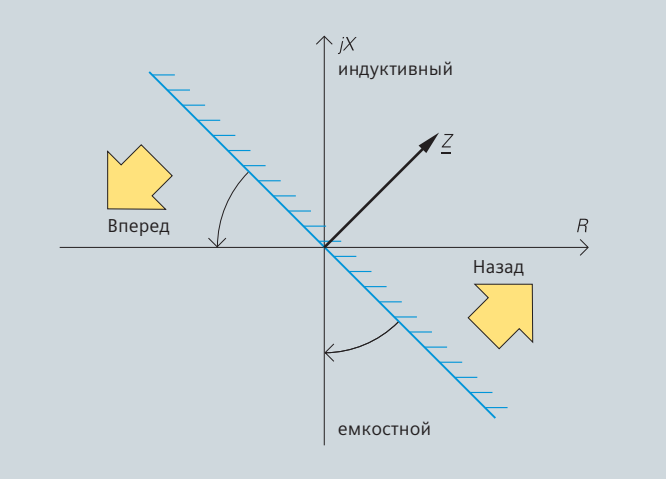



**Рис. 4/4** Характеристика направленности направленной ТЗНП с выдержкой времени

#### Чувствительное определение направления замыкания на землю (ANSI 64, 67Ns / 67N)

Для сетей с изолированной и компенсированной нейтралью направление перетока мощности определяется по системе нулевой последовательности из тока нулевой последовательности $I_0$ и напряжения нулевой последовательности $U_0$. В сетях с изолированной нейтралью при этом оценивается реактивная составляющая тока, в сетях с компенсированной нейтралью — активная составляющая тока. Для сетей с особыми условиями (высокоомное заземление нейтрали с активно-емкостным током замыкания на землю или глухозаземленная нейтраль с активно-индуктивным током) допускается поворачивать характеристику срабатывания на 45 градусов в обе стороны (см. рис. 4/5).Определение направления замыкания на землю может действовать на срабатывание или в режиме «только сигнал».

Доступны следующие функции:

- Отключение по напряжению при несимметричной нагрузке $U_0$
- Две независимых ступени или одна зависимая ступень и определяемая пользователем характеристика.
- Каждая ступень может использоваться по выбору вперед, назад или ненаправленно.
- Функция может применяться также в нечувствительном режиме, в качестве резервной защиты.

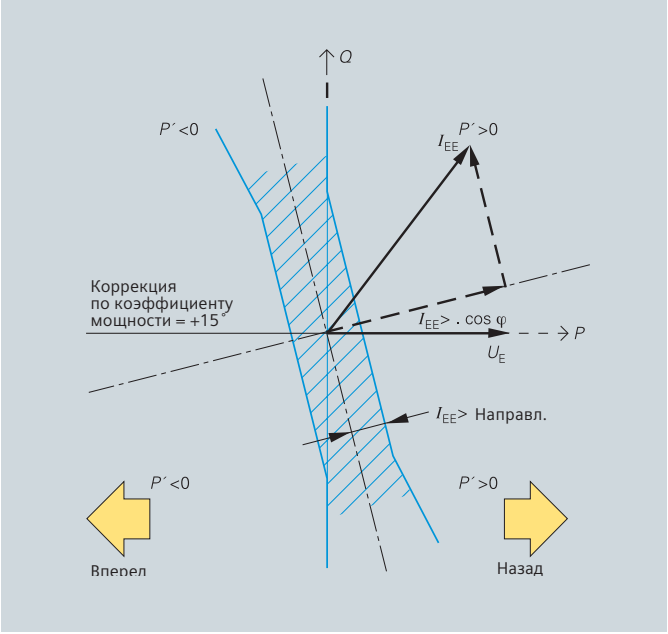



**Рис.4/5** Характеристика направленности чувствительной регистрации направления замыкания на землю с измерением косинуса для сетей с компенсированной нейтралью

### Чувствительное обнаружение замыканий на землю (ANSI 50Ns, 51Ns, 50N, 51N)

В сетях с высокоомным заземлением нейтрали чувствительный входной трансформатор подключается к кабельному измерительному трансформатору тока нулевой последовательности.

Функция может применяться также в нечувствительном режиме, в качестве резервной защиты.

### Защита обратной последовательности от несимметричной нагрузки (ANSI 46)

При защите линий двухступенчатая защита от несимметричной нагрузки предлагает возможность обнаружения высокоомных двухфазных повреждений, а также обнаружения со стороны высшего напряжения трансформатора однофазных повреждений, имеющихся на стороне низшего напряжения трансформатора, например, с векторной группой соединения Dy 5.

Тем самым можно реализовать резервную защиту от высокоомных повреждений за трансформатором.

### УРОВ (ANSI 50BF)

Если после команды защиты на отключение поврежденный участок не отключается, то УРОВ может выдать другую команду, действующую, например, на силовой выключатель вышестоящего устройства защиты.

Отказ выключателя распознается, если после выдачи команды на отключение ток в соответствующем ответвлении продолжает протекать. Дополнительно можно проанализировать сигналы обратной связи о положении выключателя.

### Гибкие защитные функции

Устройства 7SK80 предлагают возможность простого добавления до 20 дополнительных функций защиты.

Для этого путем параметрирования стандартная логика защиты связывается с произвольными параметрами (измеряемыми или рассчитываемыми). Стандартная логика состоит из обычных элементов защиты, таких как инициирующие сигналы, регулируемые выдержки времени, команды на отключение, варианты блокировок и т. д.

Величины тока, напряжения, мощности, а также коэффициент мощности могут оцениваться как пофазно, так и одновременно для трех фаз.

Почти все величины можно использовать в качестве больших или малых ступеней. Все ступени работают с приоритетом защиты или со скоростью защиты.

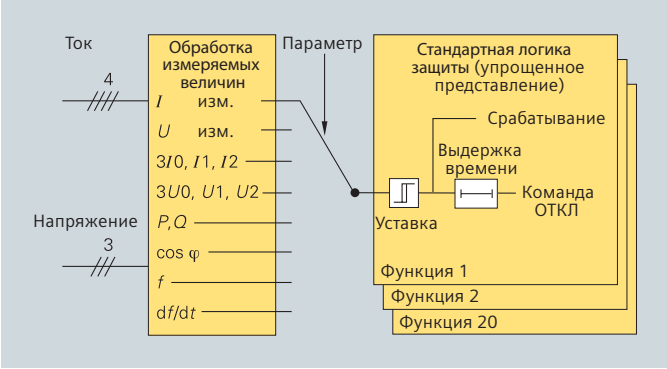



**Рис. 4/6** Принцип реализации гибких защитных функций

## Описание функций

Далее перечислены имеющиеся в распоряжении характеристики ступеней и функций защиты:

| Function | ANSI |
|---|---|
| $I>$, $I_E>$ | 50, 50N |
| $U<$, $U>$, $U_E>$ | 27, 59, 59N |
| $3I_0>$, $I_1>$, $I_2>$, $I_2/I_1>$, $3U_0>$, $U_1><$, $U_2><$ | 50N, 46, 59N, 47 |
| $P><$, $Q><$ | 32 |
| cos φ | 55 |
| $f><$ | 81O, 81U |
| $df/dt><$ | 81R |

**Таблица 4/3** Реализуемые гибкие защитные функции

Так, например, можно реализовать:

- Защиту от реверса мощности (ANSI 32R)
- Защиту по скорости изменения частоты (ANSI 81R).

4

### Контроль цепи отключения (ANSI 74TC)

Один или два дискретных входа можно использовать для контроля соленоидов отключения силового выключателя вместе с его выводами. При обрыве цепи отключения срабатывает аварийная сигнализация.

### Блокировка повторного включения (ANSI 86)

Состояние всех дискретных выходов может индицироваться светодиодами и сбрасываться клавишей сброса светодиодов. При пропадании питания состояния сохраняются. Повторное включение возможно только после квитирования.

### Защита от тепловой перегрузки (ANSI 49)

Для защиты кабелей и трансформаторов реализована защита от тепловой перегрузки с интегрированной ступенью предупредительной сигнализации по температуре и току. Температура определяется с помощью тепловой модели первого рода (МЭК 60255-8), которая учитывает приток энергии к электрооборудованию и ее отдачу в окружающую среду, и соответственно стабилизирует температуру. Таким образом, учитывается предварительная нагрузка и ее колебания.

Защита электродвигателей требует дополнительной постоянной времени. Она используется для точного учета нагрева статора на работающем и остановленном двигателе. Температура окружающей среды и хладагента может определяться либо через внутренние входы для учета температуры, либо через внешний блок контроля температуры.

Тепловая модель автоматически адаптируется к окружающим условиям, или исходит из постоянной окружающей температуры.

### Параметрируемые времена возврата

Если устройства используются параллельно с электромеханическими реле в сетях с периодическими повреждениями, то длительные времена возврата электромеханических устройств (несколько сот миллисекунд) могут привести к проблемам с уставками времени. Четкая работа ступеней защиты возможна только в том случае, если времена возврата приблизительно одинаковы.

По этой причине, для некоторых функций защиты (максимальная токовая защита с выдержкой времени, защита от замыканий на землю, защита от несимметричной нагрузки) допускается параметрирование времен возврата.

### Защита от перемежающихся замыканий на землю

Перемежающиеся замыкания на землю возникают вследствие ослабления изоляции кабелей или как результат попадания влаги в кабельные соединения. Такие замыкания или просто исчезают на некоторой стадии или развиваются в устойчивые короткие замыкания. Однако, при перемежающемся повреждении резисторы в нейтрали в сетях, заземленных через сопротивление, могут подвергаться термической перегрузке. "Нормальная" защита от замыканий на землю не может надежно обнаружить и отключить импульсы тока, некоторые из которых могут быть очень короткими.

Селективность, необходимая для отключения перемежающихся замыканий на землю, достигается суммированием продолжительности индивидуальных импульсов и пуском защиты при достижении (установленного) итогового времени. Уставка $I_{IE}>$ оценивает среднеквадратичное значение по отношению к одному периоду системы.

## Защита электродвигателей

### Блокировка повторного включения (ANSI 66 / 86)

Если попытаться запустить двигатель несколько раз подряд со слишком короткими перерывами, его ротор подвергнется большой тепловой нагрузке, особенно по внешним краям вала. Так как измерить температуру ротора непосредственно (физически) невозможно, ее рассчитывают по измеренному току статора.

Упрощенно кривую изменения температуры можно представить с помощью характеристики $I^2t$. Блокировка повторного включения разрешает запуск двигателя только в том случае, если ротор имеет достаточный тепловой резерв для полноценного нового запуска.

### Аварийный пуск

Блокировка повторного включения устанавливается внешней функцией через дискретный вход.

Состояние тепловой модели сохраняется все время, пока дискретный вход активен. Это состояние можно сбросить.

### Учет температуры (ANSI 38)

Для учета температуры могут использоваться либо 5 внутренних входов для датчиков температуры, либо до 12 датчиков, подключенных через внешнее устройство контроля температуры. Например, в исполнении с 5 внутренними входами для датчиков температуры, на каждом подшипнике может быть по 2 датчика (в 50 % случаев двигатели выходят из строя из-за перегрева подшипников). Пятый вход можно использовать для контроля окружающей температуры. Температура статора рассчитывается по току, протекающему через его обмотку. Альтернативно можно использовать до 2 блоков контроля температуры с 12 датчиками. Связь блока контроля температуры с устройством осуществляется либо по интерфейсу RS485 через порт B, либо по протоколу Ethernet через порт A. Датчики температуры можно использовать также для контроля температуры трансформаторов или другого первичного электрооборудования.

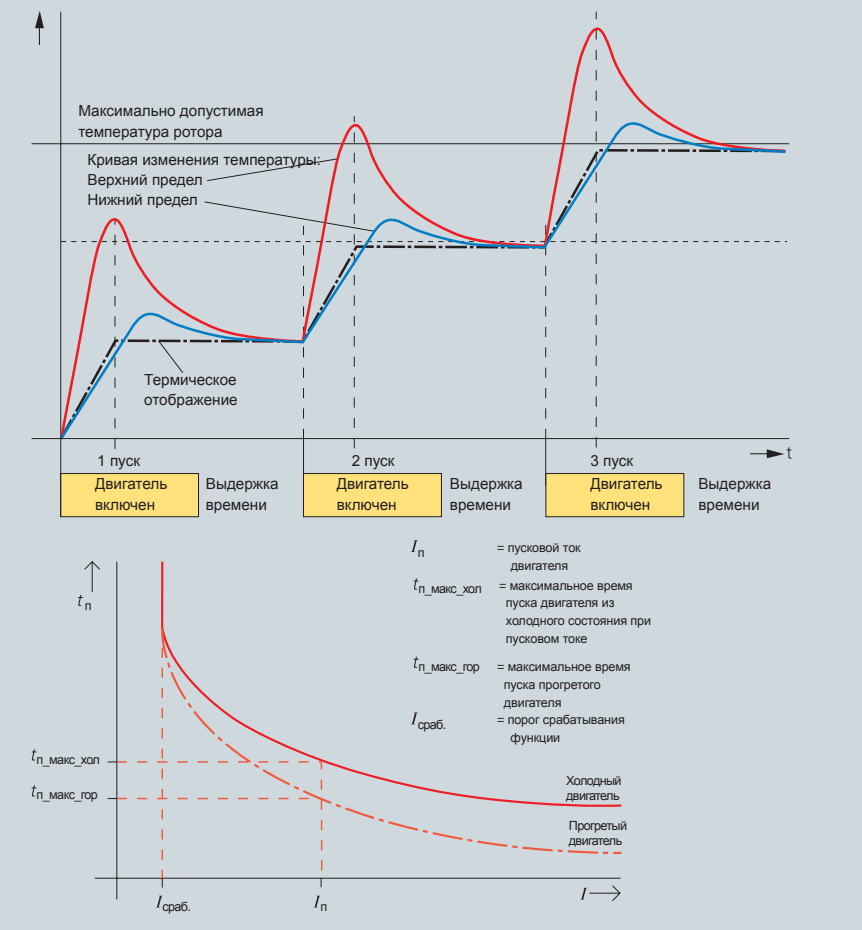



**Рис. 4/7** Характеристики контроля времени пуска

### Контроль времени пуска (ANSI 48 / 14)

Контроль времени пуска защищает двигатель от слишком длинного времени пуска. Время пуска может увеличиться, например, из-за слишком большого момента нагрузки, сильного падения напряжения при включении двигателя или из-за блокированного ротора. Время срабатывания определяется следующим уравнением: Так как протекающий по обмотке ток нагревает обмотку, по этому уравнению рассчитывается контрольное время пуска.

$$t_{ПУСК} = \frac{I_П^2}{I}\ t_{Пмакс}$$

$t_{ПУСК}$ = время пуска
$I_П$ = пусковой ток двигателя
$t_{Пмакс}$ = максимально допустимое время пуска
$I$ = фактический ток

Путем оценки времени срабатывания по вышеприведенной формуле рассчитывается также затянутый пуск при пониженном напряжении (и пониженном пусковом токе). Время срабатывания соответствует AMZ-характеристике ($I^2t$).

Блокировка ротора может быть обнаружена датчиком частоты вращения (дискретный сигнал). В этом случае должно последовать немедленное отключение двигателя.

## Описание функций



### Обнаружение скачков нагрузки на двигатель (ANSI 51M)

Внезапное резкое возрастание нагрузки может привести к торможению и блокировке двигателя, за которыми последует его выход из строя. Скачок нагрузки сопровождается возрастанием тока двигателя, которое отслеживается функцией предупреждения и отключения. Защита от перегрузки в таких ситуациях неприменима, так как она реагирует слишком медленно.

### Защита от несимметричной нагрузки (ANSI 46)

Защита от несимметричной нагрузки распознает потерю фазы или несимметрию нагрузки по признакам несимметрии сети и защищает ротор от недопустимого нагрева.

### Контроль минимального тока (ANSI 37)

Эта функция распознает внезапно снижающийся из-за уменьшения нагрузки ток. Тем самым обнаруживается, например, поломка вала, сухой ход насосов или отказ вентиляции.

### Статистика двигателя

Важная информация о запусках двигателя (продолжительность, ток, напряжение), а также общая информация (количество запусков, общее время работы, общее время простоя и т.д.) сохраняется в устройстве в виде статистических данных.

### Защита от повышения напряжения (ANSI 59)

Двухступенчатая защита от перенапряжения распознает недопустимо высокое напряжение в сетях и электрических машинах.

По выбору эта функция может работать с напряжениями «фаза — фаза» или «фаза — земля», а также с напряжениями прямой и обратной последовательности.

### Защита от снижения напряжения (ANSI 27)

Двухступенчатая защита от снижения напряжения защищает, в частности, электрические машины (насосы гидроаккумуляторов и электродвигатели) от последствий опасного падения напряжения. Она отключает машины от сети и предотвращает их работу в таком режиме с возможной потерей синхронизма.

Физически правильное поведение защиты машин достигается путем оценки составляющих прямой последовательности. При этом функция защиты работает в широкой полосе частот (45-55 Гц, 55-65 Гц), чтобы обеспечить защиту вращающихся по инерции двигателей, когда частота снижается.

По выбору эта функция может работать с напряжениями «фаза — фаза» или «фаза — земля», а также с напряжением прямой последовательности. Кроме того, она может осуществлять контроль по току.

### Защита по частоте (ANSI 81O / U)

Может использоваться как защита от повышения или как защита от снижения частоты. Защищает машины и элементы установок от последствий отклонения числа оборотов от номинального (вибрация, перегрев и т. д.). Обнаружив изменение частоты в сети, защита, в зависимости от заданного значения частоты, отключает заранее выбранных потребителей. Защита применяется в широком диапазоне частот (40-60 Гц для 50 Гц, 50-70 Гц для 60 Гц). Она выполняется 4-ступенчатой (по выбору: повышение частоты, снижение частоты или вывод ступени). Каждая ступень имеет свою выдержку времени. Блокировка защиты по частоте может выполняться через дискретный вход или с использованием ступени защиты от снижения напряжения.

### Пользовательские функции (ANSI 32, 51V, 55 и т. д.)

Дополнительные функции могут быть реализованы с помощью CFC или гибких защитных функций. Типичные примеры таких функций: регулирование защиты от реверса мощности, максимальная токовая защита с пуском по напряжению, определение угла сдвига фаз и напряжения нулевой последовательности.

### Дополнительные функции

### Измеряемые величины

Из измеренных величин тока и напряжения рассчитываются их эффективные значения, а также Cos φ , частота, активная и реактивная мощность. Для обработки измеренных значений используются следующие функции:

- Токи $I_{L1}$, $I_{L2}$, $I_{L3}$, $I_N$, $I_{EE}$
- Напряжения $U_{L1}$, $U_{L2}$, $U_{L3}$, $U_{12}$, $U_{23}$, $U_{31}$
- Симметричные составляющие $I_1$, $I_2$, $3I_0$; $U_1$, $U_2$, $3U_0$
- Активные и полные мощности *P, Q, S* (*P, Q* — также пофазно)
- Коэффициент мощности cos φ (в том числе пофазно)
- Частота
- Поток энергии (положительная и отрицательная активная и полная мощность)
- Средние, а также минимальные и максимальные значения тока и напряжения
- Счетчик времени работы
- Температура электрооборудования при перегрузке
- Контроль предельных значений
  Обработка предельных значений происходит с помощью свободно-программируемой логики в редакторе CFC. От сигналов предельных значений могут отводиться команды.
- Фильтрация нулевого значения
  В определенном диапазоне очень малых измеренных величин значение обнуляется, чтобы снизить погрешности.

### Счетно-импульсные величины

Для производственных расчетов устройство формирует из измеренных значений тока и напряжения числовое значение энергии. Если имеется внешний счетчик с числоимпульсным выходом, устройство 7SK80 может регистрировать импульсы на своем сигнальном входе и обрабатывать их. Числовые значения энергии отображаются на дисплее и передаются дальше на центральную подстанцию.

Существует разница между отданной и полученной, а также между активной и реактивной энергией.

### Износ и срок службы силовых выключателей

Путем определения степени износа контактов и остаточного срока службы силовых выключателей можно скорректировать интервалы их обслуживания в соответствии с фактической степенью износа. Тем самым, снижаются затраты на текущий ремонт и обслуживание.

Математически точных способов расчета износа и остаточного срока службы силовых выключателей, которые учитывали бы физические условия в дугогасительной камере, возникающие в ней при разрыве дуги в момент размыкания, не существует.

По этой причине сложились разные способы определения износа выключателей, отражающие разные философии. С учетом этого, устройства предлагают несколько способов:

- $\Sigma I$
- $\Sigma I^x$, with x = 1..3
- $\Sigma i^2t$.

Дополнительно устройства предлагают новый способ определения остаточного срока службы выключателей:

- Двухточечный способ.

Исходной базой для этого способа служит двойная логарифмическая диаграмма переключения, предоставляемая производителем выключателя (см. рисунок) и измеренный в момент размыкания контактов размыкаемый ток. Двухточечным способом после размыкания выключателя рассчитывается число еще возможных циклов переключения. Для этого на устройстве необходимо задать всего две точки, P1 и P2, которые можно найти в технических характеристиках выключателя.

Все способы осуществляются фазоселективно и могут дополняться предельными значениями, при превышении или недостижении которых (в случае определения остаточного срока службы) срабатывает аварийная сигнализация.

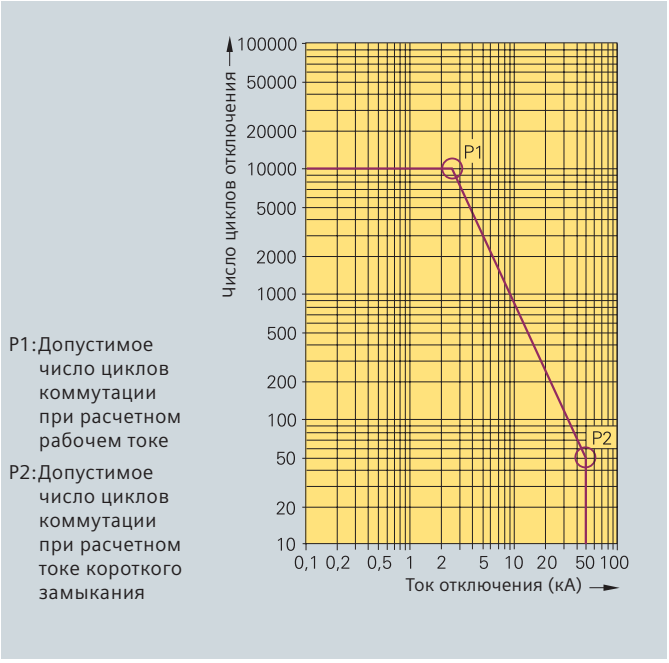



**Рис. 4/8** Допустимое число циклов коммутации, в зависимости от размыкаемого тока

### Ввод в эксплуатацию

Устройство без труда вводится в эксплуатацию с помощью программы DIGSI 4. Возможно целенаправленное считывание состояния дискретных входов и установка дискретных выходов. Функции проверки коммутационных аппаратов (силовых выключателей, разъединителей) выполняются функциями переключения. Аналоговые измеряемые значения представлены широким набором эксплуатационных параметров. На время работ по техобслуживанию можно блокировать передачу информации в систему АСУ ТП.

Все сигналы, выдаваемые в ходе ввода устройства в эксплуатацию, могут помечаться, как испытательные.

### Тестовый режим

Перед началом тестирования можно блокировать передачу на подключенное линейное оборудование всех сигналов, помеченных, как испытательные.

### Расширение дискретных входов/выходов с помощью SICAM I/O Unit 7XV5673.

Для увеличения количества дискретных входов/выходов к устройству SIPROTEC 7SK80 можно подключать до двух блоков расширения 7XV5673. Каждый SICAM I/O Unit имеет 6 дискретных входов и 6 выходов и электрический Ethernet-интерфейс. Подключение к терминалу защиты может быть выполнено либо через Ethernet, порт A(сервисный интерфейс), либо по МЭК 61850 (системный интерфейс, EN100 модуль).

## Примеры использования

### Радиальные сети

Общие указания:

Выдержки времени вышестоящих устройств защиты должны устанавливаться относительно нижестоящих с шагом прибл. 0,3 с.

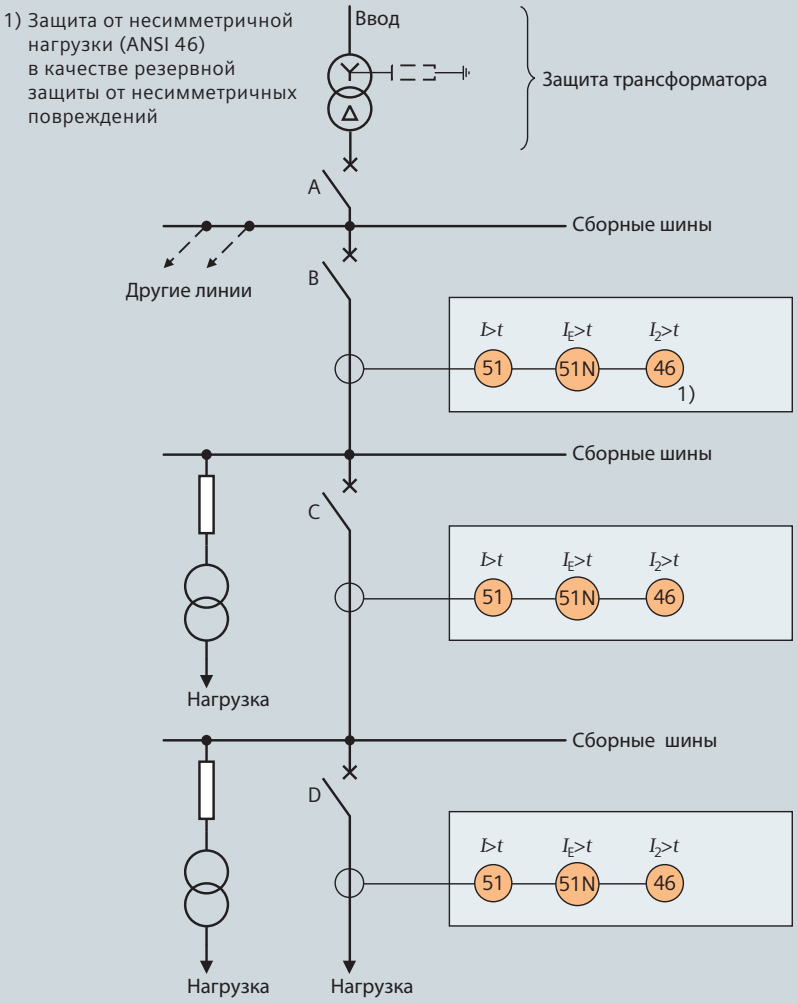



**Рис. 4/9** Концепция защиты с использованием максимальной токовой защиты с выдержкой времени

### Обнаружение замыканий на землю в сетях с изолированной или компенсированной нейтралью

Замыкания на землю в сетях с изолированной или компенсированной нейтралью быстрее фиксируются с помощью функции чувствительного определения направления замыкания на землю.

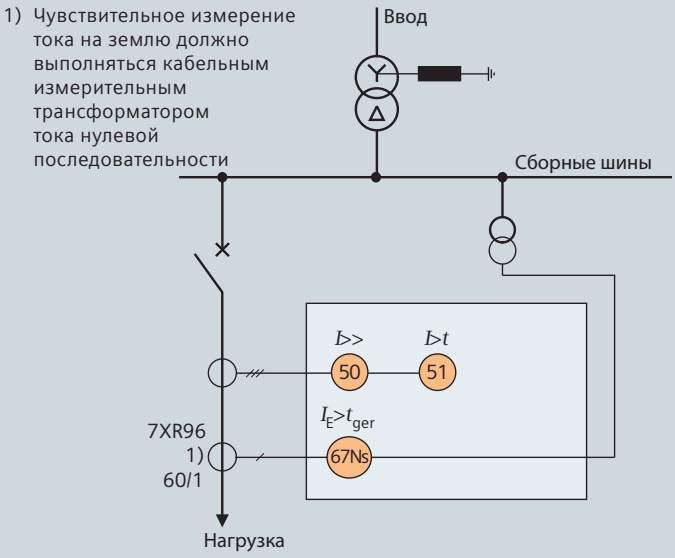



**Рис. 4/10** Концепция защиты для определения направления замыкания на землю

### Малые и средние электродвигатели < 1МВт

С эффективным и низкоомным вводом питания ($I_E \geq I_N$, двигателя) можно использовать для двигателей низкого и высокого напряжения.

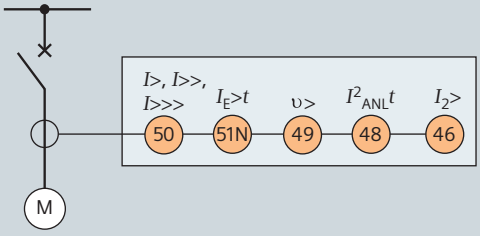



**Рис. 4/11** Концепция защиты малых электродвигателей

### Высокоомный ввод питания ($I_E \geq I_N$, двигателя)

1) Кабельный измерительный трансформатор тока НП.

2) Чувствительное определение направления замыкания на землю (ANSI 67Ns) можно использовать только в сетях с изолированной нейтралью или с нейтралью, заземленной через катушку Петерсона.

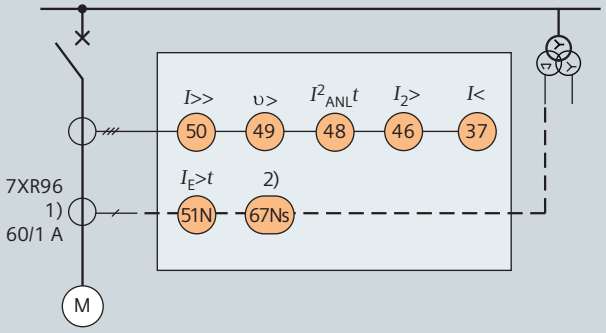



**Рис. 4/12** Концепция защиты средних электродвигателей

### Генераторы < 500 кВт

Если для чувствительной защиты от короткого замыкания на землю применяется кабельный трансформатор, следует использовать устройство 7SK80 с чувствительным входом для тока на землю.

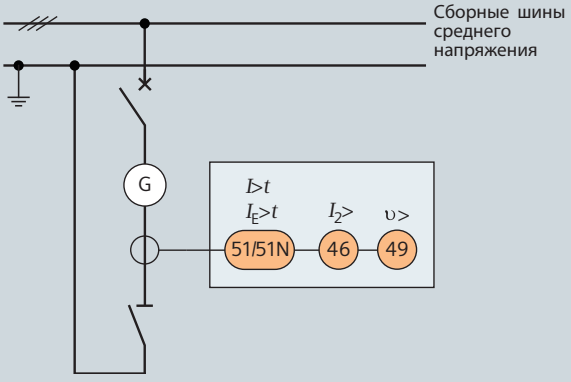



**Рис. 4/13** Концепция защиты малых генераторов с глухозаземленной нейтралью

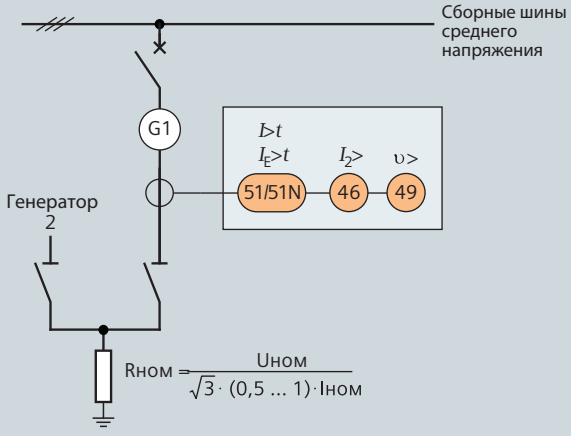



**Рис. 4/14** Концепция защиты малых генераторов с низкоомным заземлением нейтрали

## Примеры использования

### Генераторы до 1 МВт

Достаточно двух трансформаторов напряжения при V-образном подключении.

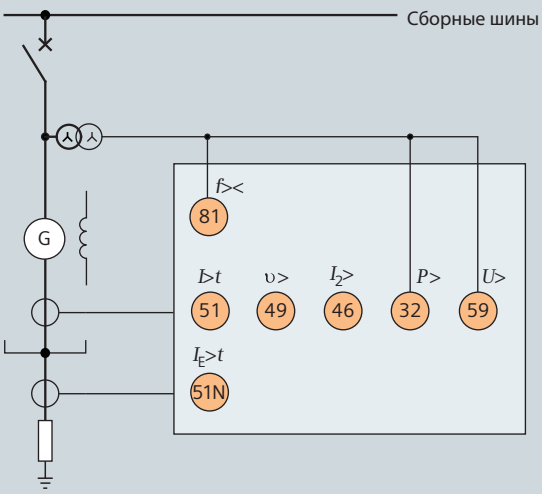



**Рис. 4/15** Концепция защиты малых генераторов

### Защита сборных шин с помощью МТЗ с обратной блокировкой)

Можно использовать на сборных шинах с распределителем без значительного (< 0,25 x IN) обратного тока с ответвлений.

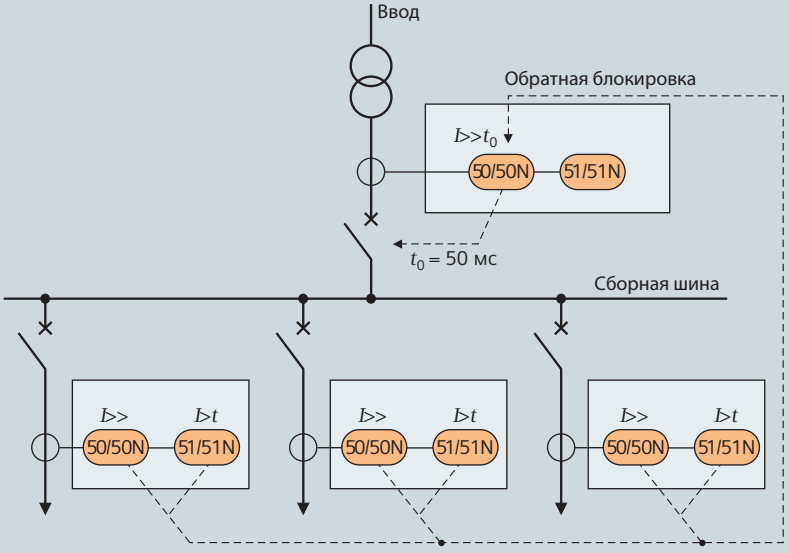



**Рис. 4/16** Защита сборных шин с обратной блокировкой

### Присоединение со сбросом нагрузки

В нестабильных сетях (изолированных, сетях аварийного питания при больницах) может потребоваться отключение от сети выбранных потребителей для защиты всей сети от перегрузки.

Функции максимальной токовой защиты с выдержкой времени эффективны только при коротком замыкании. Перегрузку генератора можно определить по падению частоты или напряжения.

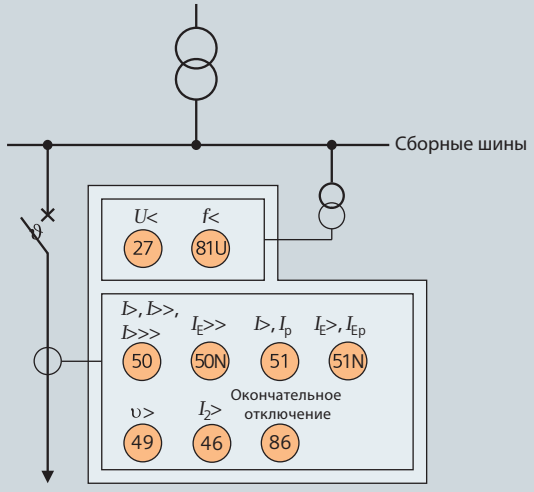



**Рис. 4/17** Присоединение со сбросом нагрузки

### Защита трансформатора

Ступень максимального тока делает возможным ступенчатое срабатывание по току. Ступени максимальной токовой защиты работают как резервная защита для нижестоящих устройств защиты, а функция перегрузки защищает трансформатор от тепловой перегрузки.

Слаботочные однофазные замыкания на землю на стороне низшего напряжения трансформатора, которые в системе обратной последовательности выглядят, как произошедшие на стороне высокого напряжения, могут регистрироваться защитой от несимметричной нагрузки. Имеющаяся блокировка при броске тока намагничивания предотвращает срабатывание защиты при броске тока намагничивания трансформатора.

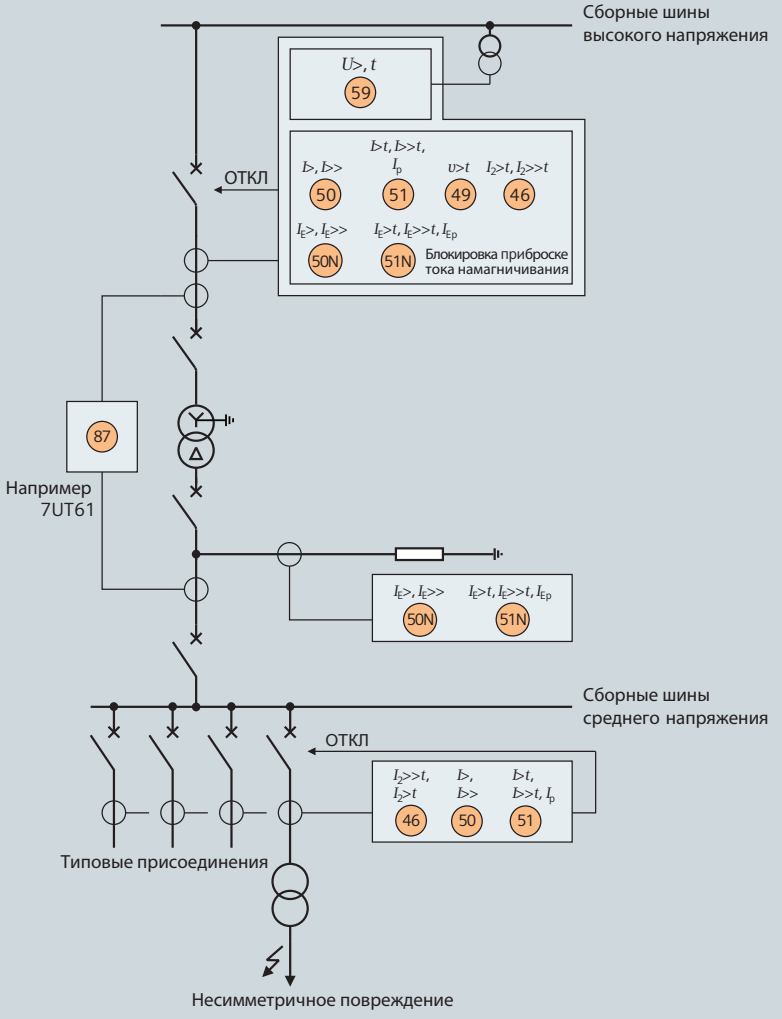



**Рис. 4/18** Типовая концепция защиты при одном трансформаторе

### Защита электродвигателя

Для защиты от короткого замыкания можно использовать, например, ступени $I$>> и $I_E$>> Скачки нагрузки при работе двигателя обнаруживаются с помощью функции $I_{Load}$>. Для сетей с изолированной нейтралью можно воспользоваться функцией чувствительного обнаружения замыканий на землю ($I_{EE}$>>, $U_0$>) Статор будет защищен от перегрева функцией vs, а ротор — функцией I2>, контролем времени пуска и блокировкой повторного включения. Блокировка ротора распознается через дискретный вход, при этом двигатель быстро отключается.

Блокировка повторного включения может быть установлена внешней функцией через «аварийный пуск». Функция защиты от снижения напряжения предотвращает пуск при слишком низком напряжении, функция защиты от повышения напряжения предотвращает повреждения изоляции.

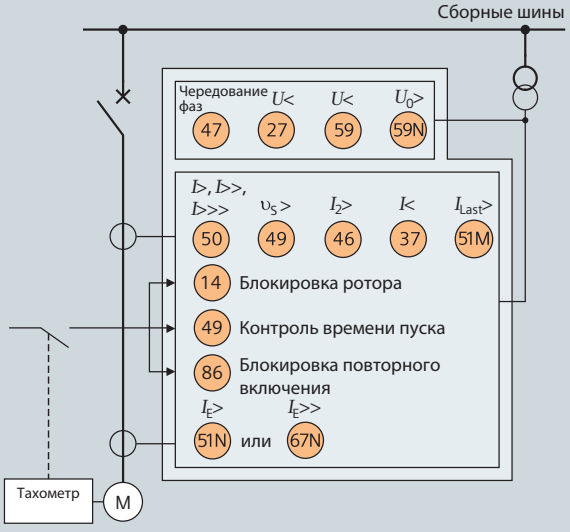



**Рис. 4/19** Типовая концепция защиты асинхронного высоковольтного двигателя

# Защита электродвигателей 7SK80

## Данные для выбора и заказа

| Описание | № для заказа | Сокращенное обозначение |
|---|---|---|
| | 7SK80□□-□□□□□□-□□□□+□□□ | |
| **Измерительные входы, дискретные входы и выходы** | | |
| Корпус 1/6 19"; 4 x $I$, 3 ДВх, 5 ДВых (2 переключающих контакта), 1 контакт готовности | 1 | |
| Корпус 1/6 19"; 4 x $I$, 7 ДВх, 8 ДВых (2 переключающих контакта), 1 контакт готовности | 2 | |
| Корпус 1/6 19"; 4 x $I$, 3 x $U$, 3 ДВх, 5 ДВых (2 переключающих контакта), 1 контакт готовности | 3 | |
| Корпус 1/6 19"; 4 x $I$, 3 x $U$, 7 ДВх, 8 ДВых (2 переключающих контакта), 1 контакт готовности | 4 | |
| Корпус 1/6 19"; 4 x $I$, 3 ДВх, 5 ДВых (2 переключ. контакта), 5 датчиков темп-ры, 1 контакт готовности | 5 | |
| Корпус 1/6 19"; 4 x $I$, 3 x $U$, 3 ДВх, 5 ДВых (2 переключ. контакта), 5 датчиков темп-ры, 1 контакт готовности | 6 | |
| **Измерительные входы, предварительные установки $I$** | | |
| $I_ф$ = 1 A/5 A, $I_e$ = 1 A/5 A | 1 | |
| $I_ф$ = 1 A/5 A, $I_{ee}$ (чувствит.) = 0,001 - 1,6 A/0,005 - 8 A | 2 | |
| **Оперативное напряжение (питание)** | | |
| DC 24 В/48 В | 1 | |
| DC 60/110/125/220/250 В, AC 115/230 В перем. тока | 5 | |
| **Конструктивное исполнение** | | |
| Корпус для наружной установки, винтовые зажимы | B | |
| Корпус для утопленного монтажа, винтовые зажимы | E | |
| **Регион назначения и предварительно установленный язык** | | |
| Германия, МЭК, немецкий язык (язык можно изменить), передняя панель стандартная | A | |
| Все регионы, МЭК/ANSI, английский язык (язык можно изменить), передняя панель стандартная | B | |
| США, ANSI, английский язык (США) (язык можно изменить), передняя панель США | C | |
| Франция, МЭК/ANSI, французский язык (язык можно изменить), передняя панель стандартная | D | |
| Все регионы, МЭК/ANSI, испанский язык (язык можно изменить), передняя панель стандартная | E | |
| Все регионы, МЭК/ANSI, итальянский язык (язык можно изменить), передняя панель стандартная | F | |
| Россия, МЭК/ANSI, русский язык (язык можно изменить), передняя панель стандартная | G | |
| Китай, МЭК/ANSI, китайский язык (язык изменить нельзя), передняя панель китайская | K | |
| **Порт B (нижняя/задняя сторона устройства)** | | |
| Без оснастки | 0 | |
| МЭК 60870-5-103 или DIGSI 4/модем или блок контроля температуры, электр. RS232 | 1 | |
| МЭК 60870-5-103 или DIGSI 4/модем или блок контроля температуры, электр. RS485 | 2 | |
| МЭК 60870-5-103 или DIGSI 4/модем или блок контроля температуры, опт. 820 нм, разъем ST | 3 | |
| PROFIBUS DP Slave, электр. RS485 | 9 | L 0 A |
| PROFIBUS DP Slave, опт., двойное кольцо, разъем ST | 9 | L 0 B |
| MODBUS, электр. RS485 | 9 | L 0 D |
| MODBUS, опт. 820 нм, разъем ST | 9 | L 0 E |
| DNP 3.0, электр. RS485 | 9 | L 0 G |
| DNP 3.0, опт. 820 нм, разъем ST | 9 | L 0 H |
| МЭК 60870-5-103, резервир., электр. RS485, разъем RJ45 | 9 | L 0 P |
| МЭК 61850, 100 Мбит Ethernet, электр., двойн., разъем RJ45 | 9 | L 0 R |
| МЭК 61850, 100 Мбит Ethernet, опт., двойн, разъем LC | 9 | L 0 S |
| DNP3 TCP + МЭК 61850, 100 Мбит Ethernet, электр., двойн., разъем RJ45 | 9 | L 2 R |
| DNP3 TCP + МЭК 61850, 100 Мбит Ethernet, опт., двойн., разъем LC | 9 | L 2 S |
| PROFINET + МЭК 61850, 1100 Мбит Ethernet, электр., двойн., разъем RJ45 | 9 | L 3 R |
| PROFINET + МЭК 61850, 100 Мбит Ethernet, опт., двойн., разъем LC | 9 | L 3 S |
| МЭК 60870-5-104 + МЭК 61850, 100 Мбит Ethernet, электр., двойн., разъем RJ45 | 9 | L 4 R |
| МЭК 60870-5-104 + МЭК 61850, 100 Мбит Ethernet, опт., двойн., разъем LC | 9 | L 4 S |
| **Порт A (нижняя/передняя сторона устройства)** | | |
| Без оснастки | 0 | |
| с интерфейсом Ethernet (интерфейс DIGSI, подключение блока входов/выходов, блока контроля температуры, без МЭК 61850), разъем RJ45 | 6 | |
| Измерение/запись данных повреждений | | |
| с записью данных повреждений | 1 | |
| с записью данных повреждений, с вычислением средних значений, с мин./макс.-значениями | 3 | |

см. след. стр.

## Данные для выбора и заказа

| № ANSI | Описание | № для заказа |
|---|---|---|
| | | □□□ |
| | **Базовое исполнение** | H D 0 [2] |
| **50/51** | МТЗ с выдержкой времени от междуфазных КЗ $I>$, $I>>$, $I>>>$, $I_p$ | |
| **50N/51N** | Защита от коротких замыканий на землю $I_E>$, $I_E>>$, $I_E>>>$, $I_{Ep}$ | |
| **50N(s)/51N(s)**[1] | Чувствительная защита от замыканий на землю $I_{EE}>$, $I_{EE}>>$, $I_{EEp}$ | |
| **49** | Защита от тепловой перегрузки | |
| **74TC** | Контроль цепи отключения | |
| **50BF** | УРОВ | |
| **46** | Защита от несимметричной нагрузки<br>Защита от перемежающихся замыканий на землю | |
| **86** | Блокировка повторного включения/Lockout | |
| **48** | Контроль времени пуска | |
| **37** | Контроль минимального тока | |
| **66/86** | Блокировка повторного включения | |
| **14** | Защита от блокировки ротора | |
| **51M** | Защита от скачков нагрузки<br>Статистика двигателя<br>Переключение групп уставок<br>Функции контроля<br>Управление силовыми выключателями<br>Гибкие защитные функции (токовые параметры)<br>Блокировка при броске тока намагничивания | |
| | **Базовое исполнение + определение направления короткого замыкания на землю + защита по напряжению + защита по частоте + защита от перемежающихся замыканий на землю** | H E 0 [3] |
| **67N** | Направленная защита от коротких замыканий на землю $I_E>$, $I_E>>$, $I_{Ep}$ | |
| **67N(s)**[1] | Направленная чувствительная защита от коротких замыканий на землю $I_{EE}>$, $I_{EE}>>$, $I_{EEp}$ | |
| **64/59N** | Защита от замыканий на землю по напряжению нулевой последовательности | |
| **27/59** | Защита от снижения/повышения напряжения | |
| **81 U/O** | Защита от снижения/повышения частоты, $f<$, $f>$ | |
| **47** | Чередование фаз | |
| **51V** | Максимальная токовая защита с зависимой выдержкой времени с пуском по напряжению | |
| **67N(s)**[4] | Направленная защита от перемежающихся замыканий на землю | |
| **27R/32/55/59R/81R** | Гибкие защитные функции (парам. тока и напряжения): защита по напряжению, защита мощности защита от изменения коэффициента мощности, защита по скорости изменения частоты | |

1) В зависимости от входа для тока на землю в позиции 7 функция защиты от КЗ на землю может быть чувствительной ($I_{EE}$), либо нечувствительной ($I_E$)

2) Только если пункт 6 = **1, 2** или **5**

3) Только если пункт 6 = **3, 4** или **6**

4) Функция доступна только при чувствительном входе для тока на землю (пункт 7 = **2**)

Подробный обзор технических характеристик (выписка из руководства по эксплуатации) можно найти по адресу: http://www.siemens.com/siprotec

## Назначение зажимов



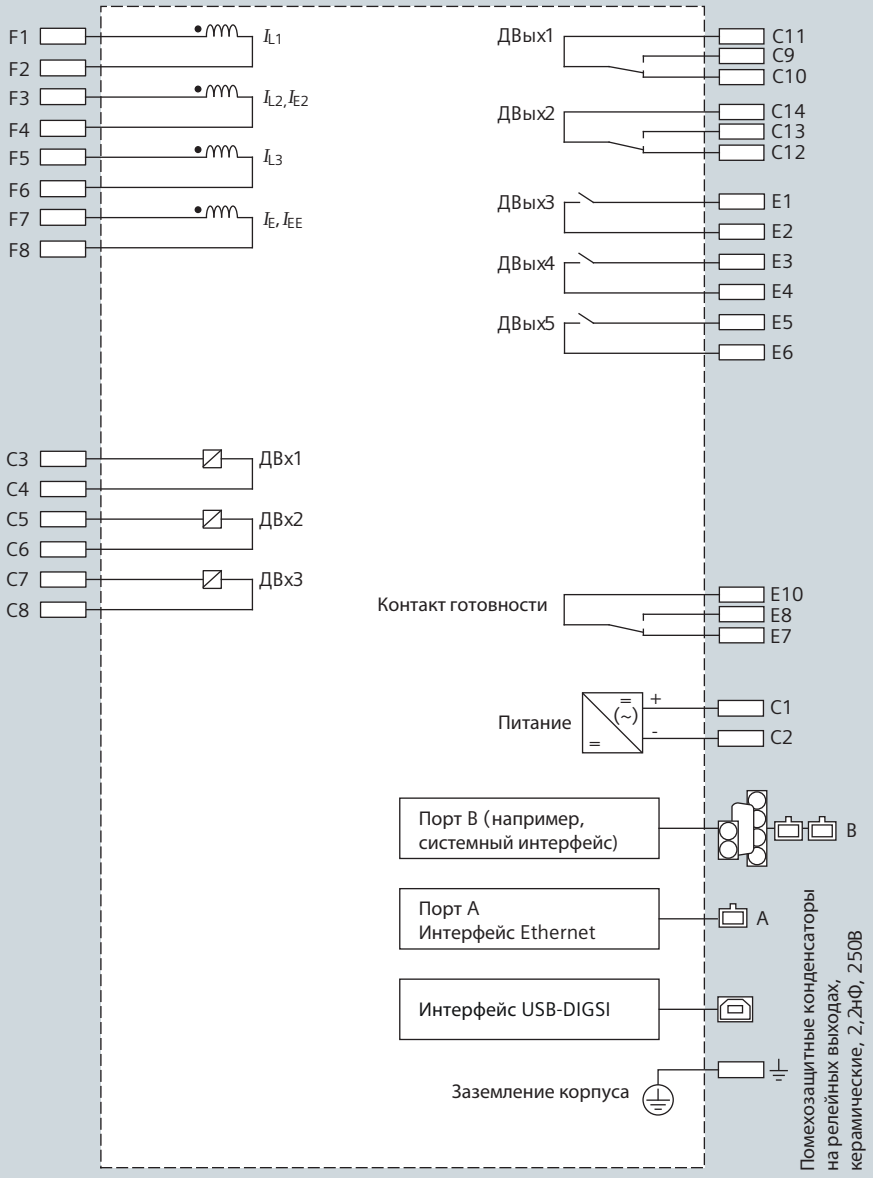



**Рис. 4/20** Защита электродвигателя 7SK801

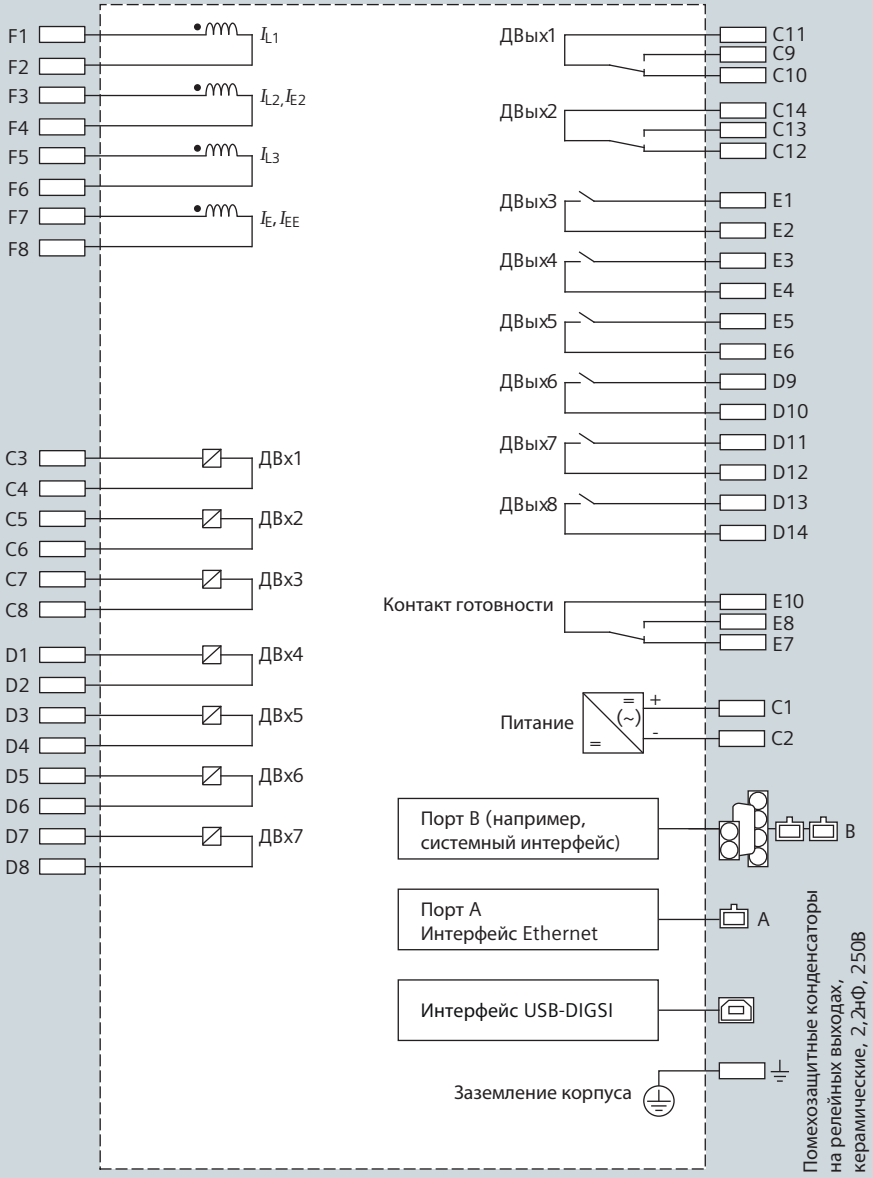



**Рис. 4/21** Защита электродвигателя 7SK802

## Назначение зажимов



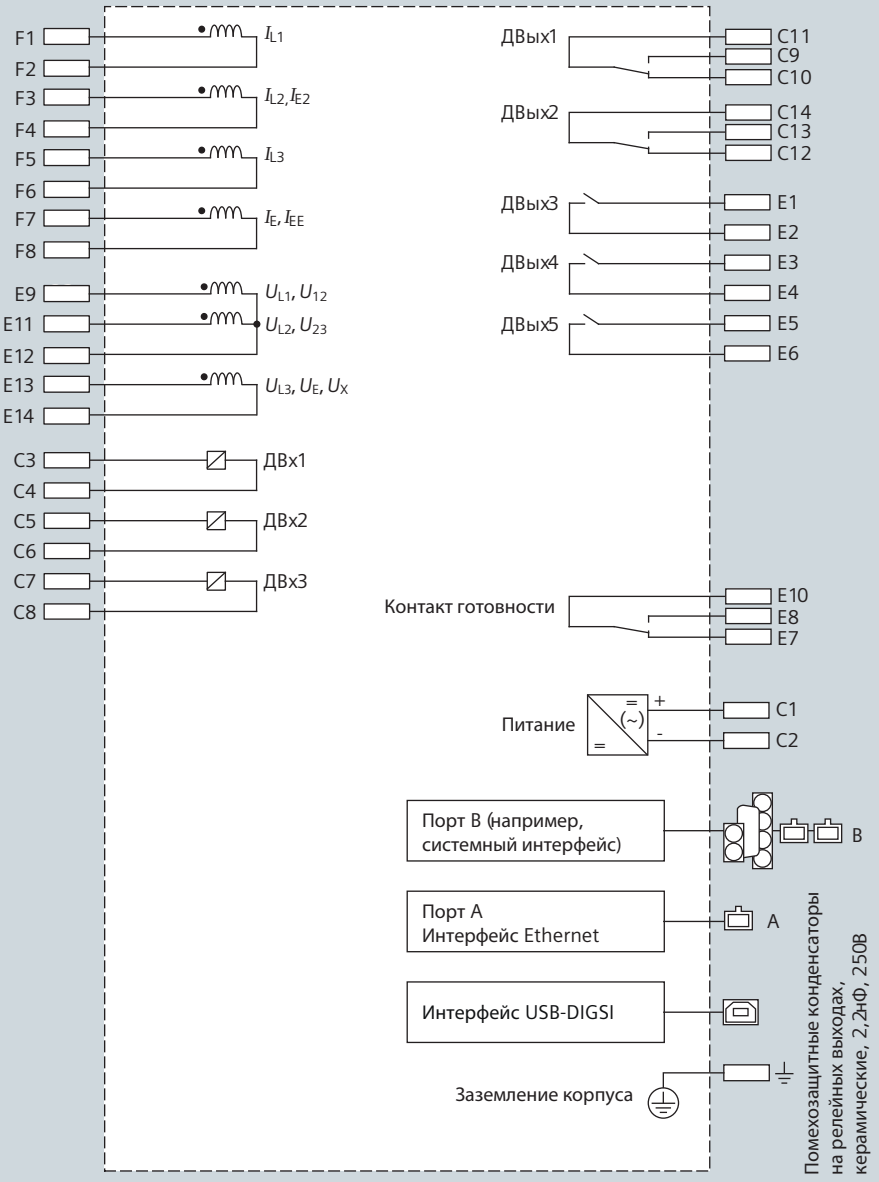



**Рис. 4/22** Защита электродвигателя 7SK803

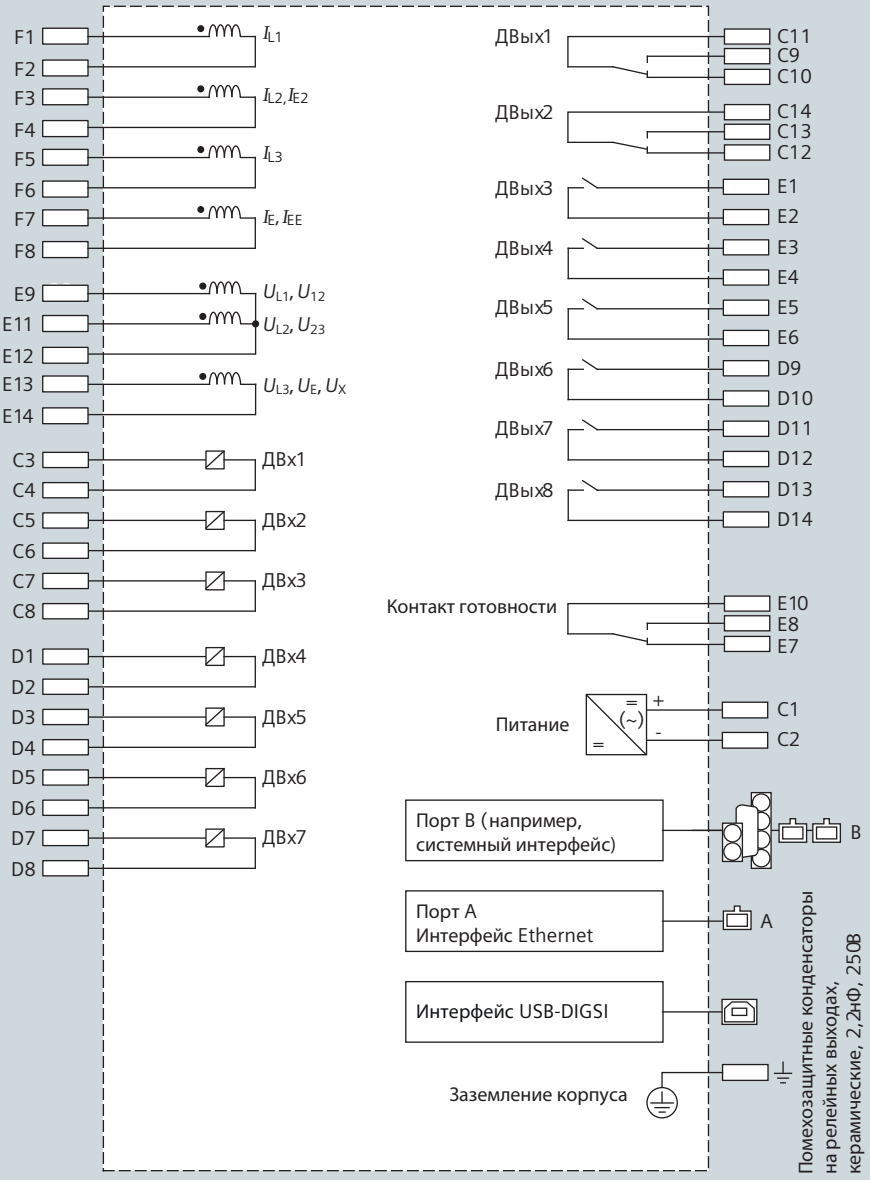



**Рис. 4/23** Защита электродвигателя 7SK804

## Назначение зажимов



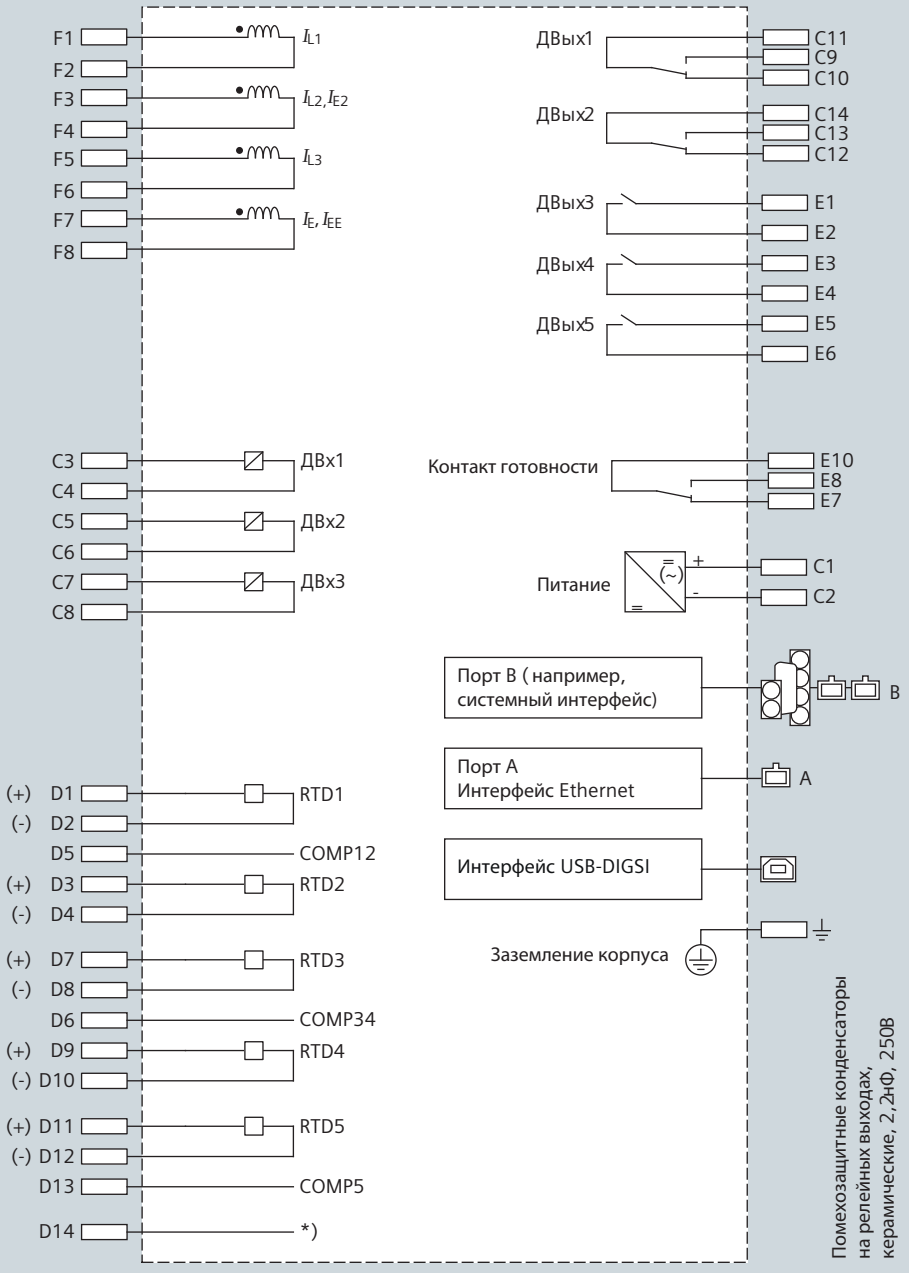



**Рис. 4/24** Защита электродвигателя 7SK805

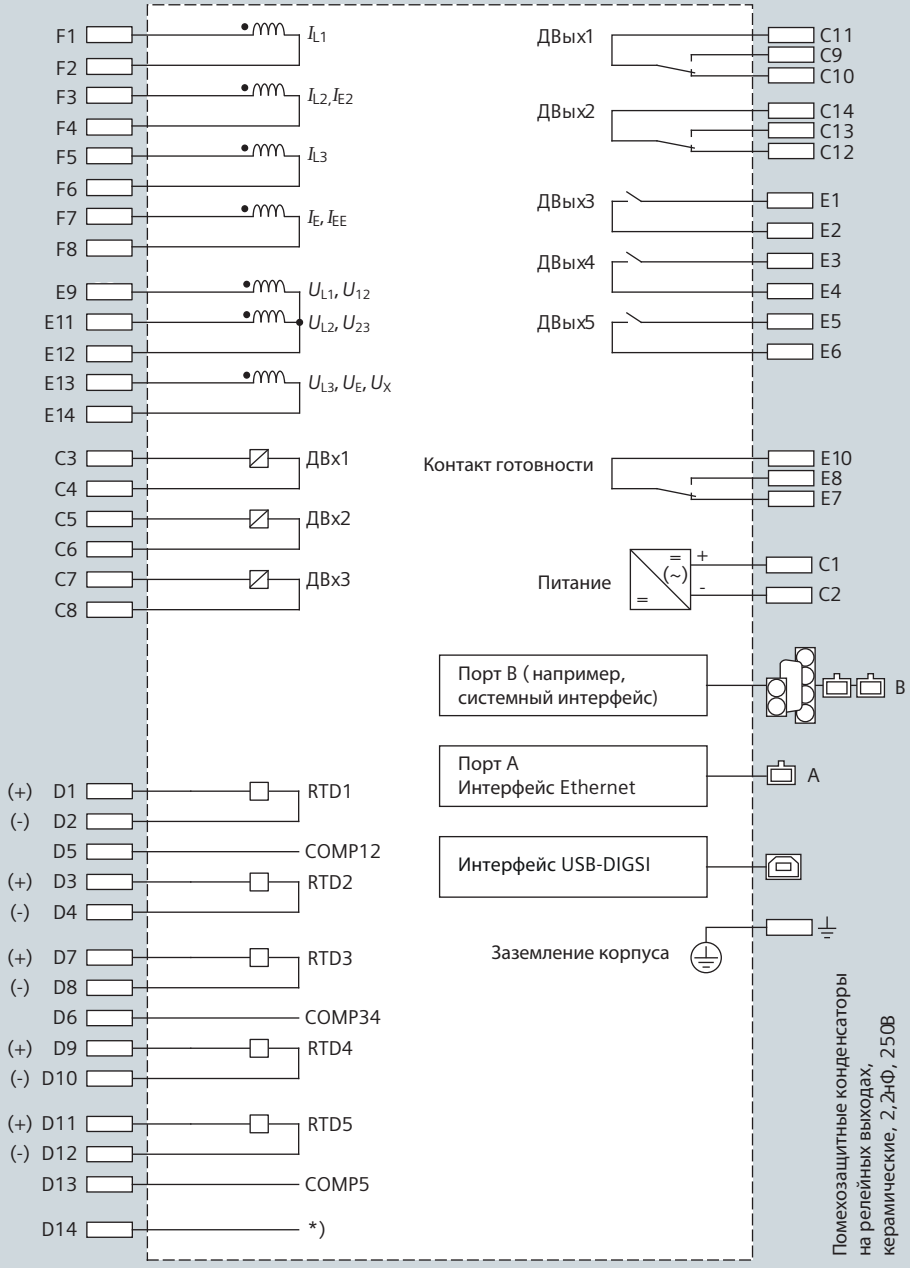



**Рис. 4/25** Защита электродвигателя 7SK806

## Примеры схем подключения

### Подключение трансформаторов тока и напряжения

#### Стандартное подключение

В сетях с заземленной нейтралью значение тока замыкания на землю определяется по схеме подключения на сумму фазных токов (схема Холмгрина).



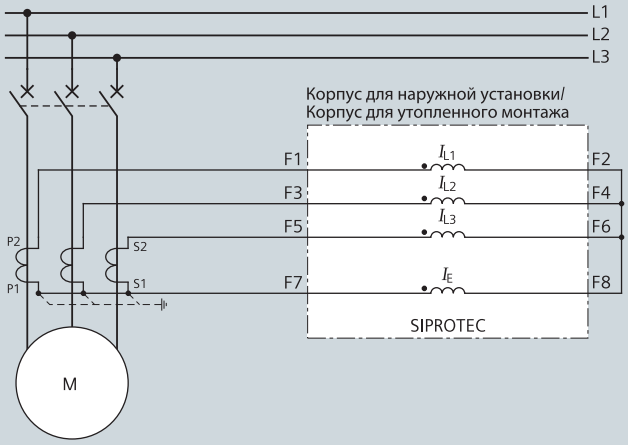



**Рис. 4/26** Схема измерения тока нулевой последовательности без определения направления

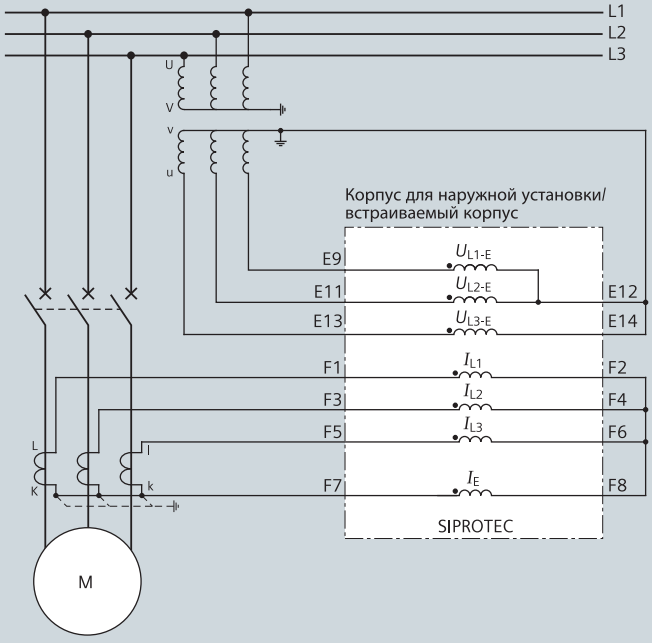



**Рис. 4/27** Схема измерения тока нулевой последовательности с определением направления для замыканий на землю (без определения направления для междуфазных КЗ)

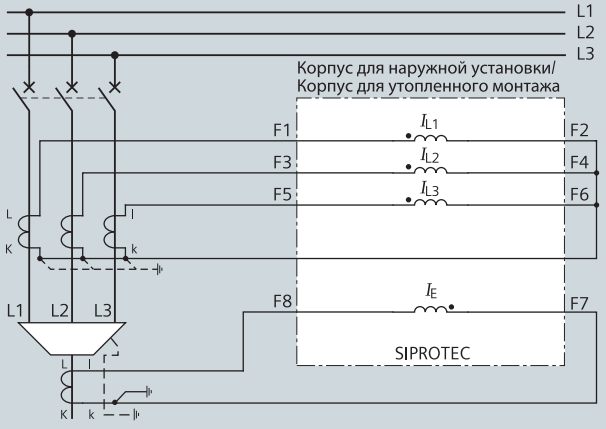



**Рис. 4/28** Подключение дополнительного суммирующего трансформатора тока в дополнение к фазным трансформаторам тока

### Подключение в сетях с компенсированной нейтралью

На рисунке показано подключение двух фазных напряжений, а также напряжения UE разомкнутого треугольника и кабельного измерительного трансформатора тока НП.

Такое подключение обеспечивает максимальную точность определения направления замыкания на землю и должно применяться в сетях с компенсированной нейтралью.

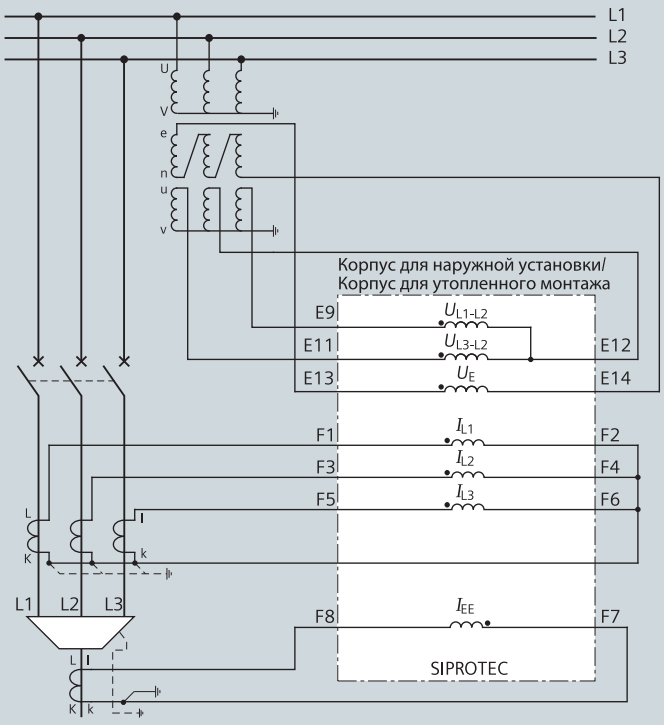



**Рис. 4/29** Ваттметрический метод определения направления замыкания на землю(с определением направления для междуфазных КЗ)

Здесь показана функция чувствительного определения направления замыкания на землю.

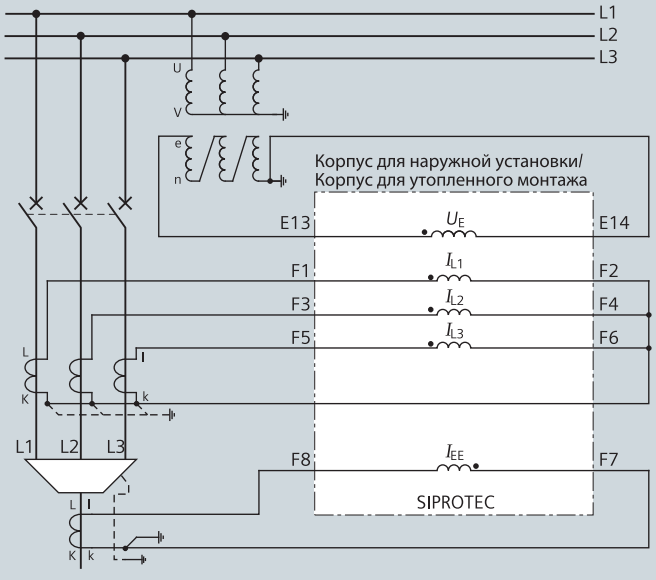



**Рис. 4/30** Чувствительное определение направления замыкания на землю

## Примеры схем подключения

### Подключение для всех типов сетей

На рисунке показано подключение трех трансформаторов тока и V-образное подключение двух трансформаторов напряжения.

Реализация направленной защиты от замыканий на землю невозможна, если нельзя рассчитать напряжение при несимметричной нагрузке.



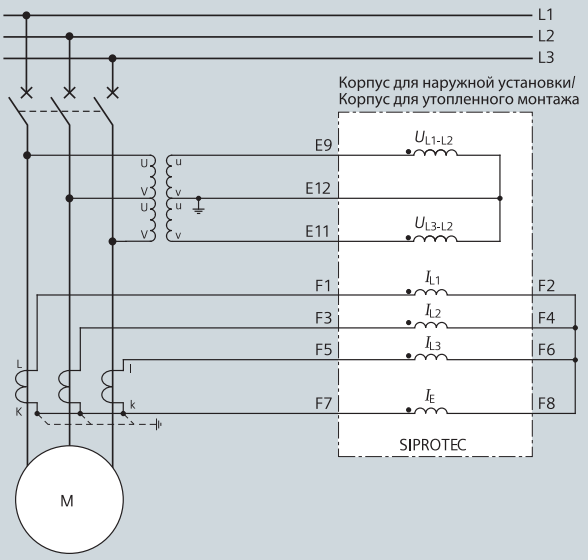



**Рис. 4/31** Схема измерения тока нулевой последовательности с функциями напряжения (без определения направления для междуфазных КЗ)

### Сводная таблица по способам подключения

| Способ заземления нейтрали | Функция | Способ подключения для измерения тока | Способ подключения для измерения напряжения |
|---|---|---|---|
| Сети с (глухо) заземленной нейтралью | Ненаправленная защита от междуфазных КЗ и КЗ на землю | Необходимо использовать схему подключения Холмгрина с тремя однофазными трансформаторами тока. Возможно использование кабельного измерительного трансформатора тока НП | – |
| Сети с (глухо) заземленной нейтралью | Чувствительная защита от замыкания на землю | Необходимо использовать кабельный измерительный трансформатор тока НП | – |
| Сети с изолированной или компенсированной нейтралью | Ненаправленная защита от междуфазного КЗ | Можно использовать схему подключения Холмгрина с тремя или двумя однофазными трансформаторами тока | – |
| Сети с (глухо) заземленной нейтралью | Направленная защита от междуфазного КЗ | Необходимо использовать схему подключения Холмгрина с тремя однофазными трансформаторами тока | Подключение «фаза — земля» или «фаза — фаза» |
| Сети с изолированной или компенсированной нейтралью | Направленная защита от междуфазного КЗ | Можно использовать схему подключения Холмгрина с тремя или двумя однофазными трансформаторами тока | Подключение «фаза — земля» или «фаза — фаза» |
| Сети с (глухо) заземленной нейтралью | Направленная защита от КЗ на землю | Необходимо использовать схему подключения Холмгрина с тремя однофазными трансформаторами тока. Возможно использование кабельного измерительного трансформатора тока НП | Необходимо использовать схему подключения «фаза — земля» |
| Сети с изолированной нейтралью | Чувствительная защита от КЗ на землю | Схема подключения Холмгрина, если ток на землю > 0,05 Iном на вторичной стороне, в противном случае необходимо использовать кабельный измерительный трансформатор тока НП | Тройное подключение «фаза — земля» или подключение «фаза — земля» в разомкнутый треугольник |
| Сети с компенсированной нейтралью | Чувствительная защита от КЗ на землю<br>Измерение cos φ | Необходимо использовать кабельный измерительный трансформатор тока НП | Тройное подключение «фаза — земля» или подключение «фаза — земля» в разомкнутый треугольник |

**Таблица 4/4** Обзор способов подключения

# Защита электродвигателей 7SK80

4

SIEMENS

# Защита по напряжению и частоте 7RW80 SIPROTEC Compact

# Защита по напряжению и частоте 7RW80


| | Страница |
|---|---|
| Описание | 5/3 |
| Обзор функций | 5/4 |
| Применение | 5/5 |
| Описание функций | 5/6 |
| Примеры использования | 5/8 |
| Данные для выбора и заказа | 5/10 |
| Назначение зажимов | 5/12 |
| Примеры схем подключения | 5/14 |

## Описание

SIPROTEC Compact 7RW80 – это цифровое, многофункциональное устройство релейной защиты, подключаемое к трансформатору напряжения. Его можно использовать для защиты электрических сетей, трансформаторов и электрических машин.

При отклонении напряжения и частоты от допустимых значений и при перевозбуждении защита реагирует в соответствии с уставками. Цифровое устройство релейной защиты 7RW80 применяется также для деления сетей или для сброса нагрузки при авариях в сети из-за слишком большого снижения частоты (функция АЧР). Интегрированная функция подключения нагрузки (ЧАПВ) позволяет восстановить сеть после возвращения частоты к номинальному значению.

Устройство SIPROTEC Compact 7RW80 предлагает «гибкие защитные функции»

Для удовлетворения индивидуальных требований к уже имеющимся функциям защиты могут быть добавлены 20 дополнительных функций. Таким образом, можно реализовать защиту по частоте или защиту от реверса мощности.

Устройство поддерживает управление силовыми выключателями и другими коммутационными аппаратами, а также функции автоматизации. Интегрированная программируемая логика (CFC) позволяет пользователю добавлять свои функции для автоматизации ячейки РУ (оперативные блокировки).

Кроме того, пользователь может формировать собственные сигналы.

## Особенности

- Съемные клеммные блоки для цепей тока и напряжения
- Регулируемые с помощью програмного обеспечения DIGSI уровни сигналов на дискретных входах (3 уровня)
- 9 программируемых функциональных клавиш
- 6-строчный дисплей
- Батарейный отсек на передней панели
- Разъем USB на передней панели
- 2 дополнительных интерфейса связи
- МЭК 61850, с резервированием (электрич. или оптич.)
- Непосредственный обмен данными между устройствами по сети Ethernet (МЭК 61850 GOOSE)
- Синхронизация времени с точностью до миллисекунды через Ethernet посредством протокола SNTP

**Рис. 5/1** 7RW80 Вид спереди

**Рис. 5/2** 7RW80 Вид сзади

5

# Защита по напряжению и частоте 7RW80

## Обзор функций

| Функции защиты | Стандарт МЭК | Стандарт ANSI. |
|---|---|---|
| Защита от повышения и снижения напряжения | *U*<, *U*> | 27/59 |
| Защита от повышения напряжения нулевой последовательности | $U_E$, $U_0$> | 59N [1)] |
| Защита от повышения и снижения частоты | *f*<, *f*> | 81O/U |
| Подключение нагрузки | | |
| Скачок вектора (напряжения) | Δ φ> | |
| Защита от перевозбуждения | *U* / *f* | 24 |
| Контроль чередования фаз | $U_2$>, Чередование фаз | 47 |
| Контроль синхронизма | | 25 |
| Защита по скорости изменения частоты | *df*/*dt* | 81R |
| Защита по скорости изменения напряжения | *dU*/*dt* | 27R/59R |
| Контроль цепей отключения | | 74TC |
| Блокировка включения | | 86 |

**Таблица 5/1** Обзор функций

5

*Функции управления/ программируемая логика*

- Управляющие команды для силовых выключателей и разъединителей
- Управление через клавиатуру, дискретные входы, DIGSI 4 или SCADA-систему
- Определяемая пользователем через редактор CFC логика (например, оперативная блокировка).

*Функции контроля*

- Измеряемые эксплуатационные параметры *U*, *f*
- Минимальные и максимальные значения
- Контроль цепей отключения
- Контроль исправности цепей напряжения
- Сохранение 8 записей данных повреждений

*Интерфейсы связи*

- Системный и сервисный интерфейс

– МЭК 61850 Издание 1 и 2
– МЭК 60870-5-103
– PROFIBUS-DP
– DNP 3.0
– MODBUS RTU

- Интерфейс Ethernet для DIGSI 4
- Разъем USB на передней панели для DIGSI 4.

*Аппаратная часть*

- 3 входа напряжения
- 3 / 7 дискретных входов (уровни сигналов задаются программно)
- 5 / 8 дискретных выходов (2 переключающих контакта)
- 1 контакт готовности
- съемные клеммные блоки для цепей тока и напряжения.

1) Недоступно, если выбран пакет функций „C“ или „E“ (контроль синхронизма).

## Применение

SIPROTEC Compact 7RW80 — это цифровое устройство релейной защиты, дополненное функциями управления и контроля. Эта особенность повышает экономичность ведения технологического процесса и гарантирует надежность энергоснабжения. Локальное управление устройством организовано предельно эргономично. На большом, хорошо читаемом дисплее размещается максимум информации.

### Управление

Интегрированная функция управления обеспечивает управление разъединителями и силовыми выключателями с пульта управления, через дискретные входы, через ПО DIGSI 4 или управляющие устройства (например, SICAM).

### Программируемая логика

Встроенные логические функции позволяют пользователю с помощью графического пользовательского интерфейса реализовывать собственные функции для автоматизации ячеек КРУ (оперативная блокировка) или ОРУ и формировать собственные сигналы.

### Измеряемые рабочие величины

Широкий набор измеряемых рабочих величин, предельных и учитываемых значений повышает качество ведения технологического процесса и облегчает ввод в эксплуатацию устройства.

### Оперативная информация о работе оборудования

Рабочий процесс на подстанции документируется путем сохранения в памяти устройств сигналов о повреждениях, сообщений об ошибках, наборов данных о повреждениях и статистики.

### Защита линий

В качестве резервной защиты линий, устройства 7RW80 располагают несколькими ступенями защиты по напряжению и частоте.

### Защита генераторов и трансформаторов

С помощью функций защиты по напряжению, частоте и защиты от перевозбуждения, устройства 7RW80 обеспечивают полноценную защиту генераторов и трансформаторов при неправильном регулировании частоты и напряжения, при полном отключении нагрузки и при работе генераторов в изолированных сетях.

### Деление сети и сброс нагрузки

Для деления сетей и сброса нагрузки (АЧР) устройства 7RW80 располагают такими функциями, как защита по напряжению и частоте, а также защита по скорости изменения напряжения и частоты.

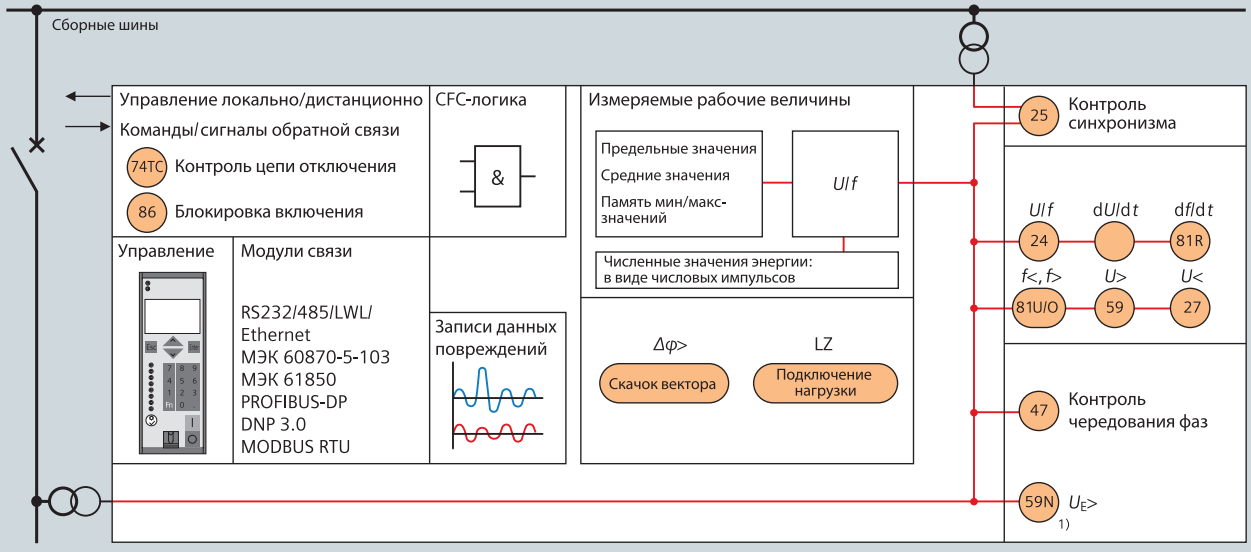
### Подключение нагрузки

Для восстановления сети устройство 7RW80 использует функции защиты по частоты и подключения нагрузки (ЧАПВ).

### Коммутационные аппараты высокого и среднего напряжения

Все устройства оптимально соответствуют требованиям использования в сетях среднего напряжения. В распределительных шкафах, как правило, отпадает необходимость в отдельных измерительных приборах (для измерения тока, напряжения, частоты...), измерительных преобразователях и дополнительных управляющих компонентах.






1) Недоступно, если выбран пакет функций "C" или "E" (контроль синхронизма).

**Рис. 5/3** Объем функций

## Описание функций

### Функции защиты

#### Защита от снижения напряжения (ANSI 27)

Двухступенчатая защита от снижения напряжения защищает, в частности, электрические машины (насосы гидроаккумуляторов и электродвигатели) от последствий опасного падения напряжения. Она отключает машины от сети и предотвращает их работу в таком режиме с возможной потерей синхронизма.

Физически правильное поведение защиты машин достигается путем оценки составляющих прямой последовательности. При этом функция защиты работает в широкой полосе частот (45-55 Гц, 55-65 Гц), чтобы обеспечить защиту вращающихся по инерции двигателей, когда частота снижается.

По выбору эта функция может работать с напряжениями «фаза — фаза» или «фаза — земля», а также с напряжением прямой последовательности. Кроме того, доступны пользовательские характеристики (до 20 пар значений).

#### Защита от повышения напряжения (ANSI 59)

Двухступенчатая защита от повышения напряжения распознает недопустимо высокое напряжение в сетях и электрических машинах.

По выбору эта функция может работать с напряжениями «фаза — фаза» или «фаза — земля», а также с напряжениями прямой и обратной последовательности. Кроме того, доступны пользовательские характеристики (до 20 пар значений).

#### Защита по частоте (ANSI 81O / U)

Может использоваться как защита от повышения или как защита от снижения частоты. Защищает машины и элементы установок от последствий отклонения числа оборотов от номинального (вибрация, перегрев и т. д.). Обнаружив изменение частоты в сети, защита, в зависимости от заданного значения частоты, отключает заранее выбранных потребителей. Защита применяется в широком диапазоне частот (40-60 Гц для 50 Гц, 50-70 Гц для 60 Гц). Она выполняется 4-ступенчатой (по выбору: повышение частоты, снижение частоты или отключение). Каждая ступень имеет свою выдержку времени. Наряду с блокировкой ступеней частоты через дискретный вход, может быть добавлена ступень защиты от снижения напряжения.

#### Подключение нагрузки (ЧАПВ)

Задача функции подключения нагрузки — после восстановления частоты в сети снова автоматически присоединить к сети те ее части, которые были отключены из-за перегрузки. Имеются 4 работающих по отдельности ступени подключения нагрузки. Как только, судя по значению частоты, мощность питания становится достаточной, функция поочередно, через определенные интервалы времени, снова подключает потребителей к сети.

#### Защита от перевозбуждения (ANSI 24)

Защита от перевозбуждения служит для обнаружения недопустимо высокой индукции (пропорциональной U / f) в генераторе или трансформаторе, приводящей к тепловой перегрузке. Эта опасность возникает при пусках, при полном отключении нагрузки, в «слабых» и изолированных сетях. Зависимые характеристики устанавливаются по 8 точкам с использованием данных производителя. Дополнительно используются независимая ступень, работающая на сигнал и быстродействующая ступень. Наряду с частотой для расчета соотношения U /f используются максимум 3 связанных напряжения. Контролируемая полоса частот составляет 25-70 Гц.

#### Скачок вектора

Критерием бесперебойности питания является угол сдвига фаз напряжения. При повреждении на питающей линии и внезапном пропадании тока в цепи происходит резкое изменение угла сдвига фаз напряжения. Этот факт фиксируется по изменению напряжения. Если величина изменения превышает установленное пороговое значение, выдается команда на отключение выключателя генератора или секционного выключателя.

#### Гибкие защитные функции

Устройства 7RW80 предлагают возможность простого добавления до 20 дополнительных функций защиты. Для этого путем параметрирования стандартная логика защиты связывается с произвольными параметрами (измеряемыми или рассчитываемыми). Стандартная логика состоит из обычных элементов защиты, таких как инициирующие сигналы, регулируемые выдержки времени, команды на отключение, варианты блокировок и т. д. Величины тока, напряжения, мощности, а также коэффициент мощности могут оцениваться как пофазно, так и одновременно для трех фаз.

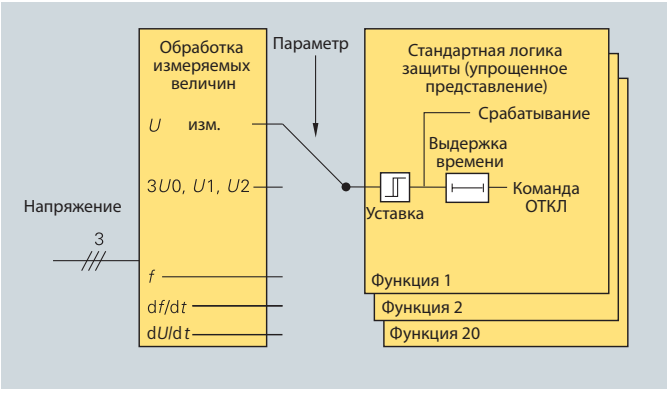



**Рис. 5/4** Принцип гибких функций защиты

Почти все величины можно использовать в качестве максимальных или минимальных ступеней. Все ступени работают с приоритетом защиты или со скоростью защиты.

Далее перечислены имеющиеся в распоряжении характеристики ступеней и функций защиты:

| Функция | ANSI |
|---|---|
| $U<$, $U>$, $U_E>$ | 27, 59, 59N |
| $3U_0>$, $U_1><$, $U_2><$ | 59N, 47 |
| $f><$ | 81O, 81U |
| $df/dt><$ | 81R |
| $dU/dt><$ | 27R, 59R |

**Таблица 5 / 2** Реализуемые гибкие защитные функции

Так, можно, например, реализовать:

- Защиту по скорости изменения частоты (ANSI 81R)
- Защиту по скорости изменения напряжения (ANSI 27R/59R).

### Контроль синхронизма (ANSI 25)

При включении силового выключателя устройства могут проверять, выполняется ли условие синхронизма объединяемых участков сети (классический контроль синхронизма).

### Блокировка повторного включения (ANSI 86)

Состояние всех дискретных выходов может индицироваться светодиодами и сбрасываться клавишей сброса светодиодов. При пропадании питания состояния сохраняются. Повторное включение возможно только после квитирования.

### Контроль цепи отключения (ANSI 74TC)

Один или два дискретных входа можно использовать для контроля соленоидов отключения силового выключателя вместе с его выводами. При обрыве цепи отключения срабатывает аварийная сигнализация.

### Пользовательские функции

Дополнительные функции могут быть реализованы с помощью редактора CFC или гибких функций защиты.

### Дополнительные функции

### Измеряемые значения

По измеренным параметрам напряжений рассчитываются их действующие значения, а также частота. Для обработки измеренных значений используются следующие функции:

- Напряжения $U_{L1}$, $U_{L2}$, $U_{L3}$, $U_{12}$, $U_{23}$, $U_{31}$
- Симметричные составляющие $U_1$, $U_2$, $3U_0$
- Частота
- Контрольные стрелки для средних, минимальных и максимальных значений тока
- Счетчик времени работы
- Контроль предельных значений

  Обработка предельных значений осуществляется с помощью программируемой логики в редакторе CFC. От сигналов предельных значений могут отводиться команды.
- Фильтрация нулевого значения

  В определенном диапазоне очень малых измеренных величин значение обнуляется, чтобы снизить погрешности.

### Ввод в эксплуатацию

Устройство без труда вводится в эксплуатацию с помощью программы DIGSI 4. Возможно целенаправленное считывание состояния дискретных входов и установка дискретных выходов. Функции проверки коммутационных аппаратов (силовых выключателей, разъединителей) выполняются функциями переключения. Аналоговые измеряемые величины представлены широким набором эксплуатационных параметров.

На время работ по техобслуживанию можно блокировать передачу информации в систему АСУ ТП.

Все сигналы, выдаваемые в ходе ввода устройства в эксплуатацию, могут помечаться, как испытательные.

### Тестовый режим

Перед началом тестирования можно блокировать передачу на подключенное линейное оборудование всех сигналов, помеченных, как испытательные.

## Примеры использования

### Присоединения со сбросом нагрузки

В нестабильных сетях (изолированных, сетях аварийного питания при больницах) может потребоваться отключение от сети выбранных потребителей для защиты всей сети от перегрузки.

Функции максимальной токовой защиты с выдержкой времени эффективны только при коротком замыкании. Перегрузку генератора можно определить по падению частоты или напряжения.

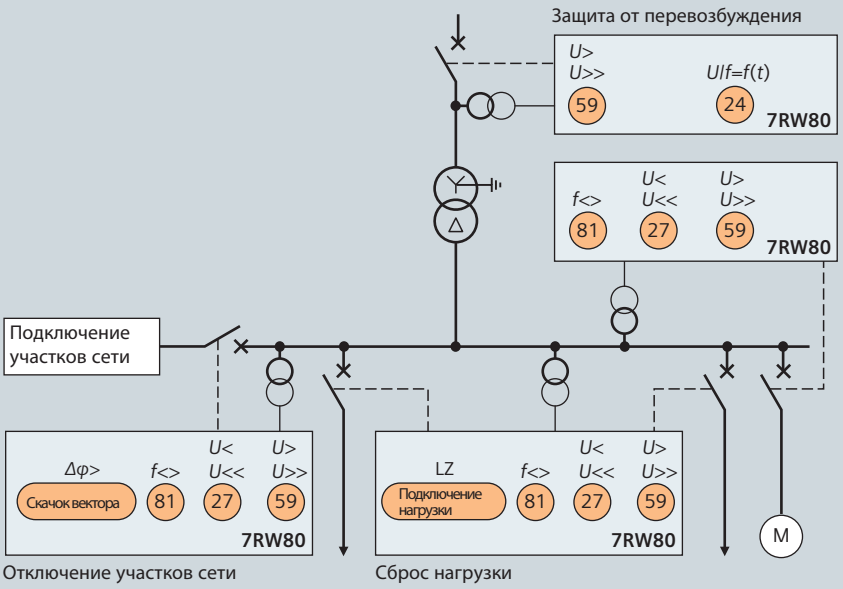



**Рис. 5/5** Примеры использования устройства 7RW80

### Сброс нагрузки с помощью защиты по скорости изменения частоты

Путем измерения частоты через установленные интервалы времени определяются мгновенные значения изменения частоты. Это позволяет, обнаружив внезапное возрастание нагрузки, отключить от сети определенных потребителей, чтобы затем восстановить устойчивость сети.

Защита по скорости изменения частоты реагирует еще до того, как достигнут порог чувствительности защиты по частоте.

Порог срабатывания защиты по скорости изменения частоты определяется параметрами энергообъекта и параметрами сети. Эта защита подходит также для отключения участков сети.

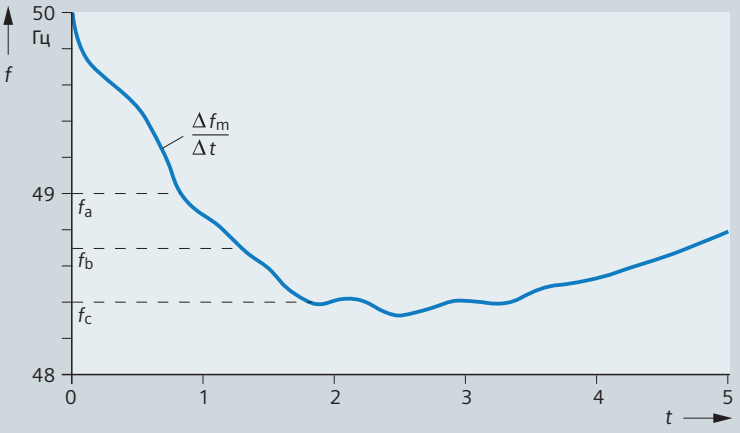



**Рис. 5/6** Сброс нагрузки

### Контроль синхронизма

Эта функция объединения двух участков сети проверяет, допустима ли эта операция с точки зрения сохранения устойчивости сети. В примере нагрузка на сборной шине запитывается от генератора через трансформатор. Группа соединения трансформатора может быть учтена в форме параметрируемого согласования углов, так что никакие внешние средства согласования не требуются. Контроль синхронизма может использоваться как при АПВ, так и при ручном включении (дистанционно или локально).

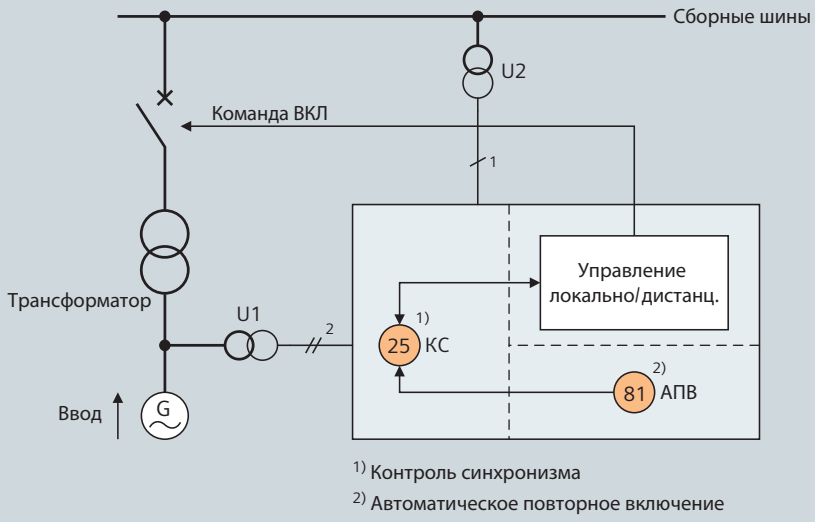



**Рис. 5/7** Измерение напряжения на сборных шинах и на присоединении с целью контроля синхронизма

5

# Защита по напряжению и частоте 7RW80

## Данные для выбора и заказа

| Описание | № для заказа | Сокращенное обозначение |
|---|---|---|
| | 7RW80□0-□□□□□-□□□□+□□□ | |
| **Измерительные входы, дискретные входы и выходы** | | |
| Корпус 1/6 19"; 3 x U, 3 ДВх, 5 ДВых (2 переключающих контакта), 1 контакт готовности | 1 | |
| Корпус 1/6 19"; 3 x U, 7 ДВх, 8 ДВых (2 переключающих контакта), 1 контакт готовности | 2 | |
| **Оперативное напряжение (питание)** | | |
| 24/48 В пост. тока | 1 | |
| 60/110/125/220/250 В пост. тока, 115/230 В перем. тока | 5 | |
| **Конструктивное исполнение** | | |
| Корпус для наружной установки, винтовые зажимы | B | |
| Корпус для утопленного монтажа, винтовые зажимы | E | |
| **Регион назначения и предварительно установленный язык** | | |
| Германия, МЭК, немецкий язык (язык можно изменить), передняя панель стандартная | A | |
| Все регионы, МЭК/ANSI, английский язык (язык можно изменить), передняя панель стандартная | B | |
| США, ANSI, английский язык (США) (язык можно изменить), передняя панель США | C | |
| Франция, МЭК/ANSI, французский язык (язык можно изменить), передняя панель стандартная | D | |
| Все регионы, МЭК/ANSI, испанский язык (язык можно изменить), передняя панель стандартная | E | |
| Все регионы, МЭК/ANSI, итальянский язык (язык можно изменить), передняя панель стандартная | F | |
| Россия, МЭК/ANSI, русский язык (язык можно изменить), передняя панель стандартная | G | |
| Китай, МЭК/ANSI, китайский язык (язык изменить нельзя), передняя панель китайская | K | |
| **Порт B (нижняя/задняя сторона устройства)** | | |
| Без оснастки | 0 | |
| МЭК 60870-5-103 или DIGSI 4/модем, электр. RS232 | 1 | |
| МЭК 60870-5-103 или DIGSI 4/модем, электр.RS485 | 2 | |
| МЭК 60870-5-103 или DIGSI 4/модем, опт. 820 нм, разъем ST | 3 | |
| PROFIBUS DP Slave, электр. RS485 | 9 | L 0 A |
| PROFIBUS DP Slave, опт., двойное кольцо, разъем ST | 9 | L 0 B |
| MODBUS, электр. RS485 | 9 | L 0 D |
| MODBUS, опт. 820 нм, разъем ST | 9 | L 0 E |
| DNP 3.0, электр. RS485 | 9 | L 0 G |
| DNP 3.0, опт. 820 нм, разъем ST | 9 | L 0 H |
| МЭК 61850, 100 Мбит Ethernet, электр., двойн., разъем RJ45 | 9 | L 0 R |
| МЭК 61850, 100 Мбит Ethernet, опт., двойн, разъем LC | 9 | L 0 S |
| **Порт A (нижняя/передняя сторона устройства)** | | |
| Без оснастки | 0 | |
| С интерфейсом Ethernet (интерфейс DIGSI, без МЭК 61850), разъем RJ45 | 6 | |
| **Измерение/запись данных повреждений** | | |
| С записью данных повреждений, с мин/макс-значениями напряжения | 1 | |

см. след. стр.

5

Подробный обзор технических характеристик (выписка из руководства по эксплуатации) можно найти по адресу: http://www.siemens.com/siprotec

## Данные для выбора и заказа

| № ANSI | Описание | № для заказа |
|---|---|---|
| | **Защита по напряжению и частоте** | A |
| **27/59** | Защита от снижения/повышения напряжения | |
| **64/59N** | Защита от замыканий на землю по напряжению нулевой последовательности | |
| **81U/O** | Защита от снижения/повышения частоты | |
| **47** | Чередование фаз | |
| **74TC** | Контроль цепи отключения | |
| **86** | Блокировка включения | |
| | Переключение групп уставок | |
| | Функции контроля | |
| | Управление силовыми выключателями | |
| **27R/59R/81R** | Гибкие защитные функции (парам. напряжения): защита по скорости изм. частоты, защита по скорости изм. напряж. | |
| | **Защита по напряжению и частоте, подключение нагрузки (ЧАПВ)** | B |
| **27/59** | Защита от снижения/повышения напряжения | |
| **64/59N** | Защита от замыканий на землю по напряжению нулевой последовательности | |
| **81U/O** | Защита от снижения/повышения частоты | |
| | Подключение нагрузки | |
| **47** | Чередование фаз | |
| **74TC** | Контроль цепи отключения | |
| **86** | Блокировка включения | |
| | Переключение групп уставок | |
| | Функции контроля | |
| | Управление силовыми выключателями | |
| **27R/59R/81R** | Гибкие защитные функции (парам. напряжения): защита по скорости изм. частоты, защита по скорости изм. напряж. | |
| | **Защита по напряжению и частоте, контроль синхронизма** | C |
| **27/59** | Защита от снижения/повышения напряжения | |
| **81U/O** | Защита от снижения/повышения частоты | |
| **25** | Контроль синхронизма | |
| **47** | Чередование фаз | |
| **74TC** | Контроль цепи отключения | |
| **86** | Блокировка включения | |
| | Переключение групп уставок | |
| | Функции контроля | |
| | Управление силовыми выключателями | |
| **27R/59R/81R** | Гибкие защитные функции (парам. напряжения): защита по скорости изм. частоты, защита по скорости изм. напряж. | |
| | **Защита по напряжению и частоте, защита от перевозбуждения и скачок вектора напряжения** | D |
| **27/59** | Защита от снижения/повышения напряжения | |
| **64/59N** | Защита от замыканий на землю по напряжению нулевой последовательности | |
| **81U/O** | Защита от снижения/повышения частоты | |
| **24** | Защита от перевозбуждения | |
| | Скачок вектора | |
| **47** | Чередование фаз | |
| **74TC** | Контроль цепи отключения | |
| **86** | Блокировка включения | |
| | Переключение групп уставок | |
| | Функции контроля | |
| | Управление силовыми выключателями | |
| **27R/59R/81R** | Гибкие защитные функции (парам. напряжения): защита по скорости изм. частоты, защита по скорости изм. напряж. | |
| | **Защита по напряжению и частоте, защита от перевозбуждения и скачок вектора напряжения, подключение нагрузки (ЧАПВ) + контроль синхронизма** | E |
| **27/59** | Защита от снижения/повышения напряжения | |
| **81U/O** | Защита от снижения/повышения частоты | |
| **24** | Защита от перевозбуждения | |
| | Скачок вектора | |
| | Подключение нагрузки | |
| **25** | Контроль синхронизма | |
| **47** | Чередование фаз | |
| **74TC** | Контроль цепи отключения | |
| **86** | Блокировка включения | |
| | Переключение групп уставок | |
| | Управление силовыми выключателями | |
| **27R/59R/81R** | Гибкие защитные функции (парам. напряжения): защита по скорости изм. частоты, защита по скорости изм. напряж. | |

## Назначение зажимов



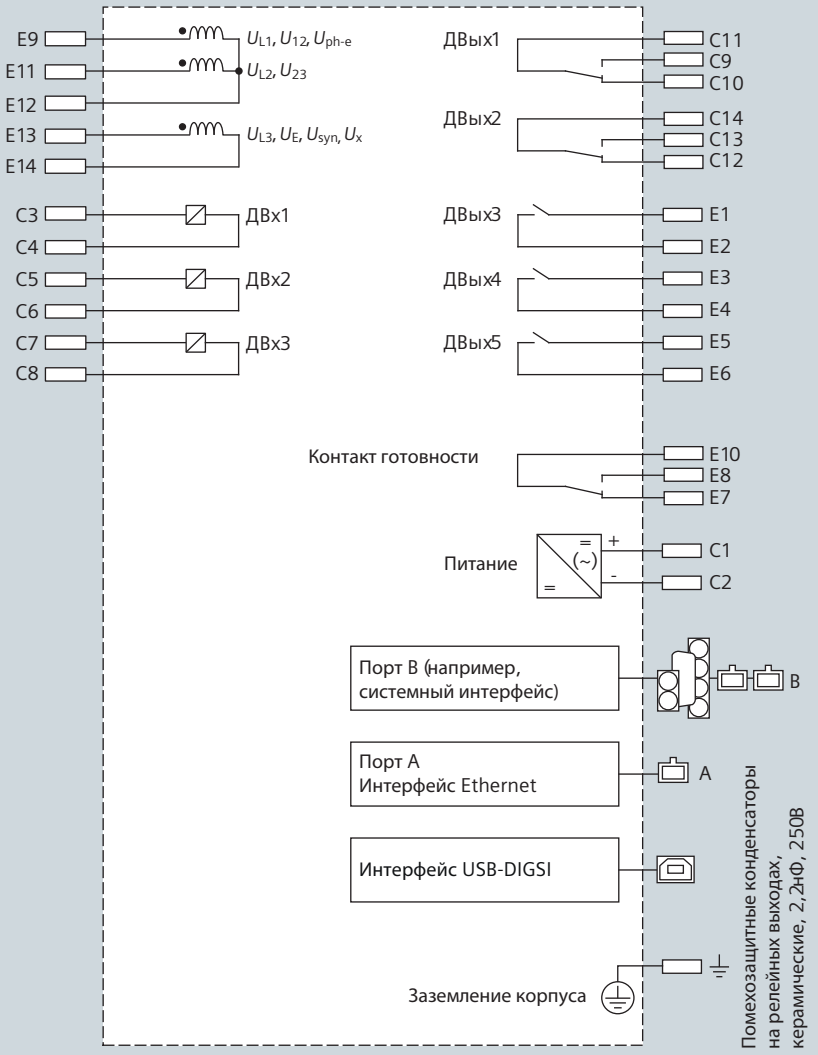



**Рис. 5/8** Защита по напряжению и частоте 7RW801

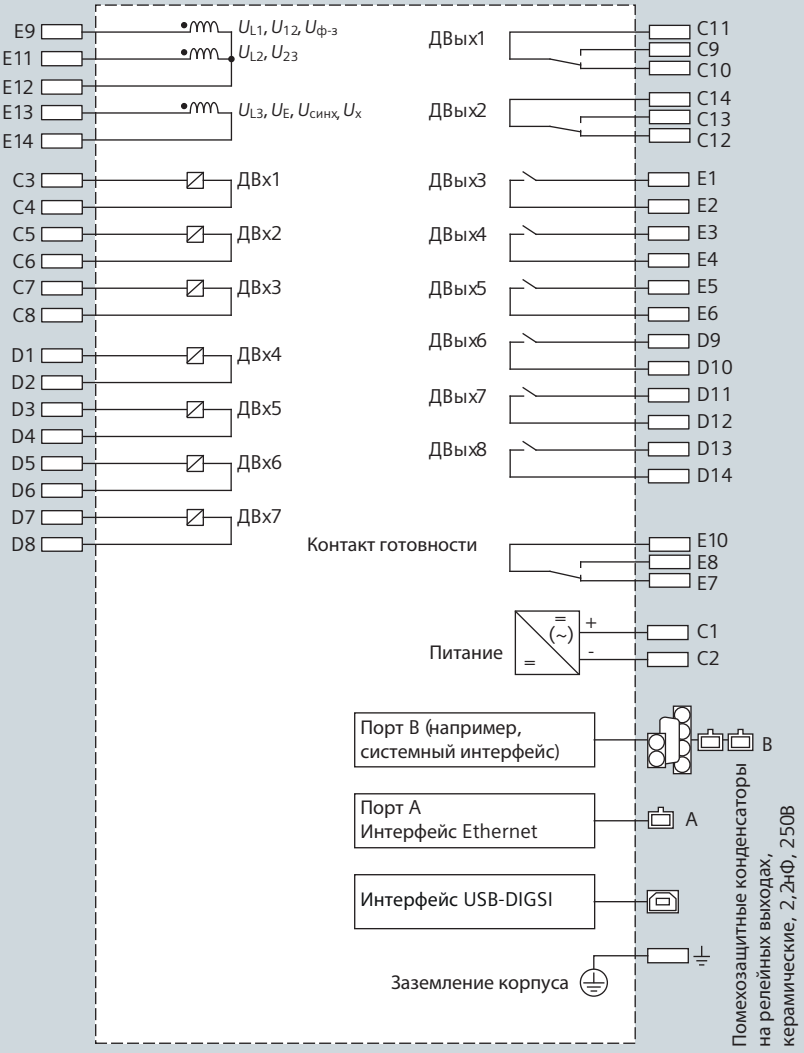



**Рис. 5/9** Защита по напряжению и частоте 7RW802

# Защита по напряжению и частоте 7RW80

## Примеры схем подключения

### Стандартное подключение

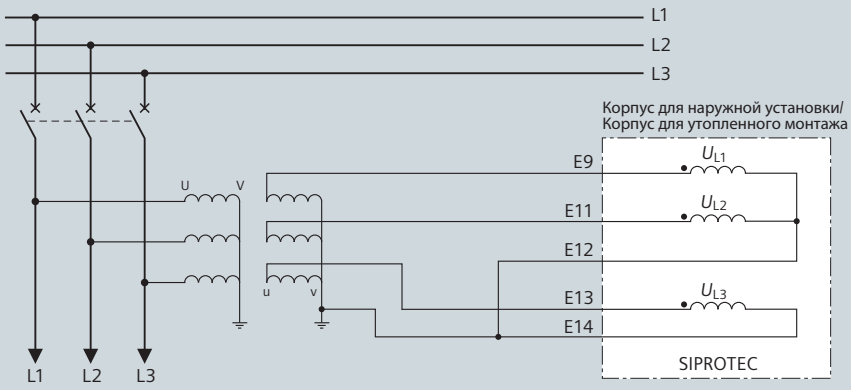



**Рис. 5/10** A-3: Пример подключения „$U_{1E}$, $U_{2E}$, $U_{3E}$“
Подключение трансформатора напряжения на выходной стороне

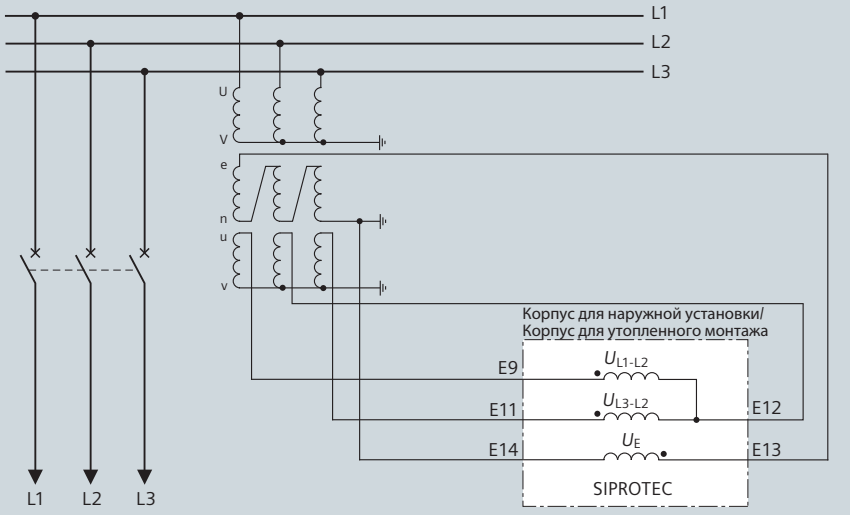



**Рис. 5/11** Подключение к двум трансформаторам (напряжения «фаза — фаза») и напряжение разомкнутого треугольника (e-n)

### Подключение $U_x$

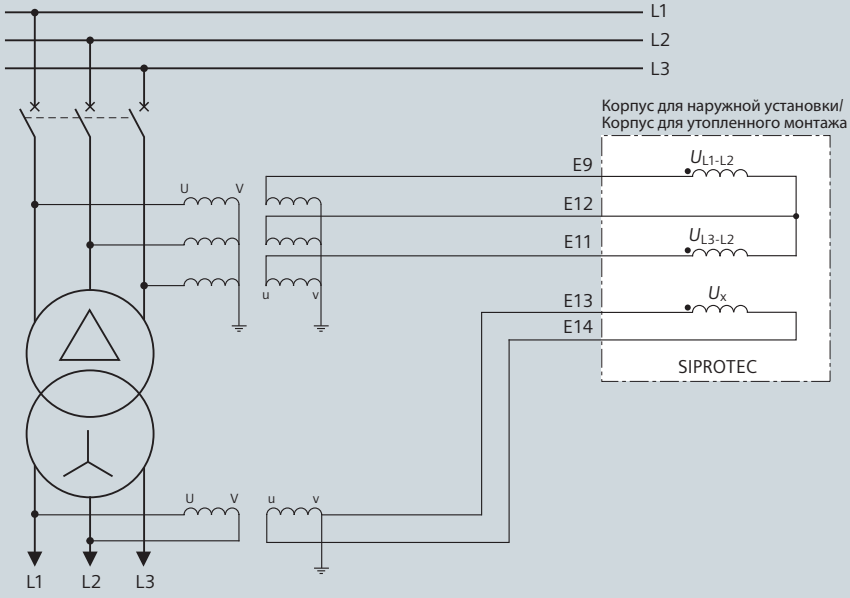



**Рис. 5/12** Пример подключения „$U_{12}$, $U_{23}$, $U_x$“

**Подключение для контроля синхронизма**

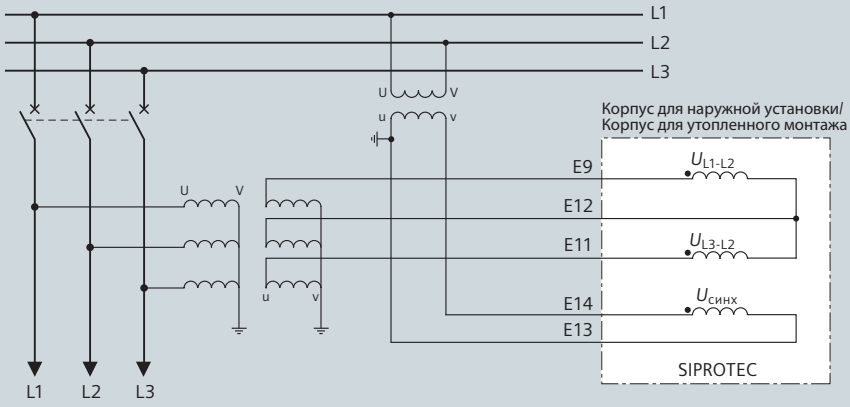



**Рис.5/13** Пример подключения „$U_{12}$, $U_{23}$, $U_{синх}$

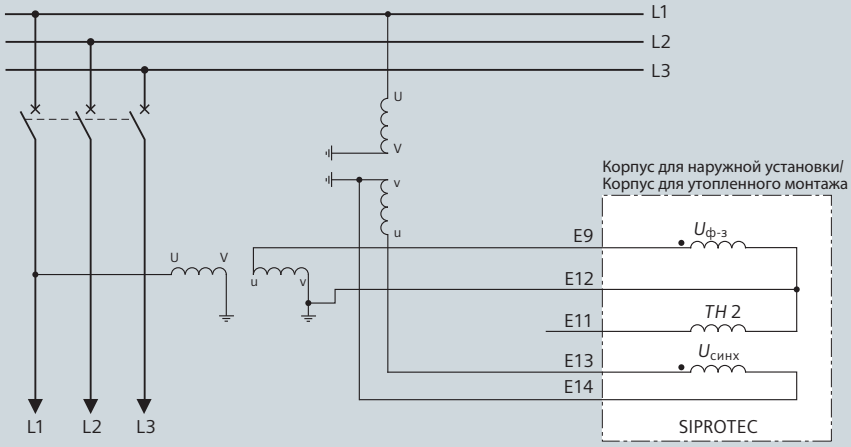



**Рис. 5/14** Пример подключения „$U_{ф-з}$, $U_{синх}$“
Подключение возможно к любой из трех фаз.
Фаза должна быть идентична по $U_{ф-з}$ и $U_{синх}$.

5

# Защита по напряжению и частоте 7RW80

SIEMENS

# Дифференциальная защита линий 7SD80 SIPROTEC Compact

# Дифференциальная защита линий 7SD80


| | Страница |
|---|---|
| Описание | 6/3 |
| Обзор функций | 6/4 |
| Применение | 6/5 |
| Описание функций | 6/6 |
| Примеры использования | 6/9 |
| Данные для выбора и заказа | 6/12 |
| Назначение зажимов | 6/14 |
| Примеры схем подключения | 6/20 |

## Описание

Дифференциальная защита линий 7SD80 из серии устройств SIPROTEC Compact спроектирована для селективной защиты линий в сетях с заземленной (глухозаземленной, заземленной через низкоомный или высокоомный резистор), изолированной или компенсированной нейтралью.

Примененные в устройстве алгоритмы дифференциальной защиты отличаются большой устойчивостью при внешних повреждениях, невысокими требованиями к измерительным трансформаторам, простотой параметрирования и проверки.

В варианте 7SD80 с подключением трансформаторов напряжения интегрированная в устройство максимальная токовая защита с выдержкой времени может использоваться также как направленная двухступенчатая максимальная токовая защита с выдержкой времени. Каждой из трех ее ступеней может независимо от других ступеней присваиваться функция основной или резервной защиты.

Это открывает возможность для простого ввода устройства 7SD80 посредством обратной блокировки в концепцию защиты сборных шин и обеспечивает выполнение функции направленной максимальной токовой защиты с выдержкой времени даже при потере канала связи между устройствами 7SD80.

### Коммуникация с использованием интерфейсов данных защиты

Обмен данными дифференциальная защита осуществляет по цифровой связи (двухпроводный интерфейс и / или оптоволоконный интерфейс).

Коммуникация с помощью интерфейса данных защиты может использоваться для передачи команд на противоположный конец линии и, одновременно, для обмена произвольно ранжируемыми дискретными сигналами (до 16 сигналов) между устройствами 7SD80.

### Особенности

- Съемные клеммные блоки для цепей тока и напряжения
- Регулируемые с помощью програмного обеспечения DIGSI уровни сигналов на дискретных входах (3 уровня)
- Регулируемое (1 или 5 A) с помощью программного обеспечания DIGSI значение тока во вторичной цепи трансформатора тока
- 9 программируемых функциональных клавиш
- 6-строчный дисплей
- Батарейный отсек на передней панели
- Разъем USB на передней панели
- 2 дополнительных интерфейса связи
- МЭК 61850, с резервированием (электрич. или оптич.)
- Непосредственный обмен данными между устройствами через Ethernet (МЭК 61850 GOOSE)
- Синхронизация времени с точностью до миллисекунды через Ethernet посредством протокола SNTP.

### Специфические особенности 7SD80

- Два отдельных, независимых друг от друга алгоритма дифференциальной защиты для замыканий «фаза — фаза» и «фаза — земля»
- Простота параметрирования и проверки дифференциальной защиты
- Первичные токи трансформаторов тока могут отличаться друг от друга в 4 раза
- Невысокие требования к трансформаторам тока для дифференциальной защиты
- Интегрированные интерфейсы для передачи данных дифференциальной защиты (оптоволоконный до 24 км и/или двухпроводный электрический до 20 км)
- Интегрированная функция контроля интерфейса данных защиты, как на этапе ввода, так и в ходе эксплуатации
- Возможность присвоения устройствам защиты адресов с целью обнаружения перепутывания параллельных линий связи для дифференциальной защиты
- Интегрированная ненаправленная и направленная максимальная токовая защита с выдержкой времени (3 ступени)
- Передача команд телеотключения и 16 других дискретных сигналов на противоположный конец

**Рис. 6/1** 7SD80 Вид спереди

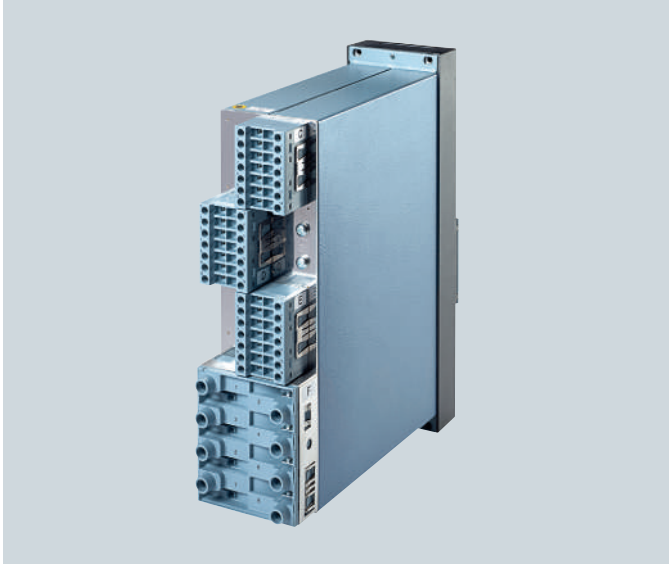


**Рис. 6/2** 7SD80 Вид сзади

# Дифференциальная защита линий 7SD80

## Обзор функций

| Функции защиты | Стандарт МЭК | Стандарт ANSI. | Комментарии. |
|---|---|---|---|
| Дифференциальная защита от междуфазных КЗ | $\Delta I$ | 87L | |
| Дифференциальная защита от замыканий на землю (3I0) | $\Delta 3I_0$ | 87N L | |
| Дифференциальная защита от замыканий на землю для сетей с изолированной (незаземленной) нейтралью | $\Delta I_{EE}$ | 87Ns L | Опция |
| Максимальная токовая защита от междуфазных КЗ с независимой выдержкой времени | $I>$, $I>>$, $I>>>$ | 50 TD (3 ступени) | |
| Максимальная токовая защита от замыканий на землю с независимой выдержкой времени | $I_E>$, $I_E>>$, $I_E>>>$ | 50N TD (3 ступени) | |
| Максимальная токовая защита от междуфазных КЗ с зависимой выдержкой времени | $I_p$ | 51 | |
| Максимальная токовая защита от замыканий на землю с зависимой выдержкой времени | $I_{Ep}$ | 51N | |
| Распознавание пускового тока (броска тока намагничивания) | | | |
| УРОВ | LSVS | 50BF | |
| Контроль цепей отключения | AKU | 74TC | |
| Блокировка включения | | 86 | |
| Передача сигналов и команд | | 85 DT | |
| Подключение внешнего устройства | | | |
| Защита от снижения и повышения напряжения | $U<$, $U>$ | 27/59 | Опция |
| Защита от снижения и повышения частоты | $f<$, $f>$ | 81O/U | Опция |
| Направленная максимальная токовая защита от междуфазных КЗ | $I>$, $I>>$, $I_p$ | 67 (3 ступени) | Опция |
| Направленная максимальная токовая защита от замыканий на землю | $I_E>$, $I_E>>$, $I_{pE}$ | 67N (3 ступени) | Опция |
| Автоматическое повторное включение (ТАПВ) | AWE | 79 | Опция |
| Гибкие защитные функции по току, напряжению, мощности, cos φ, частоте | Flex Funk | | Частично опционально |
| Защита от тепловой перегрузки | $I_2>t$ | 49 | |
| Функции управления | | | |

**Таблица 6/1** Обзор функций

*Функции управления/ программируемая логика*

- Управление силовыми выключателями, разъединителями, заземляющими ножами и т. п. через:
  - клавиатуру
  - дискретные входы
  - DIGSI 4
  - интерфейс связи
- Определяемая пользователем через редактор CFC логика (например, оперативная блокировка).

*Функции контроля*

- Измеряемые эксплуатационные параметры U, I, f
- Измеряемые рабочие величины Wp, Wq
- Контроль износа силовых выключателей
- Минимальные и максимальные значения
- Контроль цепей отключения
- Контроль исправности цепей напряжения
- Сохранение 8 записей данных повреждений.

*Интерфейсы связи*

- Системный интерфейс
  - МЭК 61850 Издание 1 и 2
  - МЭК 60870-5-103
  - MODBUS RTU
  - DNP 3.0
  - PROFIBUS-DP
- Сервисный интерфейс
  - Разъем USB на передней панели для DIGSI 4
  - RS232 / RS485 (вместо системного интерфейса)
- Активный интерфейс
  - оптоволоконная связь и / или
  - двухпроводная электрическая связь.

*Аппаратная часть*

- 4 токовых входа
- 0/ 3 входов напряжения
- 3 / 5 / 7 дискретных входов (уровни сигналов задаются программно)
- 5 / 8 дискретных выходов (2 переключающих контакта)
- 1 контакт готовности
- съемные клеммные блоки для цепей тока и напряжения.

SIPROTEC Compact 7SD80 — это цифровое устройство дифференциальной защиты линий, дополненное функцией селективной защиты кабелей и воздушных линий, а также функциями управления и контроля.

### Защита линий

Устройства 7SD80 подходят для использования в качестве селективной защиты линий с глухозаземленной, заземленной через низкоомный или высокоомный резистор, изолированной и компенсированной нейтралью.

Наряду с основной функцией — дифференциальной защитой линий — устройство 7SD80 располагает широким набором дополнительных функций защиты.

Их можно использовать параллельно, в качестве резервной защиты, или в качестве основой защиты при отказе дифференциальной защиты. Эти функции перекрывают весь спектр задач по защите линий электропередачи.

### Управление

Интегрированная функция управления обеспечивает управление разъединителями и силовыми выключателями с пульта управления, через дискретные входы, через ПО DIGSI 4 или управляющие устройства (например, SICAM).

### Программируемая логика

Встроенные логические функции позволяют пользователю с помощью графического пользовательского интерфейса реализовывать собственные функции для автоматизации ячеек КРУ (оперативная блокировка) или ОРУ и формировать собственные сигналы.

### Измеряемые рабочие величины

Широкий набор измеряемых рабочих величин, предельных и учитываемых значений повышает качество ведения технологического процесса и облегчает ввод в эксплуатацию устройства.

В части измеряемых рабочих величины особое внимание уделено критическим для дифференциальной защиты параметрам. Так, например, кроме измерения числа пакетов, передаваемых в единицу времени, оценивается и отображается степень затухания сигнала и коэффициент шумов в каналах связи.

Особые меры предприняты для легкого и уверенного ввода в эксплуатацию дифференциальной защиты. С этой целью дополнительно отображается амплитуда и фаза тока, а при необходимости — и напряжения, относительно локальных измеряемых величин. Тем самым, можно своевременно распознать и устранить возможное неправильное соединение (переполюсовку) трансформаторов тока.

### Оперативная информация о работе оборудования

Рабочий процесс на подстанции документируется путем сохранения в памяти устройств сигналов о повреждениях, сообщений о повреждениях, наборов данных о повреждениях и статистики.



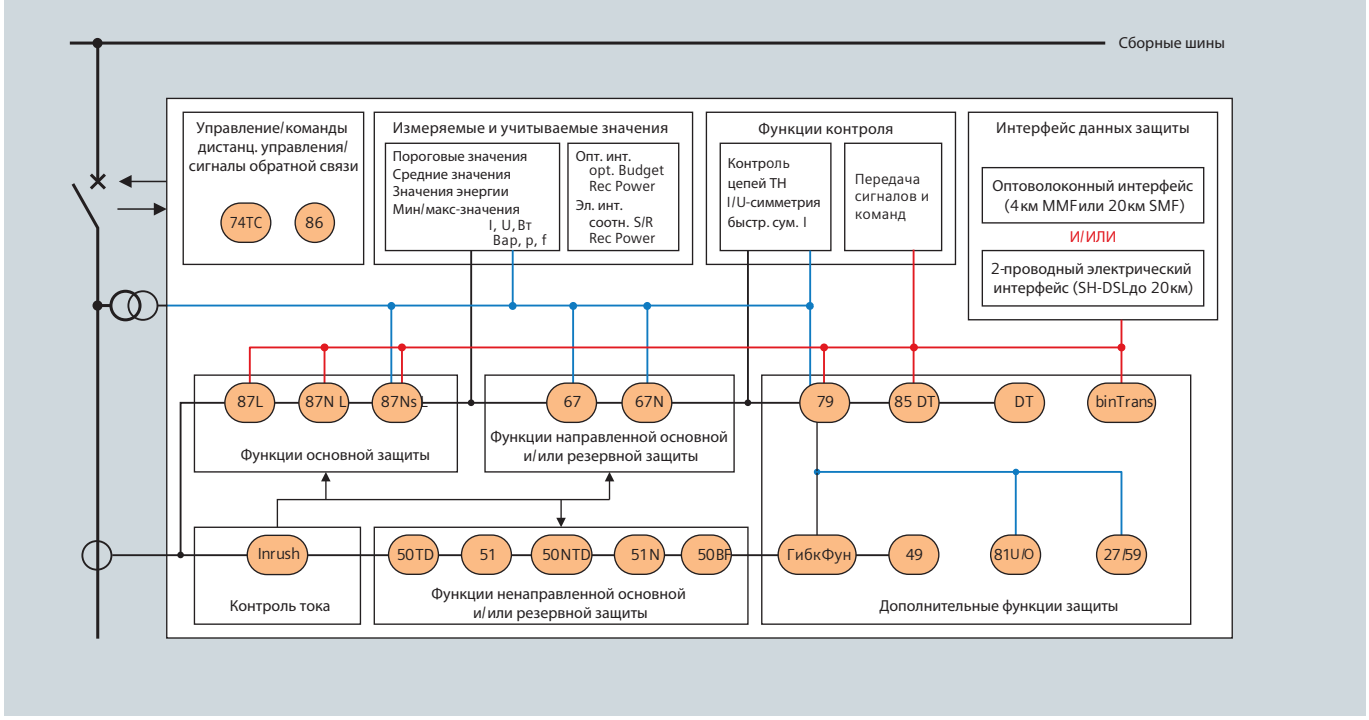



**Рис. 6/3** Объем функций

## Описание функций

### Функции защиты

#### Дифференциальная защита (ANSI 87L, 87N L, 87Ns L)

Дифференциальная защита 7SD80 построена на двух, работающих независимо друг от друга алгоритмах дифференциальной защиты:

- Защита на основе сравнения векторов
- Дифференциальная защита от замыканий на землю.

Защита на основе сравнения векторов является надежной защитой от коротких замыканий в сетях со всеми типами заземления нейтрали.

Это касается, разумеется, и использования в сетях с изолированной нейтралью. Адаптация защиты к типу заземления нейтрали выполняется с помощью ПО DIGSI.

Дифференциальная защита от замыканий на землю, работает, в зависимости от типа нейтрали, по двум алгоритмам.

В сетях с глухозаземленной и заземленной через низкоомный или высокоомный резистор нейтралью, защита анализирует измеренный ток нулевой последовательности. Путем фильтрации выделяется первая гармоника этого тока. Отфильтрованные токи нулевой последовательности обоих концов линии складываются и дают в результате дифференциальный ток нулевой последовательности.

Дополнительно учитывается адаптивное торможение. Если дифференциальный ток нулевой последовательности превышает сумму уставки срабатывания и значения адаптивного тормозного тока, происходит срабатывание.

В сетях с изолированной (незаземленной) нейтралью требуется измерение напряжений — как минимум, напряжения нулевой последовательности — и использование чувствительного трансформатора тока в цепи заземления. По току нулевой последовательности и напряжению рассчитывается полная мощность системы нулевой последовательности и сравнивается со значениями напротивоположном конце. В зависимости от направления перетока мощности распознается внутреннее или внешнее замыкание на землю. Реакцией на это может быть только предупреждающий сигнал или команда на отключение с установленной выдержкой времени.

#### Передача команд и сигналов (ANSI 85 DT)

Устройства 7SD80 располагают интегрированной системой передачи команд для приведения в действие силового выключателя на противоположном конце линии. Команда может пускаться непосредственно функцией дифференциальной защиты или дискретным сигналом любой дополнительной внешней или внутренней функции защиты. Передачу команд можно комбинировать с токами срабатывания защиты от междуфазных КЗ или нулевой последовательности, которые разрешают передачу команд при протекании соответствующего тока.

#### Ненаправленная / направленная максимальная токовая защита с выдержкой времени (ANSI 50, 50N, 51, 51N, 67, 67N)

Эта функция основана на фазоселективном измерении трех линейных токов и тока нулевой последовательности (4 измерительных трансформатора). Имеются 3 ступени максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени (UMZ), как для междуфазных КЗ, так и для замыканий на землю. Ток срабатывания и выдержка времени регулируются в широких пределах для каждой ступени. Кроме того, можно подключать обратнозависимые (AMZ) характеристики выдержки времени МТЗ.

Каждая ступень максимальной токовой защиты с выдержкой времени может независимо от другой ступени выполнять функции основной или резервной защиты. Это открывает возможность для простого ввода устройства 7SD80 посредством обратной блокировки в концепцию защиты сборных шин.

Если подключены трансформаторы напряжения, то при неисправности интерфейса данных защиты можно активировать функцию МТЗ с выдержкой времени.

#### Доступные AMZ-характеристики

| Характеристики по | IEC 60255-3 | ANSI/IEEE |
|---|---|---|
| Нормально-инверсная | • | • |
| Кратко-инверсная | | • |
| Длительно-инверсная | • | • |
| Умеренно-инверсная | | • |
| Сильно-инверсная | • | • |
| Предельно-инверсная | • | • |

**Таблица 6/2** AMZ-характеристики

#### Блокировка при броске тока намагничивания

Если при включении трансформатора фиксируется наличие второй гармоники, то пуск ступеней дифференциальной или максимальной токовой защиты можно блокировать.

#### УРОВ (ANSI 50BF)

Если после команды защиты на отключение поврежденный участок не отключается, то УРОВ может выдать другую команду, действующую, например, на силовой выключатель вышестоящего устройства защиты или на выключатель противоположного конца линии (путем передачи команды).

Отказ выключателя распознается, если после выдачи команды на отключение ток в соответствующем ответвлении продолжает протекать. Дополнительно можно проанализировать сигналы обратной связи о положении выключателя.

#### Подключение внешнего устройства

К дискретному входу можно подключить внешнее устройство защиты или контроля, сигнал которого будет обрабатываться устройством 7SD80, и вызывать отключение силового выключателя на этом конце линии.

#### Контроль цепи отключения (ANSI 74TC)

Один или два дискретных входа можно использовать для контроля соленоидов отключения силового выключателя вместе с его выводами. При обрыве цепи отключения срабатывает аварийная сигнализация.

### Гибкие защитные функции

Устройства 7SD80 предлагают возможность простого добавления до 20 дополнительных функций защиты.

Для этого путем параметрирования стандартная логика защиты связывается с произвольными параметрами (измеряемыми или рассчитываемыми). Стандартная логика состоит из обычных элементов защиты, таких как инициирующие сигналы, регулируемые выдержки времени, команды на выключение, варианты блокировок и т. д.

Величины тока, напряжения, мощности, а также коэффициент мощности могут оцениваться как пофазно, так и одновременно для трех фаз.

Почти все величины можно использовать в качестве максимальны или минимальных ступеней. Все ступени работают с приоритетом защиты или со скоростью защиты.

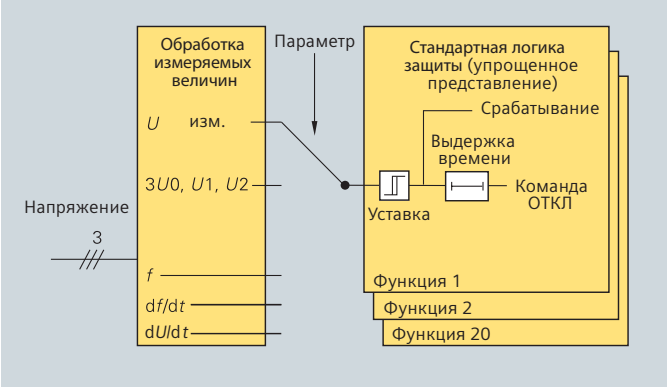



**Рис. 6/4** Принцип гибких функций защиты

### Блокировка повторного включения (ANSI 86)

Состояние всех дискретных выходов может индицироваться светодиодами и сбрасываться клавишей сброса светодиодов. При пропадании питания состояния сохраняются. Повторное включение возможно только после квитирования.

### Защита от тепловой перегрузки (ANSI 49)

Для защиты кабелей и трансформаторов реализована защита от тепловой перегрузки с интегрированной ступенью предупредительной сигнализации по температуре и току. Температура определяется с помощью тепловой модели первого рода (МЭК 60255-8), которая учитывает приток энергии к электрооборудованию и ее отдачу в окружающую среду, и соответственно стабилизирует температуру. Таким образом, учитывается предварительная нагрузка и ее колебания.

### Защита от повышения напряжения (ANSI 59)

Двухступенчатая защита от повышения напряжения распознает недопустимо высокое напряжение в сетях и электрических машинах.

По выбору эта функция может работать с напряжениями «фаза — фаза» или «фаза — земля», а также с напряжениями прямой и обратной последовательности.

### Защита от сниженния напряжения (ANSI 27)

Двухступенчатая защита от снижения напряжения защищает, в частности, электрические машины (насосы гидроаккумуляторов и электродвигатели) от последствий опасного падения напряжения. Она отключает машины от сети и предотвращает их работу в таком режиме с возможной потерей синхронизма.

Физически правильное поведение защиты машин достигается путем оценки составляющих прямой последовательности. При этом функция защиты работает в широкой полосе частот (+ / -10 % от номинальной частоты), чтобы обеспечить защиту вращающихся по инерции двигателей, когда частота снижается.

По выбору эта функция может работать с напряжениями «фаза — фаза» или «фаза — земля», а также с напряжением прямой последовательности. Кроме того, она может осуществлять контроль по току.

### Защита по частоте (ANSI 81O/U)

Может использоваться как защита от повышения или как защита от снижения частоты. Защищает машины и элементы установок от последствий отклонения числа оборотов от номинального (вибрация, перегрев и т. д.). Обнаружив изменение частоты в сети, защита, в зависимости от заданного значения частоты, отключает заранее выбранных потребителей. Защита применяется в широком диапазоне частот (+ / - 10 % от номинальной частоты).

Она выполняется 4-ступенчатой (по выбору: повышение частоты, снижение частоты или отключение). Каждая ступень имеет свою выдержку времени. Наряду с блокировкой ступеней частоты через дискретный вход, может быть добавлена ступень защиты от снижения напряжения.

### Пользовательские функции (ANSI 32, 51V, 55 и т. д.)

Дополнительные функции могут быть реализованы с помощью CFC или гибких защитных функций. Типичные примеры таких функций: регулирование защиты от реверса мощности, максимальная токовая защита с пуском по напряжению, определение угла сдвига фаз и напряжения нулевой последовательности.

### Быстродействующая функция контроля тока и другие функции контроля

Устройство 7SD80 располагает обширным набором функций контроля аппаратной части и программного обеспечения. Контролируются цепи измерения, аналогово-цифровые преобразователи, внутренние напряжения питания память и процессы выполнения программ.

## Описание функций

### Локальные измеряемые значения

Из измеренных величин тока и напряжения рассчитываются их эффективные значения, а также cos φ, частота, активная и реактивная мощность. Для обработки измеренных значений используются следующие функции:

- Токи $I_{L1}$, $I_{L2}$, $I_{L3}$, $I_N$, $I_{EE}$
- Напряжения $U_{L1}$, $U_{L2}$, $U_{L3}$, $U_{12}$, $U_{23}$, $U_{31}$
- Симметричные составляющие $I_1$, $I_2$, $3I_0$; $U_1$, $U_2$, $3U_0$
- Активные и полные мощности *P, Q, S* (*P, Q* — также пофазно)
- Коэффициент мощности cos φ (в том числе пофазно)
- Частота
- Поток энергии (положительная и отрицательная активная и полная мощность)
- Счетчик времени работы
- Температура электрооборудования при перегрузке
- Контроль предельных значений

Обработка предельных значений происходит с помощью свободно-программируемой логики в редакторе CFC. От сигналов предельных значений могут отводиться команды.

*Подавление нулевого значения:*

В определенном диапазоне очень малых измеренных величин значение обнуляется, чтобы подавить нарушения

### Величины, измеряемые на противоположном конце линии

Каждые две секунды по каналу связи передаются и отображаются в соотношении с локальными величинами токи и напряжения, измеренные на противоположном конце линии. Доступны следующие измеренные значения:

- Амплитуды токов $\varphi I_{L1}$, $I_{L2}$, $I_{L3}$
- Фазы токов $\varphi I_{L1}$, $\varphi I_{L2}$, $\varphi I_{L3}$
- Амплитуды напряжений $U_{L1}$, $U_{L2}$, $U_{L3}$
- Фазы напряжений $\varphi U_{L1}$, $\varphi U_{L2}$, $\varphi U_{L3}$.

### Измеряемые параметры канала связи

При оптоволоконном интерфейсе измеряются следующие параметры:

- Мощность передаваемого и принимаемого сигнала оптического модуля связи
- Оптическое затухание в оптоволокне
- Число пакетов, передаваемых за секунду, минуту, час
- Число правильных и ошибочных пакетов, принимаемых за секунду, минуту, час
- Готовность интерфейса данных защиты.

При двухпроводном электрическом интерфейсе измеряются следующие параметры:

- Затухание в проводном канале
- Коэффициент шумов при приеме сигнала
- Число пакетов, передаваемых за секунду, минуту, час
- Число правильных и ошибочных пакетов, принимаемых за секунду, минуту, час
- Готовность интерфейса данных защиты.

### Счетно-импульсные величины

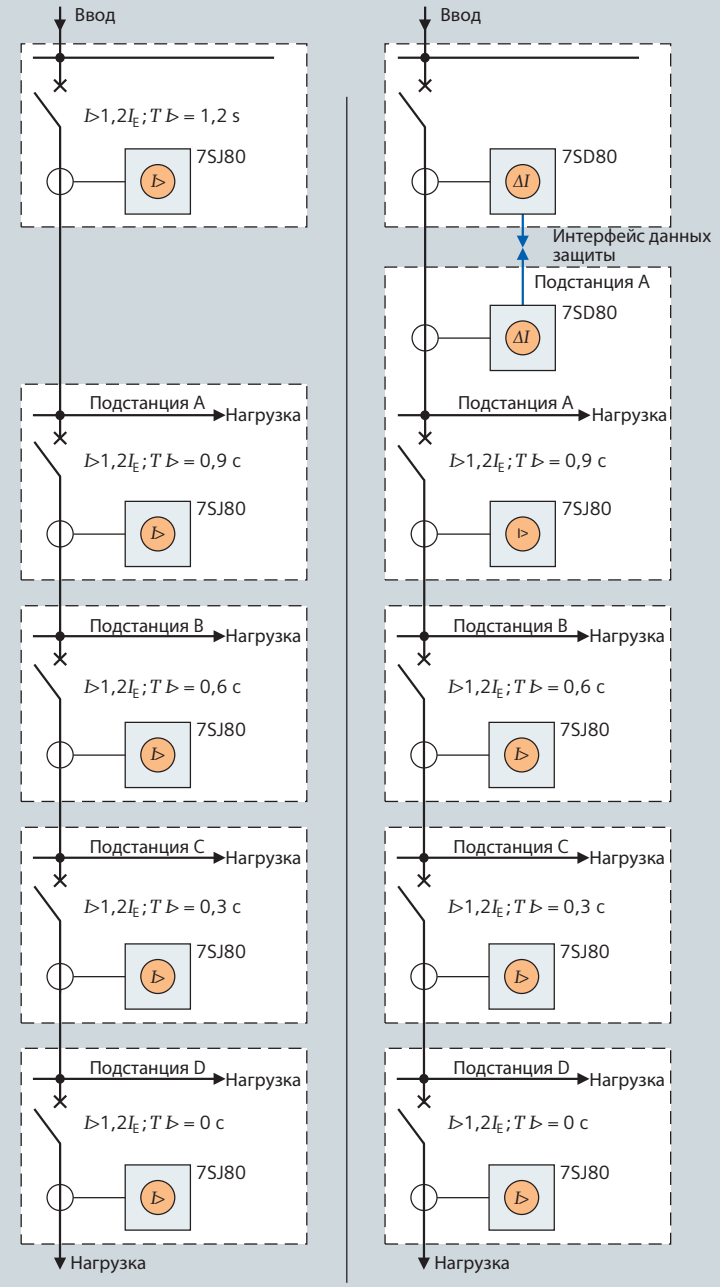
Для производственных расчетов устройство формирует из измеренных значений тока и напряжения числовое значение энергии. Если имеется внешний счетчик с число-импульсным выходом, устройство 7SD80 может регистрировать импульсы на своем сигнальном входе и обрабатывать их. Числовые значения энергии отображаются на дисплее и передаются дальше на центральную подстанцию. Существует разница между отданной и полученной, а также между активной и реактивной энергией.

### Межсистемная линия электропередачи

Защита межсистемной линии электропередачи, соединяющей несколько подстанций, с помощью максимальной токовой защиты с выдержкой времени приводит, по причине ступенчатого принципа задания времен срабатывания защиты, к относительно большим временам срабатывания в близи источника питания. В этих обстоятельствах невозможно соблюсти заявленное время определения повреждения.

Простым выходом из этой ситуации является использование дифференциальной защиты линий 7SD80. Она селективно и быстро определяет повреждение на линии между подстанциями.

На рисунке показан пример использования дифференциальной защиты на линии между вводом и подстанцией A.



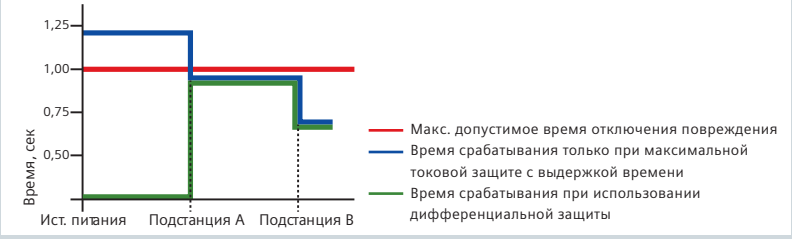




**Рис. 6/5** Концепция защиты для уменьшения времени отключения в месте подключения источника питания межсистемной линии

# Дифференциальная защита линий 7SD80

## Примеры использования

### Параллельные линии

Дифференциальная защита линий 7SD80 идеально подходит для защиты параллельных линий с двусторонним направлением перетока энергии. В отличие от альтернативной концепции направленной дифференциальной защиты, для 7SD80 не требуется измерительный трансформатор напряжения. В определенных обстоятельствах канал связи только при использовании дифференциальной защиты дает возможность селективного срабатывания защиты без выдержки времени.

Малое время фиксации замыканий предотвращает дополнительное повреждение генераторов на противоположном конце линии.

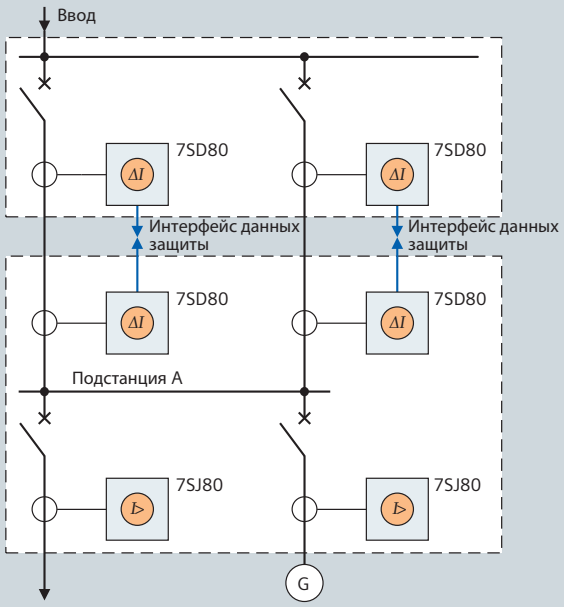



**Рис. 6/6** Защита параллельных линий с использованием устройств 7SD80

6

### Кольцевые линии

Дифференциальная защита линий 7SD80 идеально подходит для защиты кольцевых линий. Повреждения на кольцевых линиях выявляются строго селективно и без выдержки времени. Для этого достаточно подключить устройства 7SD80 к трансформаторам тока. Трансформаторы напряжения для функции основной защиты 7SD80 не требуются. Даже промежуточные подпитки на подстанциях, образующих кольцо, полноценно учитываются такой защитой.

Распространенные альтернативные концепции защиты чаще всего базируются на использовании направленной максимальной токовой защиты с выдержкой времени, которой даже на подстанциях требуются измерительные трансформаторы напряжения. Использование встречно направленных ступеней с независимыми выдержками времени приводит к большим временам отключения повреждений.

Использование устройств с независимыми выдержками времени в качестве защиты сравнения направлений, как и в случае обычной дифференциальной защиты, требует наличия канала связи между устройствами по концам сегмента кольца, однако, необходимая быстрота обнаружения повреждений при этом не достигается.

Устройство 7SD80 располагает функцией трехступенчатой защиты с независимыми выдержками времени, две ступени которой могут использоваться как направленные. Режим работы каждой ступени можно задавать. Этот режим может быть постоянным, а может активироваться только в случае выхода из строя дифференциальной защиты, например при потере канала связи. Ступени с независимыми выдержками времени позволяют использовать 7SD80 для создания интегрированной резервной защиты кольцевых сетей. Кроме того, посредством обратной блокировки на подстанциях можно реализовать защиту сборных шин.

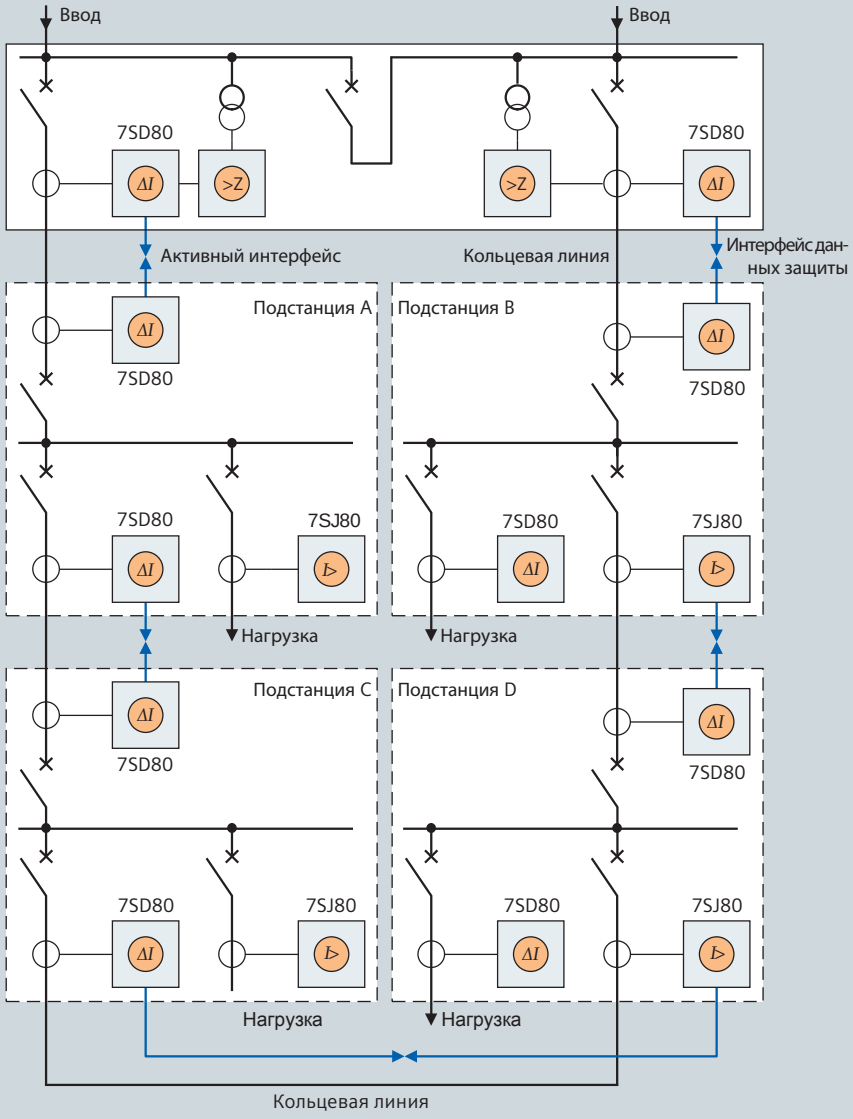



**Рис. 6/7** Концепция защиты кольцевых линий с использованием устройств 7SD80

# Дифференциальная защита линий 7SD80

## Данные для выбора и заказа

| Описание | № для заказа | Сокращенное обозначение |
|---|---|---|
| | 7SD80□□-□□□□□□-□□□□+□□□ | |
| **Корпус 1/6 19", измерительные входы, дискретные входы и выходы, 1 контакт готовности** | | |
| 4 x *I*, 3 ДВх, 5 ДВых (2 переключающих контакта), интерфейс данных защиты для одно-(24 км)/ много-модового ( 4 км) оптоволокна, разъем LC-Duplex | 1 | |
| 4 x *I*, 7 ДВх, 8 ДВых (2 переключающих контакта), интерфейс данных защиты для для одно-(24 км)/ много-модового (4 км) оптоволокна, разъем LC-Duplex | 2 | |
| 4 x *I*, 5 ДВх, 8 ДВых (2 переключающих контакта), электр. 2 - проводный интерфейс данных защиты (витая пара) | 3 | см. след. стр. |
| 4 x *I*, 3 x U, 3 ДВх, 5 ДВых (2 переключающих контакта), интерфейс данных защиты для одно-(24 км)/ многомодового (4 км) оптоволокна, разъем LC-Duplex | 5 | |
| 4 x *I*, 3 x U, 7 ДВх, 8 ДВых (2 переключающих контакта), интерфейс данных защиты для одно-(24 км)/ многомодового (км) оптоволокна, разъем LC-Duplex | 6 | |
| 4 x *I*, 3 x U, 5 ДВх, 8 ДВых (2 переключающих контакта), электр. 2 проводный интерфейс данных защиты (витая пара) | 7 | |
| **Измерительные входы, предварительные установки I** | | |
| $I_ф$ = 1 A/5 A, $I_н$ = 1 A/5 A | 1 | |
| $I_ф$ = 1 A/5 A, $I_н$ (чувствит.) = 0,001 - 1,6 A / 0,005 - 8 A | 2 | |
| **Оперативное напряжение (питание)** | | |
| DC 24/48 В | 1 | |
| DC 60-250 В, AC 115/230В | 5 | |
| **Конструктивное исполнение** | | |
| Корпус для навесного монтажа, винтовые зажимы | B | |
| Корпус для утопленного монтажа, винтовые зажимы | E | |
| **Исполнения и предварительная установка языков для отдельных регионов** | | |
| Германия, МЭК, немецкий язык (язык можно изменить), | A | |
| Все регионы, МЭК/ANSI, английский язык (язык можно изменить), передняя панель стандартная | B | |
| США, ANSI, английский язык (США) (язык можно изменить), передняя панель США | C | |
| **Порт B (нижняя/задняя сторона устройства)** | | |
| Без оснастки | 0 | |
| МЭК 60870-5-103 или DIGSI 4 /модем или вход для врем. синхр., электр. RS232 | 1 | |
| МЭК 60870-5-103 или DIGSI 4 /модем или вход для врем. синхр., электр. RS485 | 2 | |
| МЭК 60870-5-103 или DIGSI 4 /модем, опт. 820 нм, разъем ST | 3 | |
| Другие исполнения см. в приложении L | | |
| PROFIBUS DP Slave, электр. RS485 | 9 | L 0 A |
| PROFIBUS DP Slave, опт., двойное кольцо, разъем ST | 9 | L 0 B |
| MODBUS, электр. RS485 | 9 | L 0 D |
| MODBUS, опт. 820 нм, разъем ST | 9 | L 0 E |
| DNP 3.0, электр. RS485 | 9 | L 0 G |
| DNP 3.0, опт. 820 нм, разъем ST | 9 | L 0 H |
| МЭК 60870-5-103, резервир., электр. RS485, разъем RJ45 | 9 | L 0 P |
| МЭК 61850, 100 Мбит Ethernet, электр., двойн., разъем RJ45 | 9 | L 0 R |
| МЭК 61850, 100 Мбит Ethernet, опт., двойн, разъем LC | 9 | L 0 S |
| **Порт A (нижняя/передняя сторона устройства)** | | |
| Без оснастки [1] | 0 | |
| Резервный интерфейс данных защиты для 2 -проводного интерфейса | | |
| Интерфейс данных защиты для одно- (24 км) многомодового (4 км) оптоволокна, разъем LC-Duplex [2] | 7 | |
| **Измерение/запись осциллограмм повреждений** | | |
| С записью осциллограмм повреждений | 1 | |
| С записью осциллограмм повреждений, с вычислением средних значений, с мин/макс - значениями | 3 | |

1) уже с интерфейсом данных защиты, если MLFB - поз. 6 = **1, 2, 5** или **6**
2) только если MLFB - поз. 6 = **3** или **7**
3) При использовании 2-проводного интерфейса данных защиты необходимо применить следующие изолирующие трансформаторы:
Трансформатор PCM 6кВ, заказной код C53207-A406-D195-1
Трансформатор PCM 20кВ, заказной код 7XR9516

## Данные для выбора и заказа

| № ANSI | Описание | № для заказа | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | □ | □ | □ | |
| Функции защиты | **Базовое исполнение (содержится во всех исполнениях)** | **F** | **A** | | 1) |
| **87L/87N L** | Дифференциальная защита линий (от междуфазных КЗ и замыканий на землю $3I_0$ 1)) | | | | |
| | Обнаружение броска тока при включении | | | | |
| **50 TD/51** | МТЗ с выдержкой времени от междуфазных замыканий $I>$, $I>>$, $I>>>$, $I_p$ | | | | |
| **50N TD/51N** | Защита от коротких замыканий на землю $I_E>$, $I_E>>$, $I_E>>>$, $I_{Ep}$ | | | | |
| **49** | Защита от тепловой перегрузки | | | | |
| **74TC** | Контроль цепей отключения | | | | |
| **50BF** | УРОВ | | | | |
| **86** | Блокировка включения | | | | |
| **85 DT** | ВЧ-связь | | | | |
| | Подключение внешнего устройства | | | | |
| | Переключение групп уставок | | | | |
| | Функции контроля | | | | |
| | Контроль силовых выключателей | | | | |
| | Управление силовыми выключателями | | | | |
| | Гибкие защитные функции (параметры тока, напряжения, 2), мощности 2), cosφ 2) и частоты 2)) | | | | |
| **27/59** | Защита от снижения/повышения напряжения 2) $U<$, $U>$ | | | | |
| **81 U/O** | Защита от снижения/повышения частоты 2) $f<$, $f>$ | | | | |
| | **Включая базовое исполнение** | **F** | **B** | | |
| **67** | Направленная МТЗ с независимой / зависимой выдержкой времени от междуфазных КЗ 3) $\angle(U,I)$ $I>$, $I>>$, $I_p$ | | | | |
| **67N** | Направленная токовая защита от коротких замыканий на землю 3) $\angle(U,I)$ $I_E>$, $I_E>>$, $I_{Ep}$ | | | | |
| | **Включая базовое исполнение** | **F** | **C** | | |
| **87Ns L** | Дифференциальная защита от замыканий на землю в сетях с изолированной (незаземленной) нейтралью 3) 4) | | | | |
| | **Включая базовое исполнение** | **F** | **E** | | |
| **67** | Направленная МТЗ с выдержкой времени от междуфазных замыканий 3) $\angle(U,I)$ $I>$, $I>>$, $I_p$ | | | | |
| **67N** | Направленная токовая защита от коротких замыканий на землю 3) | | | | |
| **87Ns L** | $\angle(U,I)$ $I_E>$, $I_E>>$, $I_{Ep}$ | | | | |
| | Дифференциальная защита от замыканий на землю в сетях с изолированной (незаземленной) нейтралью 3) 4) | | | | |
| | **Дополнительные функции** | | | | |
| | Отсутствуют | | | **0** | |
| | Передача 16 дискретных сигналов (через интерфейс данных защиты) | | | **1** | |
| **79** | Автоматическое повторное включение (АПВ) | | | **2** | |
| **79** | Передача 16 дискретных сигналов (через интерфейс данных защиты) и Автоматическое повторное включение (АПВ) | | | **3** | |

1) Необходимо, чтобы MLFB-поз. 7 = **1** ($I_ф$ = 1A/5A, $I_н$ = 1A/5A)

2) Функции доступны, если MLFB-поз. 6 = **5, 6** или **7** (имеются аналоговые входы напряжения)

3) Необходимо, чтобы MLFB-поз. 6 = **5, 6** или **7** (имеются аналоговые входы напряжения)

4) Необходимо, чтобы MLFB-поз. 7 = **2** ($I_ф$ = 1 A/5 A, $I_н$ (чувствит.) = 0,001 - 1,6 A / 0,005 - 8 A)

Подробный обзор технических характеристик (выписка из руководства по эксплуатации) можно найти по адресу: http://www.siemens.com/siprotec

## Назначение зажимов

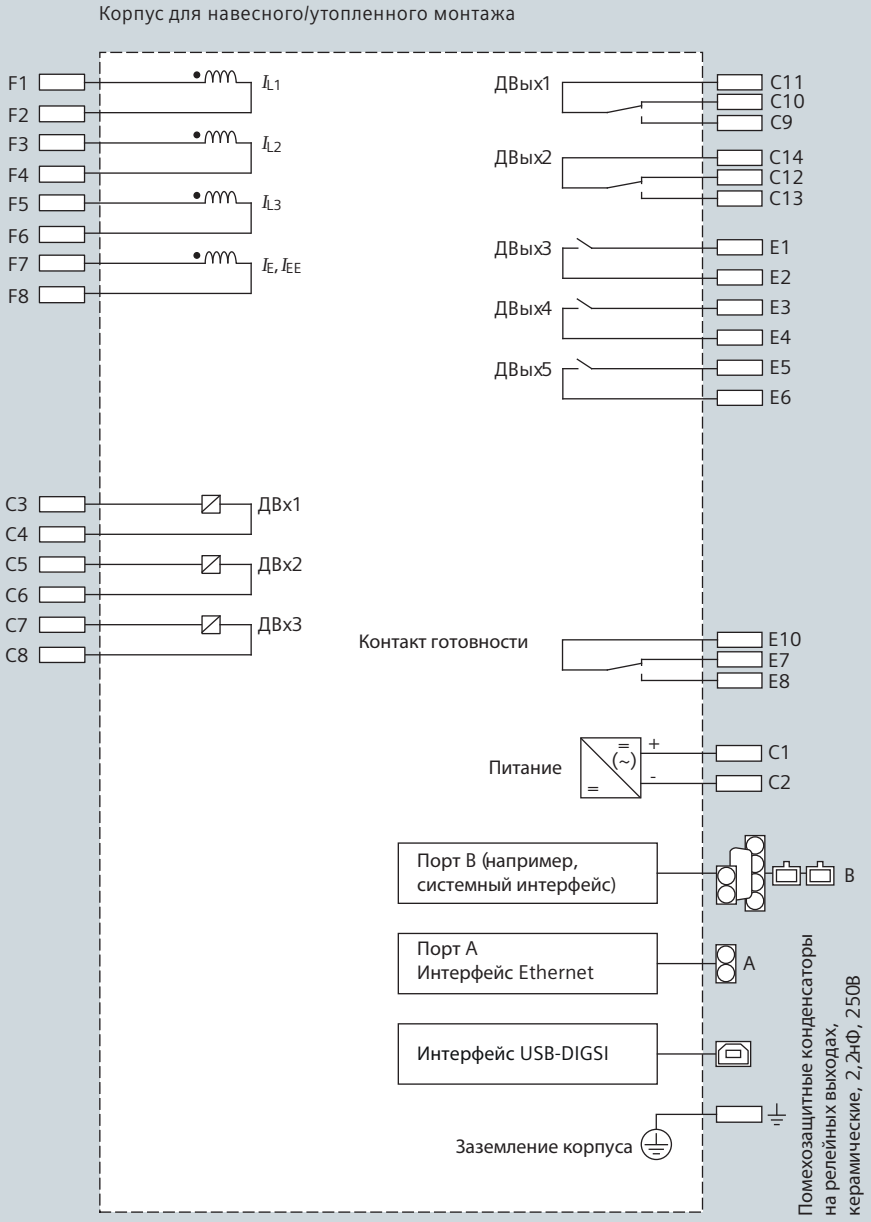



**Рис. 6/8** Схема подключения 7SD801

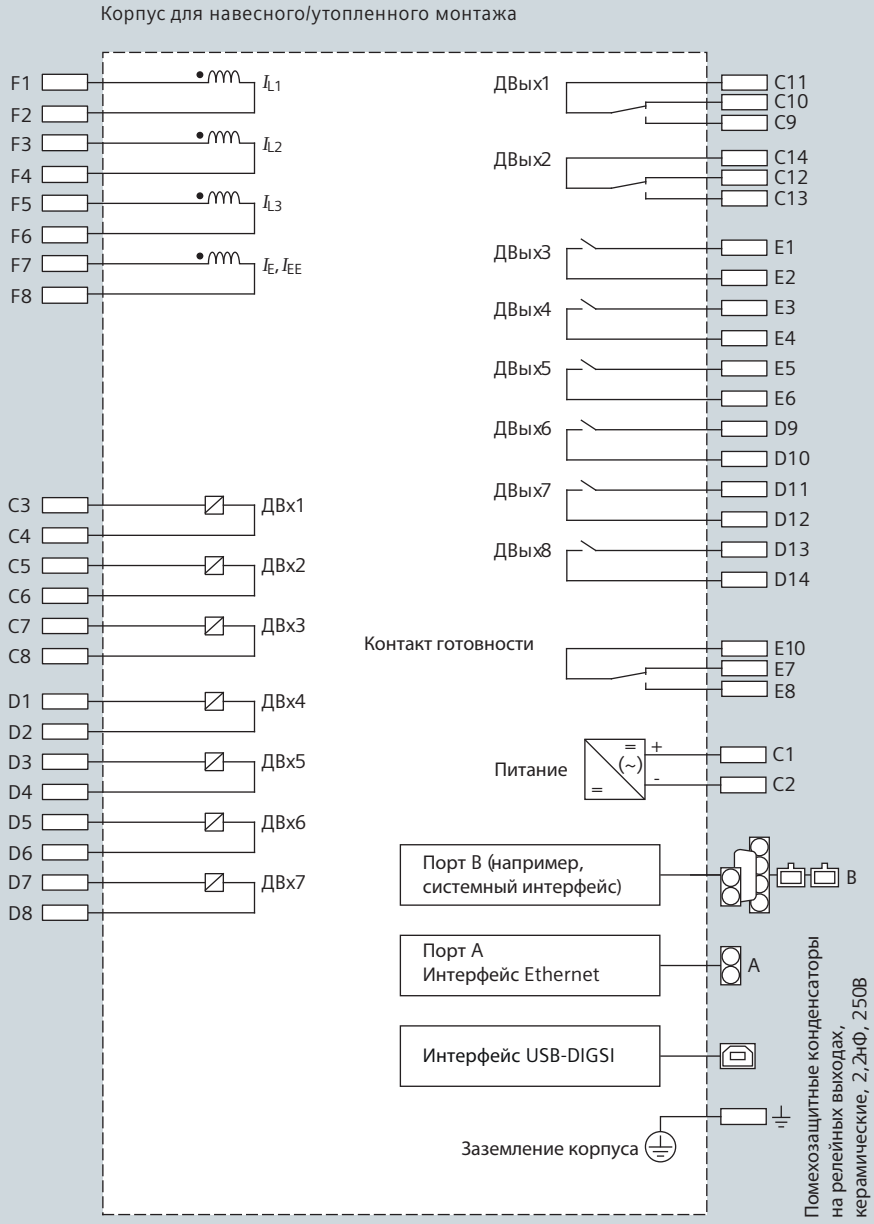



**Рис. 6/9** Схема подключения 7SD802

## Назначение зажимов

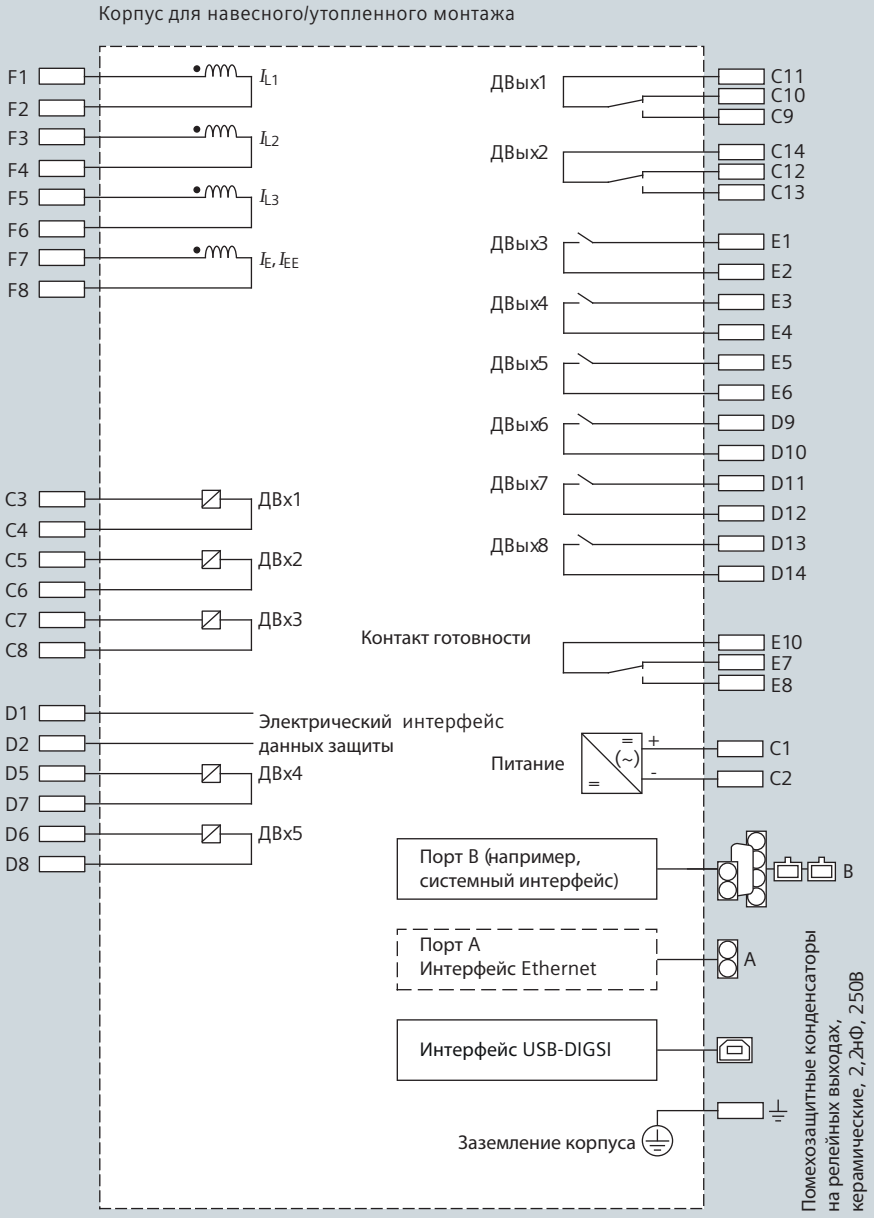



**Рис. 6/10** Схема подключения 7SD803
Интерфейс данных защиты (порт A) поставляется только для исполнения с MLFB поз.12 = 7

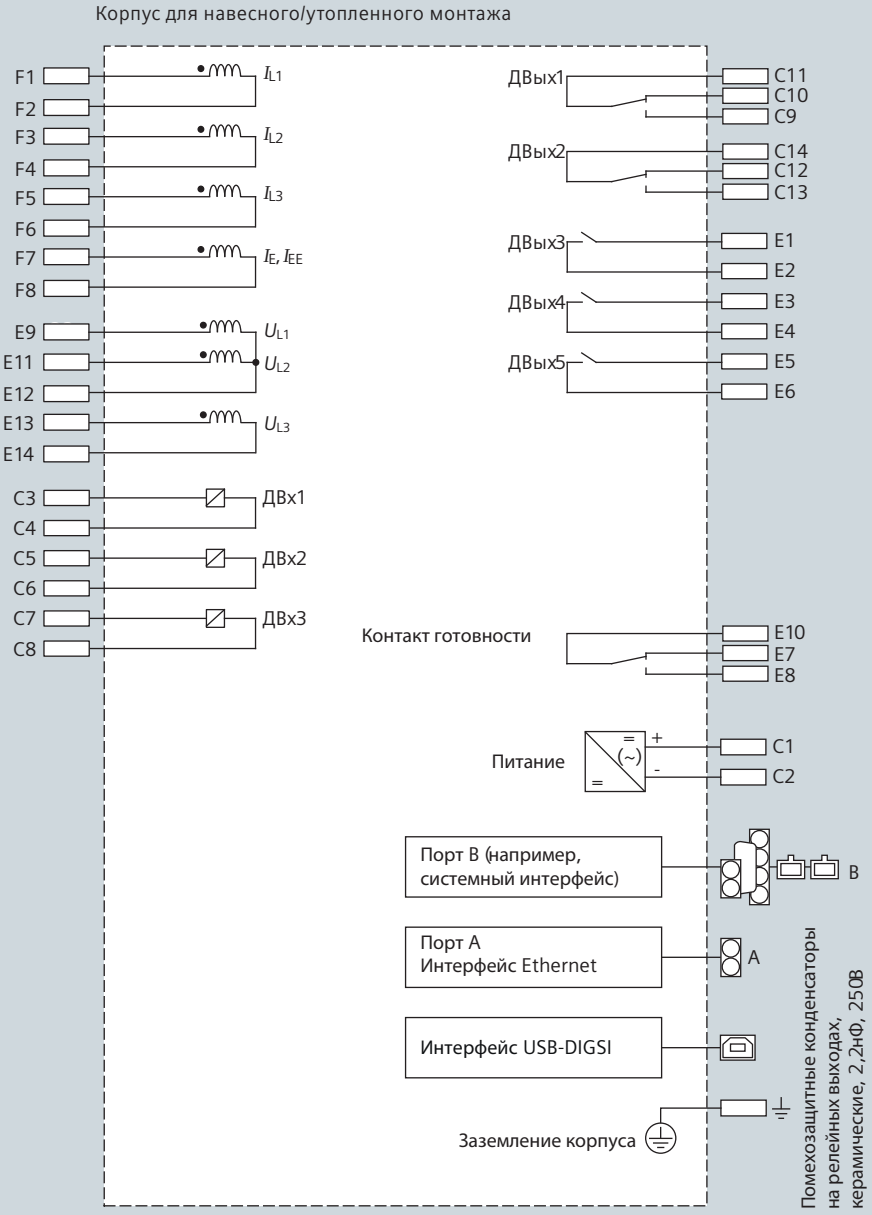



**Рис. 6/11** Схема подключения 7SD805

## Назначение зажимов

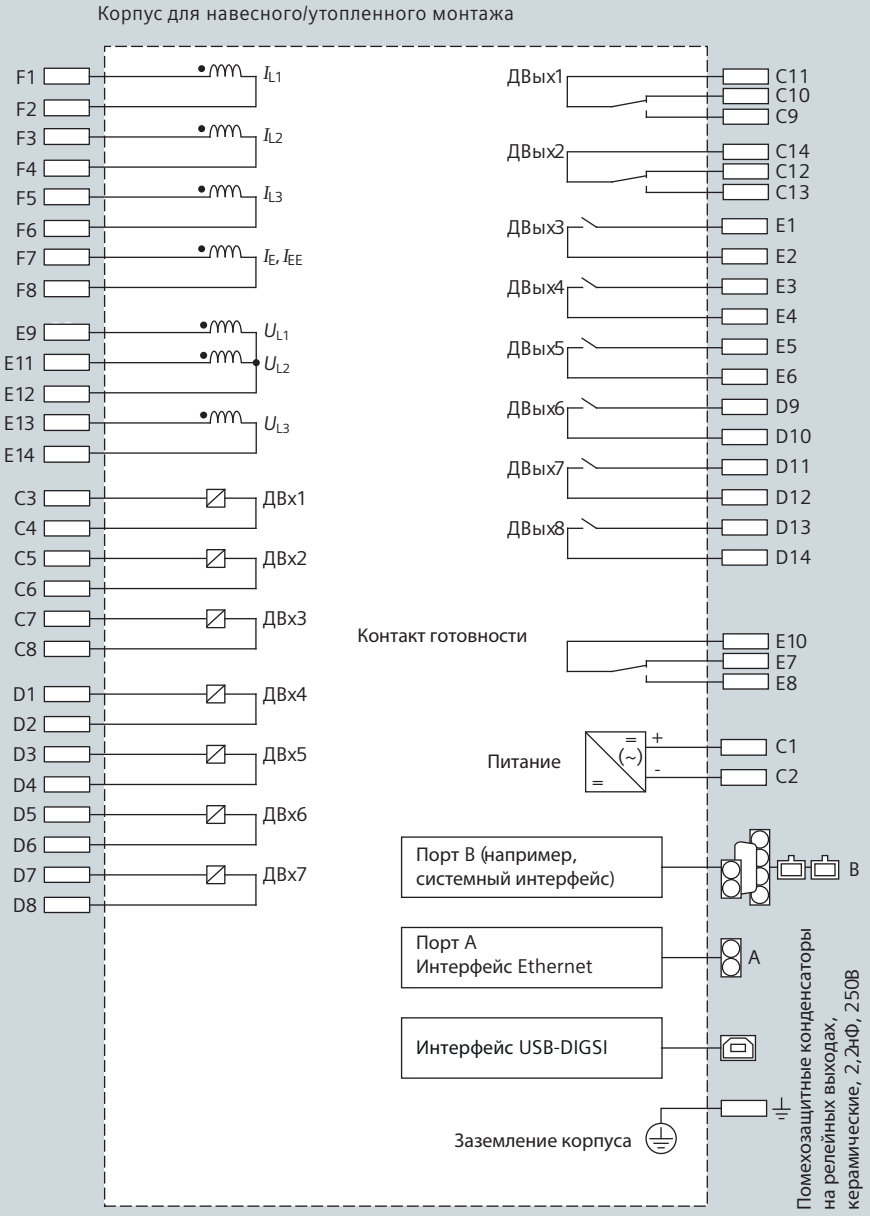



**Рис. 6/12** Схема подключения 7SD806

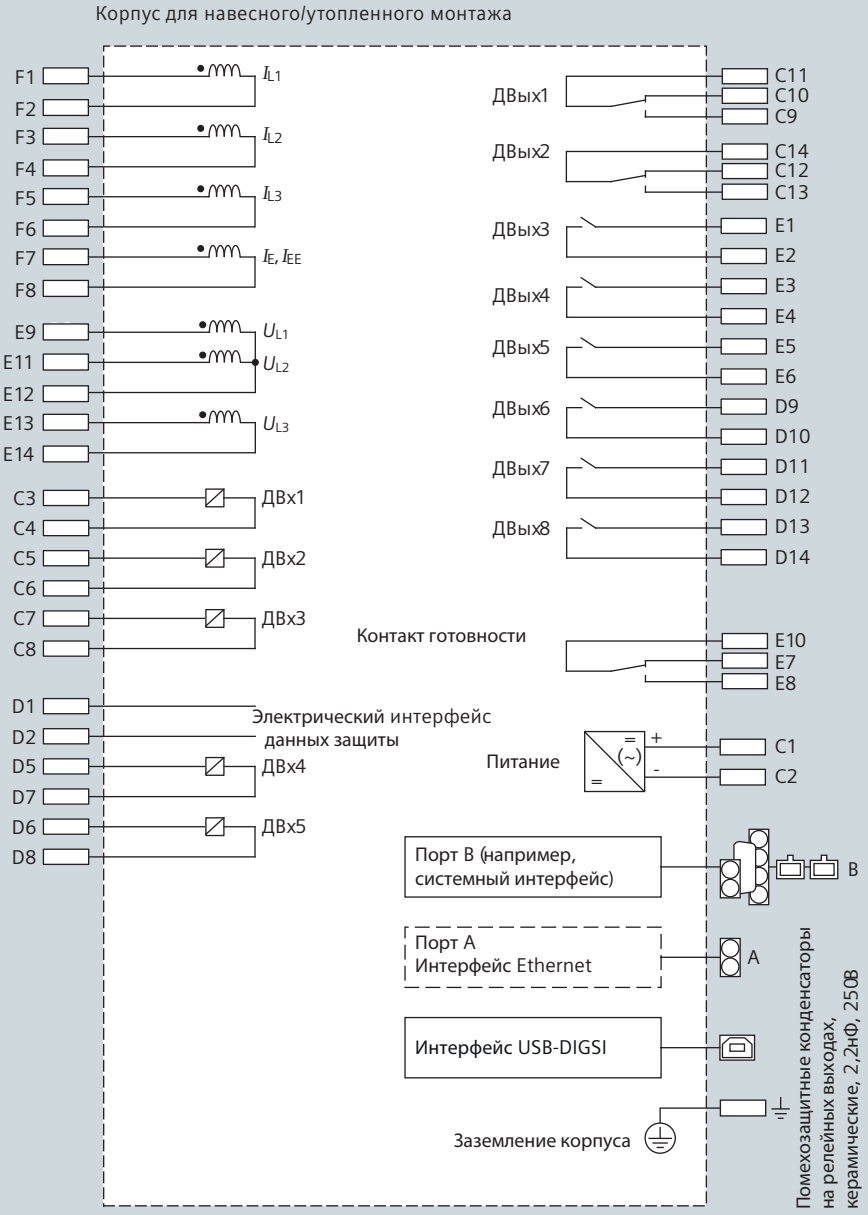



**Рис. 6/13** Схема подключения 7SD807
Интерфейс данных защиты (порт A) поставляется только для исполнения с MLFB поз.12 = 7

### Подключение трансформаторов-тока

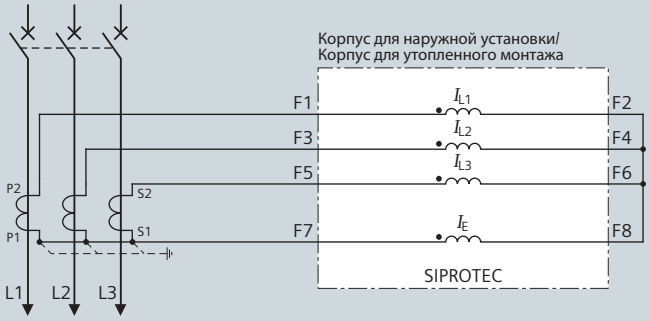



**Рис. 6/14** Подключение трех трансформаторов тока и тока нейтрали (земляного тока, схема подключения Холмгрина) — стандартная схема, подходит для всех сетей с глухозаземленной и заземленной через сопротивление нейтралью (нейтраль в направлении линии)

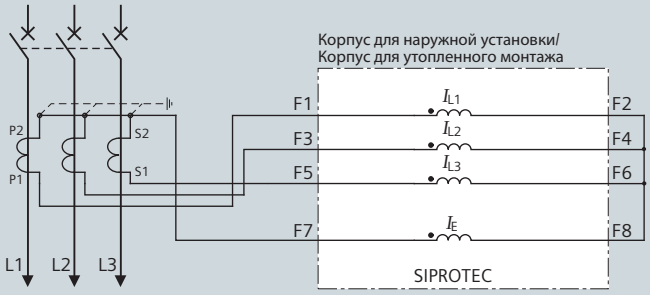



**Рис. 6/15** Подключение трех трансформаторов тока и тока нейтрали (земляного тока, схема подключения Холмгрина) — стандартная схема, подходит для всех сетей с глухозаземленной и заземленной через сопротивление нейтралью (нейтраль в направлении шин)

**Рис. 6/16** Подключение трех трансформатораов тока и дополнительному суммирующему трансформатору для определения тока НП — схема используется, главным образом, в сетях с изолированной (незаземленной) нейтралью

**Подключение трансформаторов напряжения**

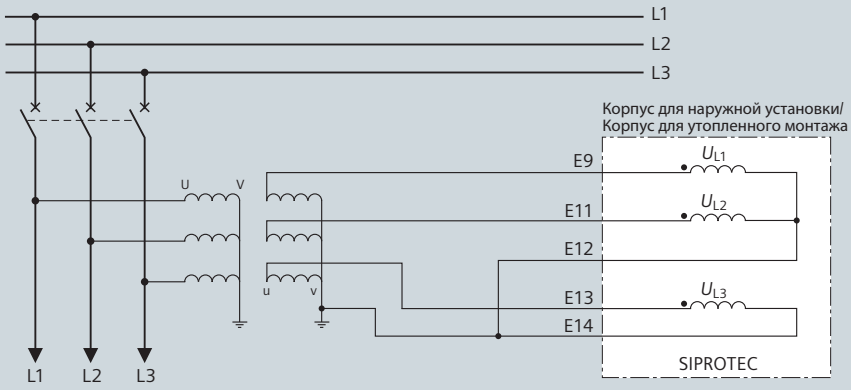



**Рис. 6/17** Пример схемы подключения $U_{1E}$, $U_{2E}$, $U_{3E}$ — трансформатор напряжения

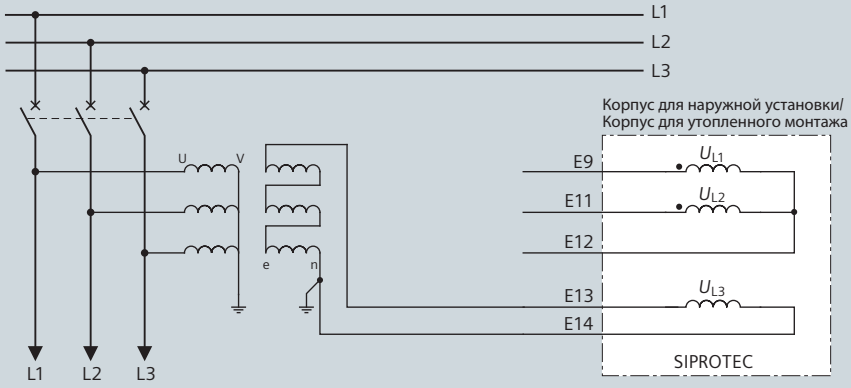



**Рис. 6/18** Пример схемы подключения $U_0$

# Дифференциальная защита линий 7SD80

SIEMENS

# Защита и автоматизация распределительной сети 7SC80 SIPROTEC Compact

# Защита и автоматизация распределительной сети 7SC80


| | Страница |
|---|---|
| Описание | 7/3 |
| Обзор функций | 7/4 |
| Применение | 7/5 |
| Конструкция и аппаратная часть | 7/6 |
| Трансформаторы | 7/7 |
| Описание функций | 7/8 |
| Примеры использования | 7/14 |
| Данные для выбора и заказа | 7/20 |
| Назначение зажимов | 7/22 |
| Примеры схем подключения | 7/26 |
| Способы подключения | 7/30 |
| SNTP-Ведущее устройство/Сервер SIPROTEC 7SC80 | 7/31 |

## Описание

Устройство SIPROTEC Compact 7SC80 можно использовать для защиты линий среднего напряжения с заземленной, глухозаземленной, изолированной или компенсированной нейтралью.

Устройство SIPROTEC Compact 7SC80 предлагает «гибкие защитные функции». Для удовлетворения индивидуальных требований к уже имеющимся функциям защиты могут быть добавлены 20 дополнительных функций. Таким образом, можно реализовать защиту по частоте или защиту от реверса мощности. Устройство поддерживает управление силовыми выключателями и другими коммутационными аппаратами (разъединителями, заземляющими ножами), а также функции автоматизации.

Интегрированная программируемая логика (CFC) позволяет пользователю добавлять свои функции для автоматизации ячейки РУ (оперативные блокировки). Кроме того, пользователь может формировать собственные сигналы.

Также имеется возможность обновления через Интернет программного обеспечения устройства и модулей связи.

## Особенности

- Поддержка функций автоматизации присоединения, таких как локализация повреждений и восстановление энергоснабжения
- Разработано для работы в тяжелых условиях
- Расширенный температурный диапазон от -50 до +85 °C
- Открытая платформа для различных коммуникационных технологий, например, передачи данных по радиосигналу
- Встроенный GPS модуль для синхронизации времени и определения места повреждения
- Поддержка удаленного доступа при параметрировании и обновлении ПО
- ИЧМ на базе веб-технологий обеспечивает полный удаленный контроль устройства
- 9 программируемых функциональных клавиш
- 6-строчный дисплей
- Встроенный коммутатор для бюджетных и резервированных оптических сетей. Устройства могут быть соединены напрямую друг с другом через электрические модули.
- Параллельное использование коммуникационных протоколов
- Протоколы резервирования RSTP, PRP и HSR
- Детектор скачков тока
- Усовершенствованная логика CFC
- 24 км интерфейс, одномодовое оптоволокно
- RTU-версия без защитных функций
- Съемные клеммные блоки для цепей тока и напряжения
- Значение номинального тока вторичной цепи трансформатора тока (1 или 5 A) выставляется программно в Digsi
- Отсек для буферной батареи сбоку устройства

**Рис. 7/1** SIPROTEC 7SC80 с лицевой панелью, вид спереди

**Рис. 7/2** SIPROTEC 7SC80 с выносной лицевой панелью

- Разъем USB на передней панели
- Непосредственный обмен данными между устройствами по сети Ethernet (МЭК 61850 GOOSE)
- Корпус из нержавеющей стали
- Точная миллисекундная синхронизация времени через Ethernet посредством SNTP
- Входы для подключения к слаботочным измерительным трансформаторам тока и трансформаторам напряжения согласно МЭК 61869-6 (ранее МЭК 60044-7 и МЭК 60044-8).

## Обзор функций

| Функции защиты | Стандарт МЭК | Стандарт ANSI. |
|---|---|---|
| Максимальная токовая защита с выдержкой времени (независимой; зависимой) | $I>$, $I_p$, $I_{Np}$ | 50, 50N; 51, 51N |
| Направленная токовая защита с выдержкой времени | $I>$, $I>>$, $I>>>$, $I_p$ | 67 |
| Направленная токовая защита от замыканий на землю | $I_E>$, $I_E>>$, $I_E>>>$, $I_{Ep}$ | 67N |
| Направленное/ненаправленное чувствительное обнаружение замыканий на землю | $I_{EE}>$, $I_{EE}>>$, $I_{EEp}$ | 67Ns, 50Ns |
| Защита от повышения напряжения нулевой последовательности | $U_E$, $U_0>$ | 59N |
| Высокоомная дифференциальная защита от замыканий на землю | | 87N |
| Блокировка броска тока намагничивания | | |
| Контроль цепей отключения | TCS | 74TC |
| Контроль минимального тока | $I<$, P> | 37 |
| Защита от тепловой перегрузки | $\vartheta>$ | 49 |
| Защита от повышения и снижения напряжения | $U<$, $U>$ | 27/59 |
| Защита от повышения и снижения частоты | $f<$, $f>$ | 81O/U |
| УРОВ | CBFP | 50BF |
| Максимальная токовая защита с зависимой выдержкой времени с пуском по напряжению | | 51V |
| Защита от несимметричной нагрузки | $I_2>$ | 46 |
| Контроль чередования фаз | $L_A$, $L_B$, $L_C$ | 47 |
| Контроль синхронизма | Sync | 25 |
| Автоматическое повторное включение | AR | 79 |
| Определение места повреждения | FL | FL |
| Блокировка повторного включения/Lockout | | 86 |
| Контроль перетока мощности в прямом и обратном направлении | $P<>$, $Q<>$ | 32 |
| Коэффициент мощности | cos φ | 55 |
| Защита по скорости изменения частоты | df/dt | 81R |
| Защита по скорости изменения напряжения | dU/dt | 27R, 59R |

**Таблица 7/1** Обзор функций

*Функции управления/ программируемая логика*

- Управляющие команды для силовых выключателей и разъединителей
- Управление через клавиатуру, дискретные входы, DIGSI 4 или SCADA-систему
- Определяемая пользователем через редактор CFC логика (например, оперативная блокировка).

*Функции контроля*

- Измеряемые эксплуатационные параметры U, I, f
- Измеряемые рабочие характеристики Wp, Wq
- Минимальные и максимальные значения
- Контроль износа силовых выключателей
- Контроль исправности цепей напряжения
- Сохранение 8 осциллограмм повреждений
- Контроль цепи отключения.

*Интерфейсы связи*

- Ethernet электрический и оптический (одномодовое или многомодовое оптоволокно)
- МЭК 61850 Редакция 1 и 2
- DNP3 TCP
- PROFINET
- МЭК 60870-5-104
- Протоколы резервирования Ethernet - RSTP, PRP и HSR
- Интерфейс USB для DIGSI 4 на передней панели.

*Аппаратная часть*

- 4 токовых входа
- 1/4 входа напряжения
- 12 дискретных входов
- 8 дискретных выходов
- 1 контакт готовности
- Съемные клеммные блоки для цепей тока и напряжения.
- Возможность подключения к маломощным измерительным ТТ и ТН

## Применение

SIPROTEC Compact 7SC80 — это цифровое устройство релейной защиты, дополненное функциями управления и контроля. Эта особенность повышает экономичность ведения технологического процесса и гарантирует надежность энергоснабжения.

Интерфейс устройства был разработан с упором на удобство. Основной приоритет был отдан хорошо читаемому дисплею и большим функциональным клавишам. 32 светодиода позволяют отображать состояние устройства и различные сигналы.

### Управление

Интегрированная функция управления обеспечивает управление разъединителями и силовыми выключателями с пульта управления, через дискретные входы, через ПО DIGSI 4 или управляющие устройства (например, SICAM).

### Программируемая логика

Встроенные логические функции позволяют пользователю с помощью графического пользовательского интерфейса реализовывать собственные функции для автоматизации ячеек КРУ (оперативная блокировка) или ОРУ и формировать собственные сигналы.

### Измеряемые рабочие величины

Широкий набор измеряемых эксплуатационных величин, предельных и учитываемых значений повышает качество ведения технологического процесса и облегчает ввод в эксплуатацию устройства.

### Оперативная информация о работе оборудования

Рабочий процесс на подстанции документируется путем сохранения в памяти устройств сигналов о повреждениях, сообщений об ошибках, наборов данных о повреждениях и статистики.

### Защита линий

Устройства 7SC80 применяются для защиты линий с заземленной, глухозаземленной, изолированной и компенсированной нейтралью.

### Защита трансформаторов

При использовании в качестве резервной защиты в дополнение к дифференциальной защите трансформаторов, устройства 7SC80 решают все задачи резервной защиты. Блокировка при броске тока намагничивания эффективно предотвращает пуск защиты при протекании этого тока. Высокоомная защита от замыканий на землю распознает короткие замыкания и дефекты изоляции в трансформаторах.

### Резервная защита

В качестве резервной защиты устройство 7SC80 имеет универсальное применение.

### Коммутационные аппараты среднего и высокого напряжения

Все устройства оптимально соответствуют требованиям использования в сетях среднего напряжения. В распределительных шкафах, как правило, отпадает необходимость в отдельных измерительных приборах (для измерения тока, напряжения, частоты...), измерительных преобразователях и дополнительных управляющих компонентах.



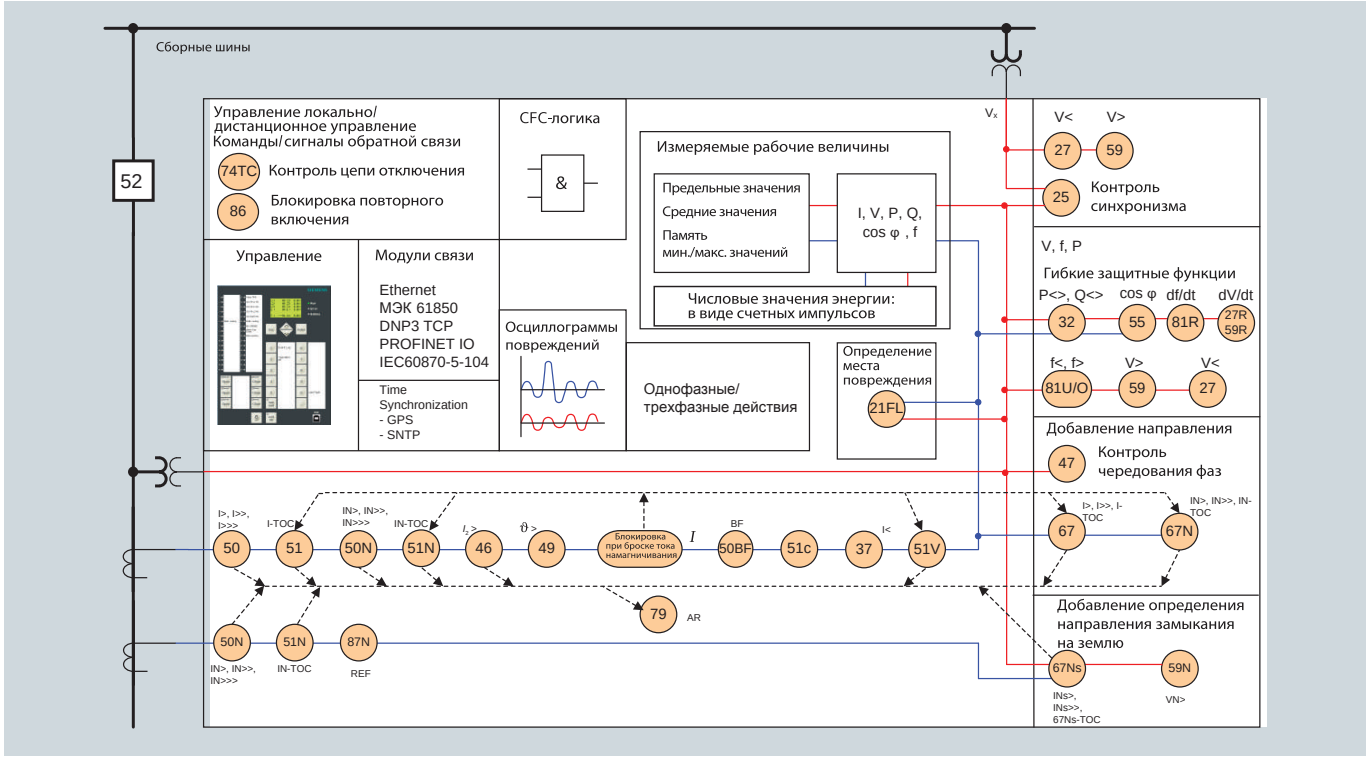



**Рис. 7/3** Объем функций

## Конструкция и аппаратная часть

### Преимущества монтажа

SIPROTEC 7SC80 имеет совершенно другой дизайн, в отличие от устройств серии SIPROTEC Compact. Все интерфейсы расположены на левой и правой сторонах терминала. Надписи мелким шрифтом, расположенные на корпусе, подробно описывают каждый порт. Все блоки зажимов являются съемными, что позволяет выполнить предварительный монтаж цепей или легко заменить в ходе технического обслуживания. Токовые цепи закорочены внутри блока токовых зажимов, что позволяет избежать размыкания вторичных цепей ТТ. Первые 8 дискретных входов и последующие 4 имеют общий «-». Пороги срабатывания устанавливаются на 24В и выше. Значение тока во вторичной цепи может быть выбрано через программное обеспечение DIGSI.

### Лицевая панель/ИЧМ

Устройство имеет присоединяемую лицевую панель(ИЧМ) с 32 светодиодами и 9 функциональными клавишами, позволяющими быстро выполнять часто используемые операции (см. рис. 9/6).

Также имеется веб-интерфейс (веб-монитор), не требующий сложных настроек – достаточно просто ввести IP адрес устройства в интернет-браузере. Все функции мониторинга и контроля доступны в режиме реального времени. Права доступа могут быть ограничены. Если имеются строгие требования безопасности, то эта функция может быть отключена полностью.

Второй экран веб-интерфейса имеет графический дисплей со схемой присоединения, позволяющий выполнять функции управления. Веб-монитор также позволяет видеть показания функций защиты, записи повреждений, первичные и вторичные измеренные величины.

Вы можете распечатать или сохранить эти данные.

Лицевая панель/ИЧМ не обязательна для правильного функционирования SIPROTEC 7SC80. Она может быть подключена или отключена от терминала во время работы без каких-либо последствий. Панель можно установить либо на самом терминале, либо отдельно от него, соединив 3м кабелем.

| Токовые зажимы — одножильные провода | |
|---|---|
| Сечение кабелей с наконечниками | 2.6 - 3.3 мм$^2$ (AWG 14-12)<br>2.6 - 6.6 мм$^2$ (AWG 14-10) |
| Допустимый момент затяжки | 2.7 Нм |
| Длина снятия изоляции для жесткого кабеля | 10-11 мм<br>Могут быть использованы только жесткие медные кабели. |
| **Подключение к зажимам напряжения** | |
| Сечение кабеля | 1.0 - 2.5 мм$^2$ (AWG 18-12) |
| Допустимое напряжение | 300 В |
| Допустимые токи | 5 А<br>Могут быть использованы только жесткие медные кабели. |
| Допустимый момент затяжки | 0.4 - 0.5 Нм |
| Длина снятия изоляции | 7 мм |

**Таблица 7/2** Параметры зажимов для подключения к цепям измерения

**Рис. 7/4** Блок зажимов напряжения

**Рис. 7/5** Блок токовых зажимов

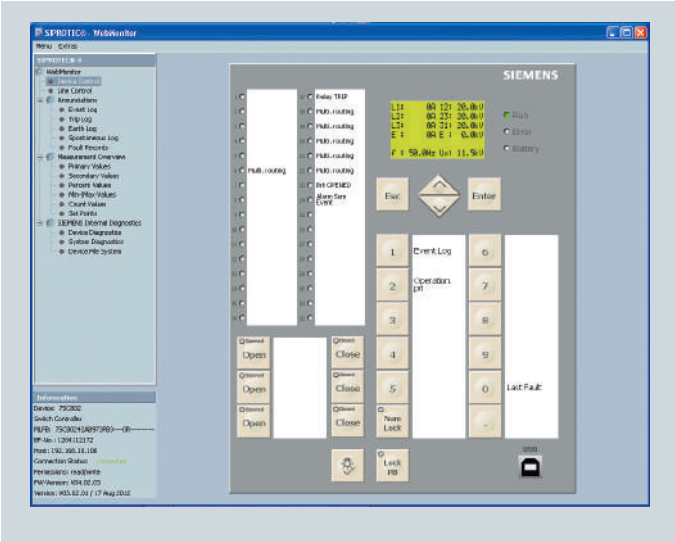



**Рис. 7/6** Веб-монитор

SIPROTEC 7SC80 имеет 2 типа корпуса: для наружной установки и утопленного монтажа.

Все модификации SIPROTEC 7SC80 имеют по крайней мере один вход напряжения Ux. Этот вход может быть использован, например, для измерения линейного напряжения отдельной фазы.

Встроенный GPS модуль (опция) может быть установлен для обеспечения высокой точности синхронизации времени. Координаты GPS устройства могут быть переданы в центр управления.

Все версии SIPROTEC 7SC80 укомплектованы либо электрическим, либо оптическим Ethernet модулем и поддерживают протокол МЭК 61850, который может использоваться параллельно с одним из протоколов: МЭК 60870-5-104, PROFINET IO или DNP3 TCP.

Оптический модуль может быть оснащён одномодовыми портами для связи на расстоянии до 24 км. Модуль также поддерживает общеизвестную функцию встроенного Ethernet коммутатора.

### Блоки зажимов для подключения маломощных трансформаторов

The SIPROTEC 7SC80 доступен в двух аппаратных конфигурациях, имеющих 3 входа для подключения маломощных ТТ (если ток замыкания на землю замеряется отдельно, к примеру через вход Vx) и опционально 3 входа для подключения ТН. Маломощные ТН подключаются к обычным входам напряжения. Необходимый диапазон измерения выбирается установкой параметра. Вторичное напряжение соответствует первичной величине; дифференциальные датчики не поддерживаются.

### Маломощные трансформаторы тока

В большинстве случаев к маломощным входам могут быть подключены любые датчики, отвечающие следующим техническим характеристикам SIPROTEC 7SC80:

| | |
|---|---|
| Диапазон измерения | 20мВ - 50В AC<br>(точность измерения +/- 1мВ при 25°C) |
| Входное сопротивление | 40 кОм |
| Номинальное напряжение | 200мВ - 20В при номинальном токе |
| Термическая стойкость | 200В в теч. 10 сек |
| Кабель | двухжильный экранированный,<br>с открытым наконечником |

Это позволяет поддерживать различные номинальные диапазоны измерения тока в зависимости от используемых датчиков. Для предотвращения раннего насыщения, перегрузки по току могут быть учтены в маломощных трансформаторах.

**Рис. 7/7** Трансформатор тока

### Маломощные трансформаторы напряжения

Резистивные делители напряжения представляются в качестве маломощных ТН. В большинстве случаев могут быть подключены любые датчики, отвечающие следующим техническим характеристикам SIPROTEC 7SC80:

| | |
|---|---|
| Диапазон измерения | 100мВ - 250В AC<br>(точность измерения +/- 1мВ при 25°C) |
| Входное сопротивление | 1.2 МОм (в случае необходимости несоответствие может быть скорректированно в параметрах 7SC80) |
| Номинальное напряжение | 200мВ - 40В |
| Термическая стойкость | 230В длительно |
| Термическая стойкость | двухжильный экранированный,<br>с открытым наконечником |

Это позволяет поддерживать различные номинальные диапазоны измерения напряжения в зависимости от используемых датчиков.

**Рис. 7/8** Трансформатор напряжения

Для заказа доступны следующие маломощные измерительные трансформаторы:

| Тип | MLFB | Коэф. трансформации | Описание |
|---|---|---|---|
| Фазный маломощный ТТ | 6MD2320-0GA00-1AA0 | 300A/225мВ | трансформатор с разъёмным сердечником; внутренний диаметр 52 мм; точность 1 %, 5P10; сопротивление > 20 кОм |
| Маломощный ТТНП | 6MD2320-0AF00-1AA0 | 60A/225мВ | трансформатор с разъёмным сердечником в виде датчика; внутренний диаметр 110 мм; сопротивление > 20 кОм |
| Маломощный ТН 10кВ | 6MD2320-0AA04-1AA0 | 10кВ/√3 -> 3.25/√3 | for T-connector with C-taper; точность 99 %, номинальная нагрузка 200 кОм |
| Маломощный ТН 20кВ | 6MD2320-0AA07-1AA0 | 20кВ/√3 -> 3.25/√3 | for T-connector with C-taper; точность 99 %, номинальная нагрузка 200кОм |

**Таблица 7/3** Доступные маломощные трансформаторы Zelisko

## Описание функций

### Функции защиты

#### Мониторинг аккумулятора

Версия устройства с оперативным напряжением питания постоянного тока 24/48В позволяет осуществлять контроль за внешней аккумуляторной батареей 24В или 48В. Напряжение постоянного тока измеряется постоянно и считается измеряемой величиной. Аккумуляторная батарея периодически проверяется. Для этого внешняя нагрузка батареи временно снимается и после короткого промежутка времени внешнее нагрузочное сопротивление присоединяется к батарее. Напряжение батареи измеряется до и после теста. Если разница напряжения слишком большая – может быть выведено сообщение. Доступны и другие сообщения, касающиеся аккумуляторной батареи. В дополнение к этому её состояние отображается на специальном светодиоде.

#### Максимальная токовая защита с выдержкой времени (ANSI 50, 50N, 51, 51N, 51V)

Эта функция основана на фазоселективном измерении трех фазных токов и тока на землю (4 измерительных трансформатора). Имеются 3 ступени максимальной токовой защиты с независимой от тока выдержкой времени (UMZ), как для фазной МТЗ, так и для МТЗ нулевой последовательности. Пороговый ток и выдержка времени регулируются в широких пределах для каждой ступени. Кроме того, можно подключать обратнозависимые характеристики выдержки времени МТЗ (AMZ).

#### Характеристики возврата

Для согласования по времени с электромеханическими реле действуют характеристики возврата в соответствии с МЭК 60255-3 или BS142 и ANSI-стандартом C37.112. При использовании характеристики возврата (эмуляция диска) после исчезновения тока повреждения начинается процесс возврата, который соответствует обратному вращению индукционного диска электромеханических реле («эмуляция диска»).

#### Блокировка при броске тока намагничивания

Если при включении трансформатора фиксируется наличие второй гармоники, пуск ступеней $I>$, $I_p$, $I>_{dir}$ и $I_{p\,dir}$ блокируется.

#### Динамическое переключение уставок

Уставки пуска и времена срабатывания для направленных и ненаправленных функций максимальной токовой защиты с выдержкой времени могут переключаться по сигналу на дискретном входе или по выбираемому контрольному времени.

#### Статическое переключение уставок

Многочисленные параметры защиты могут быть изменены статически, к примеру по сигналу на дискретном входе или через системный интерфейс, а также по внутренней логике. Доступно 8 групп параметров.

#### Направленная защита сравнения направлений (перекрестное подключение)

Она используется для селективной защиты участков сети с двусторонним питанием, т.е. без отрицательного влияния времени согласования. Защита по сравнению направлений удобна в том случае, если расстояния между подстанциям незначительны, и имеются контрольные кабели для передачи сигнала. Вместе с защитой по сравнению направлений линию также защищает направленная МТЗ, выполняющая функции резервной защиты. При работе с подключением к замкнутой цепи определяется обрыв линии передачи.

#### Доступные AMZ-характеристики

| Характеристики по | IEC 60255-3 | ANSI/IEEE |
|---|---|---|
| Нормально-инверсная | • | • |
| Кратко-инверсная | | • |
| Длительно-инверсная | • | • |
| Умеренно-инверсная | | • |
| Сильно-инверсная | • | • |
| Предельно-инверсная | • | • |

**Таблица 7/4** Доступные AMZ-характеристики

Кроме того, имеются дополнительные кривые обратнозависимых характеристик АПВ.

#### Направленная максимальная токовая защита с выдержкой времени (ANSI 67, 67N)

Определение направления происходит в устройстве 7SC80 фазоселективно и отдельно для междуфазных замыканий и замыканий на землю. По три ступени для фазной МТЗ и для МТЗ НП работают независимо от ненаправленных ступеней максимальной токовой защиты и имеют независимую от нее регулировку порога срабатывания и выдержки времени.

По выбору можно использовать обратнонаправленные характеристики максимальной токовой защиты с обратнозависимой выдержкой времени (AMZ). Характеристики срабатывания можно поворачивать на 180 градусов в обе стороны от относительно нуля.

При работе с напряжением по памяти, можно надежно определять направление даже при повреждениях вблизи места установки защиты.

Если измеренное напряжение слишком мало для определения направления, решение о направлении принимается по сохраненным значениям напряжения. Если память пуста, срабатывание происходит согласно схеме ступени.

Для функции защиты от замыканий на землю можно выбрать, как определять направление — по значениям составляющих нулевой последовательности или по значениям составляющих обратной последовательности. Использовать последний способ имеет смысл, когда напряжение нулевой последовательности из-за неблагоприятного сопротивления нулевой-последовательности становится очень малым.

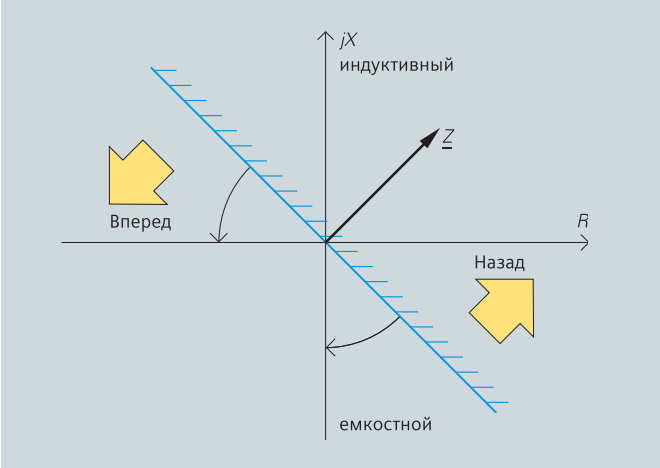



**Рис. 7/9** Характеристика направленности направленной максимальной токовой защиты с выдержкой времени

### Чувствительной определение направления при замыканиях на землю (ANSI 59N / 64, 67Ns / 67N)

Для сетей с изолированной и компенсированной нейтралью направление перетока мощности определяется по системе нулевой последовательности из тока нулевой последовательности $I_0$ и напряжения нулевой последовательности $U_0$. В сетях с изолированной нейтралью при этом оценивается реактивная составляющая тока, в сетях с компенсированной нейтралью — активная составляющая тока. Для сетей с особыми условиями (высокоомное заземление нейтрали с активно-емкостным током замыкания на землю или глухозаземленная нейтраль с активно-индуктивным током) допускается поворачивать характеристику срабатывания на 45 градусов в обе стороны (см. рис. 7/10).

Определение направления замыкания на землю может действовать на срабатывание или в режиме «только сигнал».

Она располагает следующими функциями:

- Отключение по напряжению при несимметричной нагрузке $U_0$
- Две независимых ступени или одна зависимая ступень и определяемая пользователем характеристика.
- Каждая ступень может использоваться по выбору вперед, назад или ненаправленно.
- Функция может применяться также в нечувствительном режиме, в качестве резервной защиты.

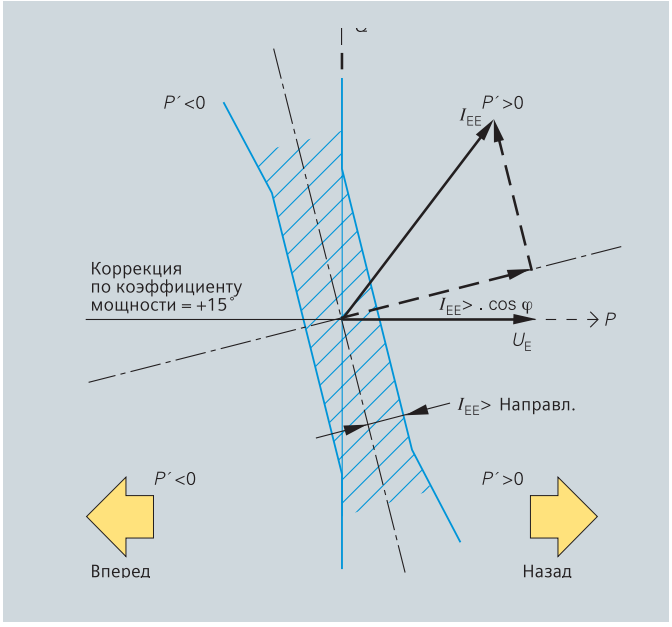



**Рис. 7/10** Характеристика направленности чувствительной регистрации направления замыкания на землю с измерением косинуса для сетей с компенсированной нейтралью

### Защита обратной последовательности от несимметричной нагрузки (ANSI 46)

При защите линий двухступенчатая защита от несимметричной нагрузки предлагает возможность обнаружения высокоомных двухфазных повреждений, а также обнаружения со стороны высшего напряжения трансформатора однофазных повреждений, имеющихся на стороне низшего напряжения трансформатора, например, с векторной группой соединения Dy 5.

Тем самым можно реализовать резервную защиту от высокоомных повреждений за трансформатором.

### Чувствительное обнаружение замыканий на землю (ANSI 50Ns, 51Ns, 50N, 51N)

В сетях с высокоомным заземлением нейтрали чувствительный входной трансформатор подключается к кабельному измерительному трансформатору.

Функция может применяться также в нечувствительном режиме, в качестве дополнительной защиты от короткого замыкания.

### УРОВ (ANSI 50BF)

Если после команды защиты на отключение поврежденный участок не отключается, то УРОВ может выдать другую команду, действующую, например, на силовой выключатель вышестоящего устройства защиты.

Отказ выключателя распознается, если после выдачи команды на отключение ток в соответствующем ответвлении продолжает протекать. Дополнительно можно проанализировать сигналы обратной связи о положении выключателя.

## Описание функций

### Высокоомная дифференциальная защита от замыканий на землю (ANSI 87N)

Принцип высокоомного измерения — это простой и чувствительный способ регистрации коротких замыканий на землю, особенно в трансформаторах. Он может применяться также для электродвигателей, генераторов и шунтирующих реакторов, работающих в сети с заземленной нейтралью.

При этом способе все трансформаторы тока защищаемой области соединены параллельно и работают на общем, относительно высокоомном сопротивлении R, на котором и измеряется напряжение (см. рис 7/11).

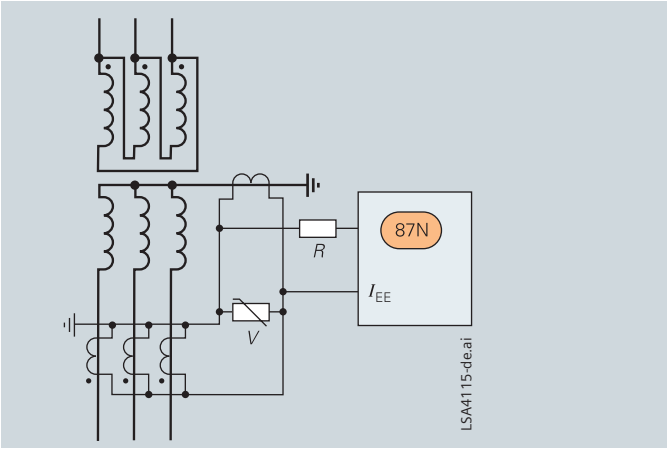



**Рис. 7/11** Высокоомная дифференциальная защита от замыканий на землю

Устройства 7SC80 измеряют напряжение путем регистрации тока через (внешнее) сопротивление R на чувствительном измерительном входе IEE. Варистор V служит для ограничения напряжения при внутренней неисправности. Он срезает пики напряжения, возникающие при насыщении трансформатора.

Напряжение при этом сглаживается без существенного уменьшения его среднего значения.

В отсутствие повреждений и при внешних повреждениях система находится в равновесии, напряжение на сопротивлении R близко к нулю. При внутренней неисправности возникает дисбаланс, вызывающий протекание тока через сопротивление R и появление на нем напряжения.

Трансформаторы тока для высокоомной дифференциальной защиты от замыканий на землю должны быть одного типа, или, как минимум, с одинаковыми сердечниками. Особенно важно, чтобы у них был одинаковый коэффициент трансформации и приблизительно одинаковое напряжение в точке изгиба характеристики. Кроме того, они должны иметь небольшую погрешность измерения.

### Автоматическое повторное включение (ANSI 79)

Количество повторных включений определяется для каждого конкретного. Если это количество повторных включений выполнено, а повреждение не устранено, происходит окончательное отключение.

Возможные функции:

- 3-фазное АПВ при всех типах повреждений
- Отдельные настройки для междуфазных повреждений и замыканий на землю
- Многократные АПВ, один короткий цикл прерывания и до девяти длинных
- Пуск АПВ в зависимости от команды на отключение ($I_2$>, $I$>>, $I_p$, $I_{ger}$>)
- Возможность блокировки АПВ через дискретный вход
- Внешний пуск АПВ или пуск от через CFC-логику
- Направленные и ненаправленные ступени максимальной токовой защиты могут, в зависимости от цикла, блокироваться или срабатывать без выдержки времени.
- В зависимости от готовности АПВ может быть активировано
- Динамическое переключение параметров направленных и ненаправленных ступеней максимальной токовой защиты.

### Гибкие защитные функции

Устройства 7SC80 предлагают возможность простого добавления до 20 дополнительных функций защиты. Для этого путем параметрирования стандартная логика защиты связывается с произвольными параметрами (измеряемыми или рассчитываемыми). Стандартная логика состоит из обычных элементов защиты, таких как инициирующие сигналы, регулируемые выдержки времени, команды на отключение, варианты блокировок и т. д. Величины тока, напряжения, мощности, а также коэффициент мощности могут оцениваться как пофазно, так и одновременно для трех фаз. Почти все величины можно использовать в качестве больших или малых ступеней. Все ступени работают с приоритетом защиты или со скоростью защиты.

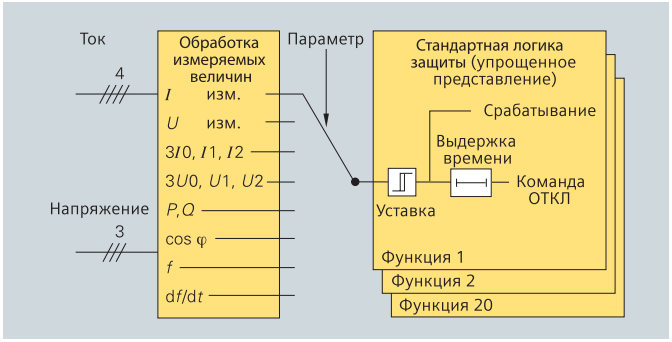



**Рис. 7/12** Принцип реализации гибких защитных функций

Далее перечислены имеющиеся в распоряжении характеристики ступеней и функций защиты:

| Функция | ANSI |
|---|---|
| $I>$, $I_E>$ | 50, 50N |
| $U<$, $U>$, $U_E>$ | 27, 59, 59N |
| $3I_0>$, $I_1>$, $I_2>$, $I_2/I_1>$, $3U_0>$, $U_1><$, $U_2><$ | 50N, 46, 59N, 47 |
| $P><$, $Q><$ | 32 |
| cos φ | 55 |
| $f><$ | 81O, 81U |
| $df/dt><$ | 81R |
| $dI/dt><$ | Детектор скачков тока |

**Таблица 7/5** Реализуемые гибкие защитные функции

Так, например, можно реализовать:

- Защита от реверса мощности (ANSI 32R)
- Защита по скорости изменения частоты (ANSI 81R)
- Защита по скорости изменения напряжения (ANSI 27R/59R)
- Упрощённая дифференциальная защита посредством МЭК 61850 GOOSE коммуникаций

**Контроль синхронизма (ANSI 25)**

При включении силового выключателя устройства могут проверять, выполняется ли условие синхронизма объединяемых участков сети (классический контроль синхронизма).

**Контроль цепи отключения (ANSI 74TC)**

Один или два дискретных входа можно использовать для контроля соленоидов отключения силового выключателя вместе с его выводами. При обрыве цепи отключения срабатывает аварийная сигнализация.

**Блокировка повторного включения/Lockout (ANSI 86)**

Состояние всех дискретных выходов может индицироваться светодиодами и сбрасываться клавишей сброса светодиодов. При пропадании питания состояния сохраняются. Повторное включение возможно только после квитирования.

**Защита от тепловой перегрузки (ANSI 49)**

Для защиты кабелей и трансформаторов реализована защита от тепловой перегрузки с интегрированной ступенью предупредительной сигнализации по температуре и току. Температура определяется с помощью тепловой модели первого рода (МЭК 60255-8), которая учитывает приток энергии к электрооборудованию и ее отдачу в окружающую среду, и соответственно стабилизирует температуру. Таким образом, учитывается предварительная нагрузка и ее колебания.

**Параметрируемые времена возврата**

Если устройства используются параллельно с электромеханическими реле в сетях с периодическими повреждениями, то длительные времена возврата электромеханических устройств (несколько сот миллисекунд) могут привести к проблемам с уставками времени. Четкая работа ступеней защиты возможна только в том случае, если времена возврата приблизительно одинаковы.

По этой причине, для некоторых функций защиты (максимальная токовая защита с выдержкой времени, защита от замыканий на землю, защита от несимметричной нагрузки) допускается параметрирование времен возврата.

**Контроль минимального тока (ANSI 37)**

Эта функция распознает внезапно снижающийся из-за уменьшения нагрузки ток. Тем самым обнаруживается, например, поломка вала, сухой ход насосов или отказ вентиляции.

**Защита от повышения напряжения (ANSI 59)**

Двухступенчатая защита от повышения напряжения распознает недопустимо высокое напряжение в сетях и электрических машинах.

По выбору эта функция может работать с напряжениями «фаза — фаза» или «фаза — земля», а также с напряжениями прямой и обратной последовательности.

**Защита от снижения напряжения (ANSI 27)**

Двухступенчатая защита от снижения напряжения защищает, в частности, электрические машины (насосы гидроаккумуляторов и электродвигатели) от последствий опасного падения напряжения. Она отключает машины от сети и предотвращает их работу в таком режиме с возможной потерей синхронизма.

Физически правильное поведение защиты машин достигается путем оценки составляющих прямой последовательности.

При этом функция защиты работает в широкой полосе частот (45-55 Гц, 55-65 Гц), чтобы обеспечить защиту вращающихся по инерции двигателей, когда частота снижается.

По выбору эта функция может работать с напряжениями «фаза — фаза» или «фаза — земля», а также с напряжением прямой последовательности. Кроме того, она может осуществлять контроль по току.

**Однополюсные операции**

Однополюсные операции доступны опционально; коммутационные аппараты могут быть включены/отключены пофазно. Также доступны однофазное отключение и ОАПВ.

## Описание функций

### Защита по частоте (ANSI 81O/U)

Может использоваться как защита от повышения или как защита от снижения частоты. Защищает машины и элементы установок от последствий отклонения числа оборотов от номинального (вибрация, перегрев и т. д.). Обнаружив изменение частоты в сети, защита, в зависимости от заданного значения частоты, отключает заранее выбранных потребителей. Защита применяется в широком диапазоне частот (40-60 Гц для 50 Гц, 50-70 Гц для 60 Гц). Она выполняется 4-ступенчатой (по выбору: повышение частоты, снижение частоты или вывод ступени). Каждая ступень имеет свою выдержку времени. Блокировка защиты по частоте может выполняться через дискретный вход или с использованием ступени защиты от снижения напряжения.

### Определение места повреждения (ANSI 21FL)

Функция определения места повреждения указывает расстояние до места повреждения и сопротивление этого участка. Результаты выводятся в омах, километрах (милях) и в процентах от длины линии.

### Пользовательские функции (ANSI 32, 51V, 55 и т. д.)

Дополнительные функции могут быть реализованы с помощью CFC или гибких защитных функций. Типичные примеры таких функций: регулирование защиты от реверса мощности, максимальная токовая защита с выдержкой времени, определение угла сдвига фаз и напряжения нулевой последовательности.

### Дополнительные функции

#### Измеряемые значения

Из измеренных величин тока и напряжения рассчитываются их эффективные значения, а также Cos φ, частота, активная и реактивная мощность. Для обработки измеренных значений используются следующие функции:

- Токи $I_{L1}$, $I_{L2}$, $I_{L3}$, $I_N$, $I_{EE}$
- Напряжения $U_{L1}$, $U_{L2}$, $U_{L3}$, $U_{12}$, $U_{23}$, $U_{31}$
- Симметричные составляющие $I_1$, $I_2$, $3I_0$; $U_1$, $U_2$, $3U_0$
- Активные и полные мощности *P, Q, S* (*P, Q — также пофазно*)
- Коэффициент мощности cos φ, (в том числе пофазно)
- Частота
- Поток энергии (положительная и отрицательная активная и полная мощность)
- Средние, а также минимальные и максимальные значения тока и напряжения
- Счетчик времени работы
- Температура электрооборудования при перегрузке
- Контроль предельных значений
- Измерение напряжения постоянного тока внешней батареи
- Измерение внутренней температуры устройства
- Обработка предельных значений происходит с помощью свободно-программируемой логики в редакторе CFC.

  От сигналов предельных значений могут отводиться команды.
- Фильтрация нулевого значения

  В определенном диапазоне очень малых измеренных величин значение обнуляется, чтобы снизить погрешности

#### Счетно-импульсные величины

Для производственных расчетов устройство формирует из измеренных значений тока и напряжения числовое значение энергии. Если имеется внешний счетчик с числоимпульсным выходом, устройство 7SC80 может регистрировать импульсы на своем сигнальном входе и обрабатывать их. Числовые значения энергии отображаются на дисплее и передаются дальше на центральную подстанцию.

Существует разница между отданной и полученной, а также между активной и реактивной энергией.

**Расширение дискретных входов/выходов с помощью SICAM I/O Unit 7XV5673.**

Для увеличения количества дискретных входов/выходов к устройству 7SC80 можно подключать до двух блоков расширения 7XV5673. Каждый SICAM I/O Unit имеет 6 дискретных входов и 6 выходов и электрический Ethernet-интерфейс. Подключение к терминалу защиты может быть выполнено либо через Ethernet, порт A (сервисный интерфейс), либо по МЭК 61850 (системный интерфейс, EN100 модуль).

**Износ и срок службы силовых выключателей**

Путем определения степени износа контактов и остаточного срока службы силовых выключателей можно скорректировать интервалы их обслуживания в соответствии с фактической степенью износа. Тем самым, снижаются затраты на текущий ремонт и обслуживание.

Математически точных способов расчета износа и остаточного срока службы силовых выключателей, которые учитывали бы физические условия в дугогасительной камере, возникающие в ней при разрыве дуги в момент размыкания, не существует.

По этой причине сложились разные способы определения износа выключателей, отражающие разные философии. С учетом этого, устройства предлагают несколько способов:

- $\Sigma I$
- $\Sigma I^x$, with x = 1..3
- $\Sigma i^2 t$.

Дополнительно устройства предлагают новый способ определения остаточного срока службы выключателей:

- Двухточечный способ

Исходной базой для этого способа служит двойная логарифмическая диаграмма переключения, предоставляемая производителем выключателя (см. рисунок) и измеренный в момент размыкания контактов размыкаемый ток. Двухточечным способом после размыкания выключателя рассчитывается число еще возможных циклов переключения. Для этого на устрой стве необходимо задать всего две точки, P1 и P2, которые можно найти в технических характеристиках выключателя.

Все способы осуществляются фазоселективно и могут дополняться предельными значениями, при превышении или недостижении которых (в случае определения остаточного срока службы) срабатывает аварийная сигнализация.

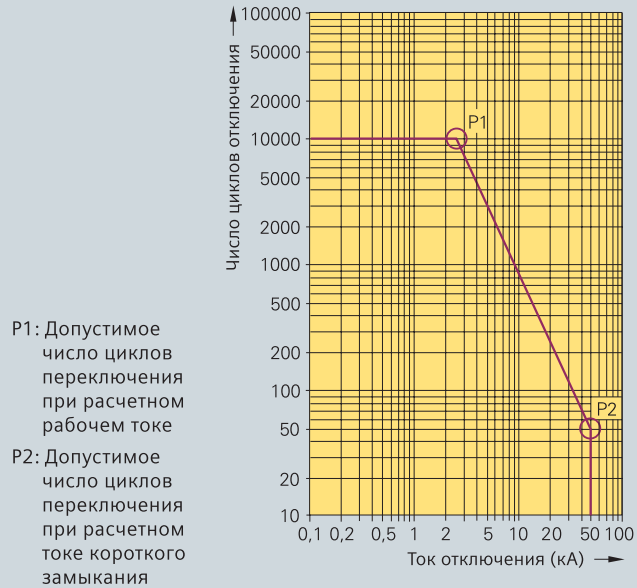



**Рис. 7/13** Допустимое число циклов коммутации, в зависимости от размыкаемого тока

**Ввод в эксплуатацию**

Устройство без труда вводится в эксплуатацию с помощью программы DIGSI 4. Возможно целенаправленное считывание состояния дискретных входов и установка дискретных выходов. Функции проверки коммутационных аппаратов (силовых выключателей, разъединителей) выполняются функциями переключения. Аналоговые измеряемые величины представлены широким набором эксплуатационных параметров. На время работ по техобслуживанию можно блокировать передачу информации в систему АСУ ТП.

Все сигналы, выдаваемые в ходе ввода устройства в эксплуатацию, могут помечаться, как испытательные.

**Тестовый режим**

Перед началом тестирования можно блокировать передачу на подключенное линейное оборудование всех сигналов, помеченных, как испытательные.

## Примеры использования

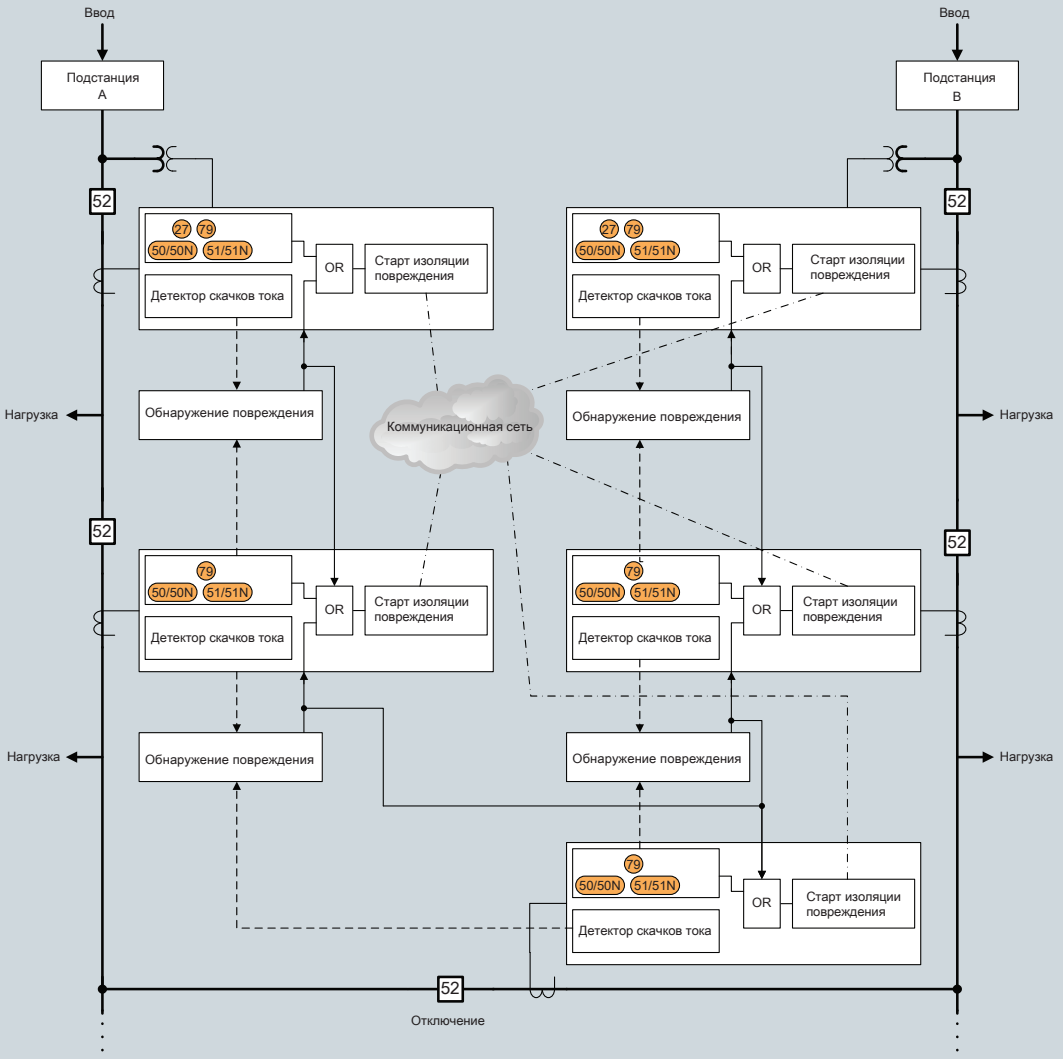



**Рис. 7/14** Применение SIPROTEC 7SC80 в кольцевой сети

**Радиальные сети**

Общие указания:

Самое малое время срабатывания имеют реле (D), наиболее даленные от ввода питания. Вышестоящие реле должны устанавливаться относительно нижестоящих с шагом прибл. 0,3 с.

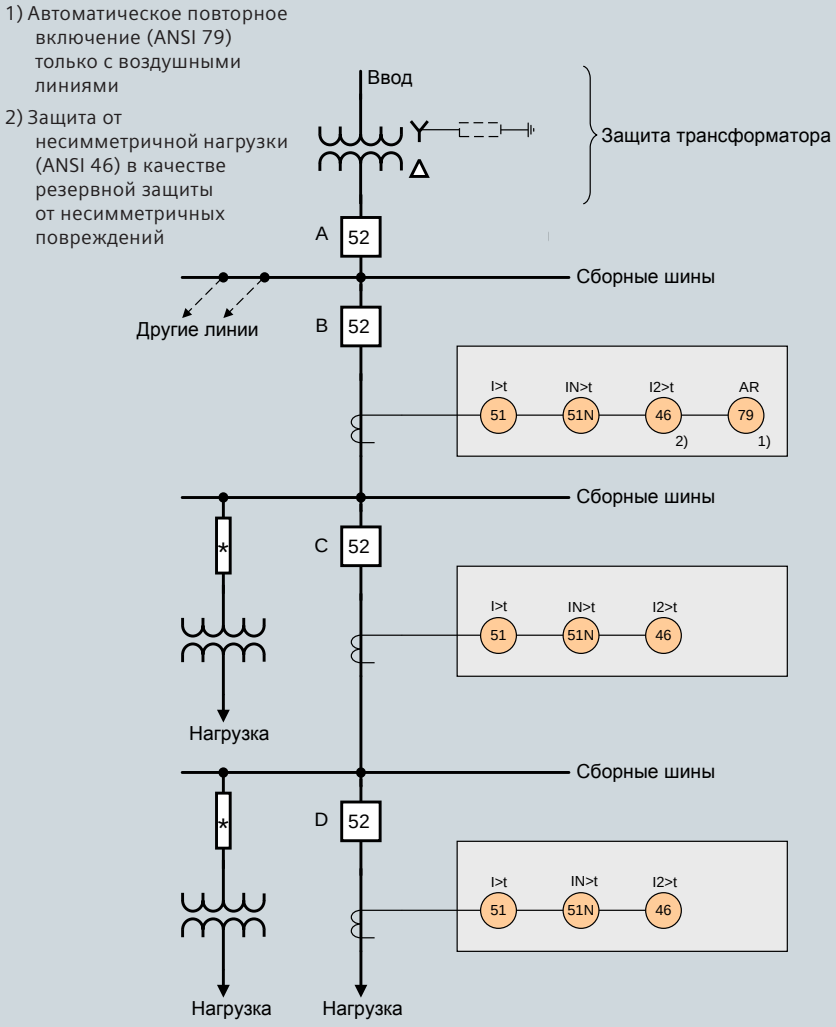



**Рис. 7/15** Концепция защиты с использованием максимальной токовой защиты с выдержкой времени

## Примеры использования

### Обнаружение коротких замыканий на землю в сетях с изолированной или компенсированной нейтралью

Короткие замыкания на землю в сетях с изолированной или компенсированной нейтралью быстрее обнаруживаются с помощью чувствительного обнаружения направления замыкания на землю.

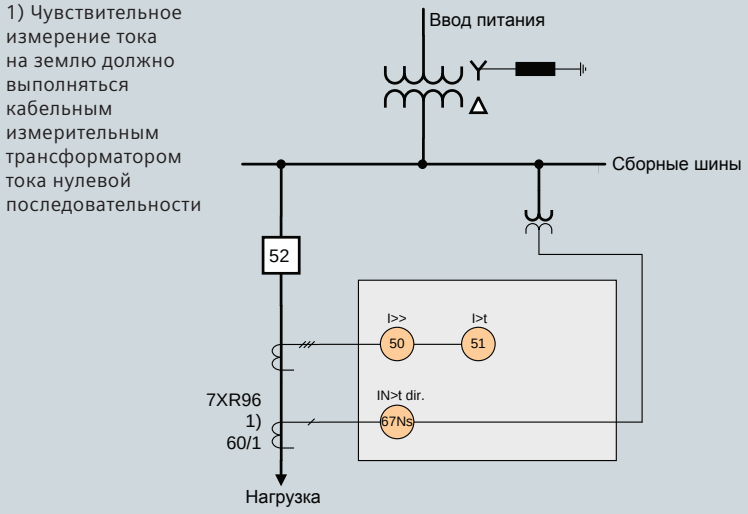



**Рис. 7/16** Концепция защиты для определения направления замыкания на землю

### Кольцевая сеть

Путем сравнения направлений при двустороннем питании (кольцевая сеть) можно защитить 100 % линии с минимальной выдержкой времени. На линиях с двусторонним питанием нельзя добиться селективности, используя простую МТЗ с независимой выдержкой времени. Поэтому следует использовать направленную МТЗ. Ненаправленной МТЗ достаточно только на соответствующих ответвлениях от сборных шин.

Пуск ступеней происходит соответственно с противоположного конца.

Преимущество: 100-процентная защита линии в короткое время и простая настройка.

Недостаток: чем ближе к вводу питания, тем больше время выключения.

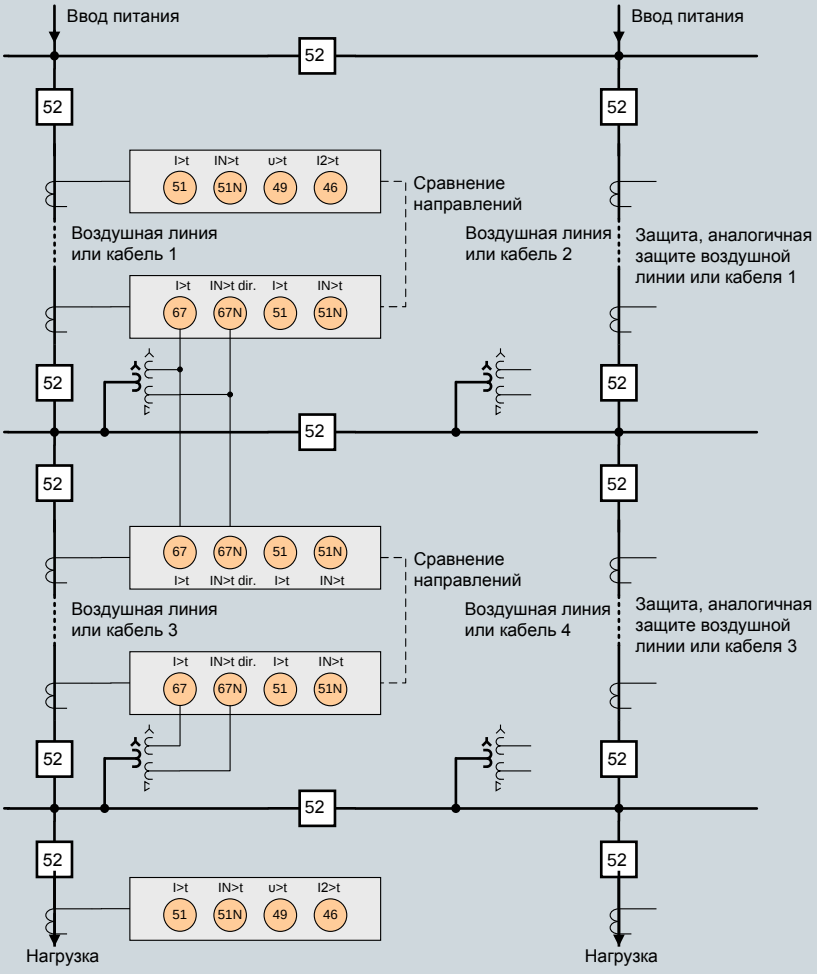



**Рис. 7/17** Концепция защиты кольцевых сетей

### Защита сборных шин с помощью МТЗ с обратной блокировкой

Можно использовать на сборных шинах без значительного ($< 0{,}25 \times I_{НОМ}$) обратного перетока с присоединений.

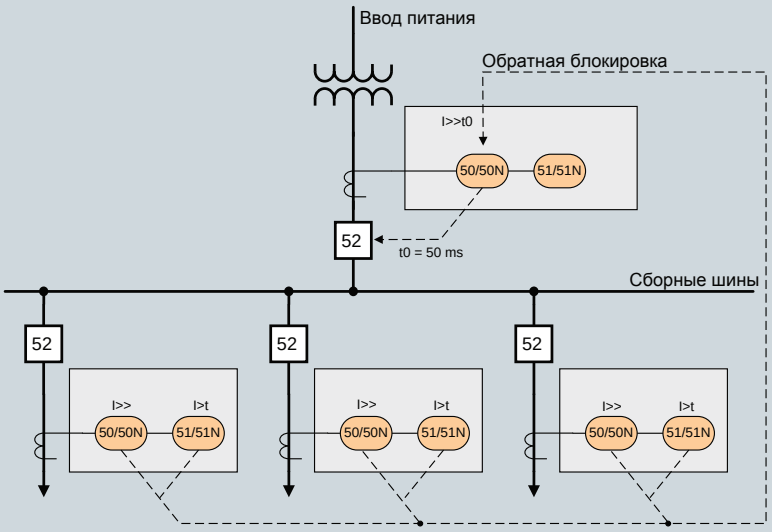



**Рис. 7/18** Защита сборных шин с обратной блокировкой

### Присоединения со сбросом нагрузки

В нестабильных сетях (изолированных, сетях аварийного питания при больницах) может потребоваться отключение от сети выбранных потребителей для защиты всей сети от перегрузки.

Функции максимальной токовой защиты с выдержкой времени эффективны только при коротком замыкании. Перегрузку генератора можно определить по падению частоты или напряжения.

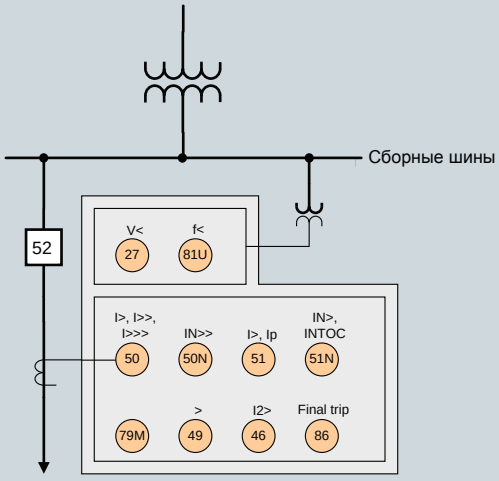



**Рис. 7/18** Присоединения со сбросом нагрузки

## Примеры использования

### Автоматическое повторное включение

Функция автоматического повторного включения (АПВ) может выполнять запуск и блокировку электрооборудования. На рисунке рядом показан пример блокировки ступеней максимального тока, в зависимости от циклов АПВ. Срабатывание ступеней максимальной токовой защиты с выдержкой времени (ступень $I$, $I_p$) происходит согласно карте селективности выдержек времени. Если на вводе предусмотрено АПВ, то в случае повреждения происходит быстрое отключение всех присоединений. Электрическая дуга гасится независимо от места повреждения. Другие реле или предохранители не реагируют (схема Fuse Saving). После успешного АПВ все потребители снова снабжаются электроэнергией. Если повреждение не устранилось, происходят следующие циклы АПВ. В зависимости от настройки АПВ быстродействующая ступень блокируется в первом, втором или третьем цикле, что означает пуск ступеней согласно карте селективности выдержек времени. В зависимости от места повреждения срабатывают более быстрые ступени реле максимальной токовой защиты с выдержкой времени, предохранители или реле на вводе питания. Окончательно отключается только участок ответвления с устойчивым повреждением.

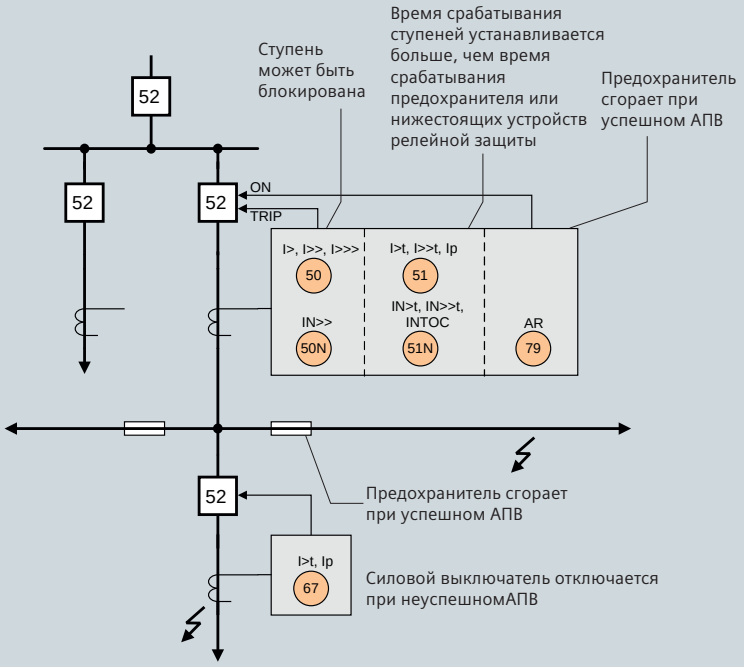



**Рис. 7/20** Автоматическое повторное включение

### Защита от реверса мощности при параллельных вводах питания

Если к сборной шине подходят более двух параллельных вводов питания, то при повреждении на одном из вводов, шины должны отключаться селективно, чтобы сохранить питание от оставшегося в работе ввода. Для этого необходимы устройства, способные фиксировать ток короткого замыкания, текущий от сборной шины в направлении ввода питания. Максимальная токовая защита с выдержкой времени при этом обычно настраивается на ток, больший тока нагрузки. Отключить слаботочные повреждения она не в состоянии. Защита от реверса мощности может быть настроена намного чувствительнее номинальной мощности, при этом она будет обнаруживать обратный переток мощности даже при слаботочных повреждениях с токами повреждения намного ниже тока нагрузки. Защита от реверса мощности реализуется с помощью «гибких защитных функций»

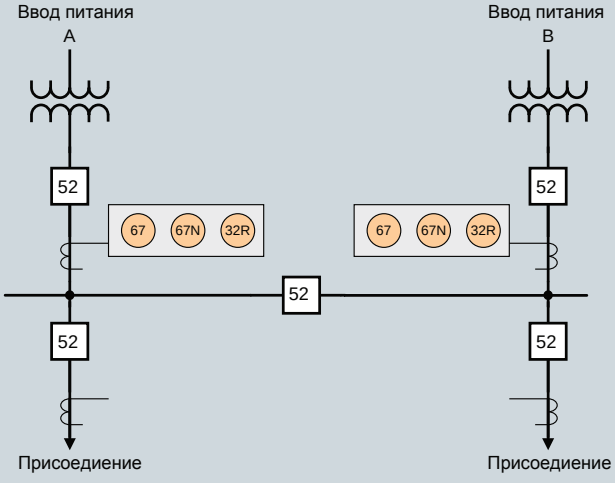



**Рис. 7/21** Защита от реверса мощности при параллельных вводах

### Контроль синхронизма

Эта функция объединения двух участков сети проверяет, допустима ли эта операция с точки зрения сохранения устойчивости сети. В примере нагрузка на сборной шине запитывается от генератора через трансформатор.

Группа соединения трансформатора может быть учтена в форме параметрируемого согласования углов, так что никакие внешние средства согласования не требуются. Контроль синхронизма может использоваться как при АПВ, так и при ручном включении (дистанционно или локально).

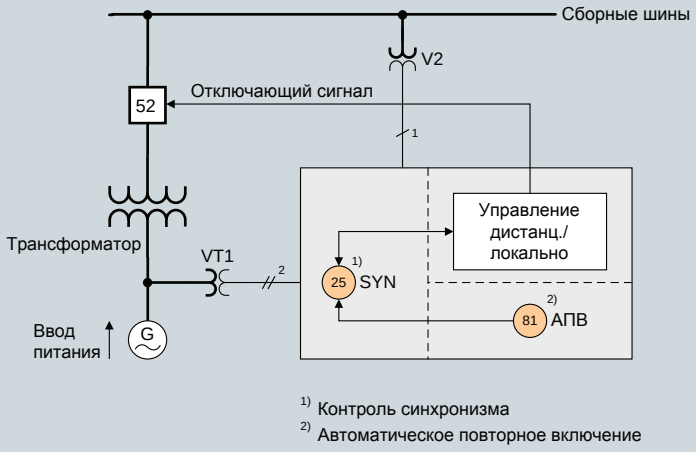



**Рис. 7/22** Измерение напряжения на сборных шинах и на ответвлении для контроля синхронизма

### Защита трансформатора

Ступень максимального тока делает возможным ступенчатое срабатывание по току. Ступени максимальной токовой защиты работают как резервная защита для нижестоящих устройств защиты, а функция перегрузки защищает трансформатор от тепловой перегрузки.

Слаботочные однофазные замыкания на землю на стороне низшего напряжения трансформатора, которые в системе обратной последовательности выглядят, как произошедшие на стороне высокого напряжения, могут регистрироваться защитой от несимметричной нагрузки. Имеющаяся блокировка при броске тока намагничивания предотвращает срабатывание защиты при броске тока намагничивания трансформатора.

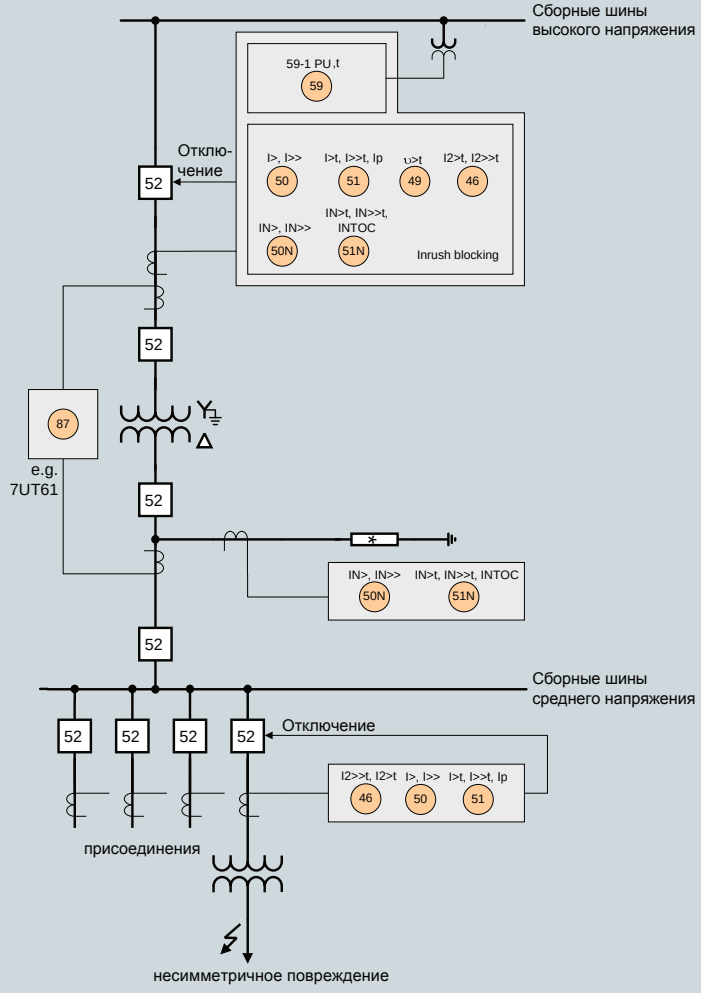



**Рис. 7/23** Типовая концепция защиты для одного трансформатора

## Данные для выбора и заказа

| Описание | Заказной номер | Сокращ. код |
|---|---|---|
| | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 | 17 18 19 |
| | 7SC80 □ □ - □ □ □ □ □ □ - 3 □ □ □ - | □ □ □ |
| **Корпус, двоичные ходы и выходы** | | |
| Корпус, 12 Двх, 8 Двых., 1 контакт готовности | 2 | |
| **Спецификация измерительных входов тока и напряжения** | | |
| 3 TT10 B LPS, 1 TH 120 B [4] | 1 | |
| 4 TT 1 A/5 A, 1 TH 120 B | 2 | |
| 3 TT 10 B LPS, 4 TH 10 B/120 B [4] | 3 | |
| 4 TT 1A/5 A, 4 TH 10 B/120 B | 4 | |
| 3 TT 1 A/5 A, 1 TT чувст. = 0.001..1.6 A/0.005..8 A, 1 TH 120 B | 5 | |
| 3 TT 1 A/5 A, 1 TT чувст.= 0.001..1.6 A/0.005..8 A, 4 TH 10 B/120 B | 6 | |
| **Номинальное напряжение питания** | | |
| 60-250 В пост., 115 В перем., 230 В перем. | 1 | |
| 24 /48 В пост. | 2 | |
| 24 /48 В пост., Мониторинг аккумулятора [3] | 3 | |
| **Исполнение** | | |
| Корпус для навесного монтажа [5] | A | |
| Корпус для навесного / утопленного монтажа с панелью ИЧМ | B | |
| Корпус для навесного монтажа со съемной панелью ИЧМ | C | |
| **Региональные параметры и языки** [2] | | |
| Регион: Германия, МЭК , немецкий язык | A | |
| Регион: международный, МЭК/ANSI, английский язык | B | |
| Регион: США, ANSI, английский язык (US) | C | |
| Регион: международный, французский язык | D | |
| Регион: международный, МЭК/ANSI, испанский язык | E | |
| Регион: международный, МЭК/ANSI, русский язык | G | |
| | | L □ □ |
| **Системный интерфейс** | | |
| 100 Мбит Ethernet, электрический, разъем RJ45 | 9 | R |
| 100 Мбит Ethernet, встр. коммутатор, оптич., 2 разъема LC, многомодовый | 9 | S |
| 100 Мбит Ethernet, встр. коммутатор, оптич., 2 разъема LC, одномод., 24 км | 9 | T |
| **Протокол системного интерфейса** | | |
| МЭК 61850 | | 0 |
| МЭК 61850 / DNP3 TCP | | 2 |
| МЭК 61850 / PROFINET IO [1] | | 3 |
| МЭК 61850 / МЭК 60870-5-104 | | 4 |
| **Дополнительные интерфейсы** | | |
| нет | 0 | |
| модуль GPS | 7 | |

См. след. страницу

1) Только с интерфейсом 100 Мбит Ethernet оптич. и мультимод
2) Язык можно изменить
3) В процессе подготовки
4) Могут быть использованы датчики для SICAM FCM.
5) ИЧМ может быть заказан отдельно. Без кабеля: C53207-A406-D242-1 / С кабелем: C53207-A406-D243-1

## Данные для выбора и заказа

| Описание | | Заказной номер 7SC80□□-□□□□□-3□□□-□□□ | | | Сокращ. код |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 2 3 4 5 6 7 | 8 9 10 11 12 13 | 14 | 15 16 17 18 19 |
| | **Базовый пакет A** | | | F | A |
| **50/51** | МТЗ с выдержкой времени от междуфазных КЗ $I>$, $I>>$, $I>>>$, $Ip$ | | | | |
| **50N/51N** | Защита от коротких замыканий на землю $I_E>$, $I_E>>$, $I_E>>>$, $I_{EP}$ | | | | |
| **50N(s)/51N(s)** | Чувствительная защита от замыканий на землю $I_{EE}>$, $I_{EE}>>$, $I_{EEp}$ [4] | | | | |
| **50BF** | УРОВ | | | | |
| **46** | Защита от несимметричной нагрузки/ Защита от обратной последовательности | | | | |
| **49** | Защита от тепловой перегрузки | | | | |
| **87N** | Высокоомная дифференциальная защита от замыканий на землю [3] | | | | |
| **74TC** | Контроль цепи отключения | | | | |
| **37** | Контроль минимального тока | | | | |
| **51c** | Коррекция установок при холодном пуске | | | | |
| **86** | Блокировка | | | | |
| | Переключение групп уставок | | | | |
| | Функции мониторинга | | | | |
| | Управление выключателем | | | | |
| | Гибкие защитные функции (токовые параметры) | | | | |
| | Защита от снижения / повышения частоты | | | | |
| | Блокировка при броске тока намагничивания | | | | |
| | Осциллограф, средние значения, мин./ макс. значения | | | | |
| | **Базовый пакет B (включая пакет A)** [1] | | | F | B |
| **67** | Направленная МТЗ от междуфазных КЗ $I>$, $I>>$ | | | | |
| **67N** | Направленная токовая защита от коротких замыканий на землю $I_E>$, $I_E>>$ | | | | |
| **67Ns** | Чувствительная направленная защита от замыканий на землю $I_{EE}>$, $I_{EE}>>$, $I_{EEp}$ [4] | | | | |
| **27/59** | Защита от снижения / повышения напряжения | | | | |
| **81U/O** | Защита от снижения / повышения частоты $f<$, $f>$ | | | | |
| **25** | Контроль синхронизма | | | | |
| **47** | Чередование фаз | | | | |
| **64/59N** | Напряжение смещения | | | | |
| **32/55/81R** | Гибкие защитные функции (параметры тока и напряжения) | | | | |
| | Защитные функции по напряжению, мощности, коэф. мощности, скорости изм. частоты | | | | |
| | **Базовый пакет N (включая пакет R)** | | | F | N |
| | Функции NTP-сервера, без функции защиты [2] [5] | | | | |
| | **Базовый пакет R** | | | F | R |
| | Только функции RTU, без функции защиты [2] | | | | |
| | **Дополнительные функции** | | | | |
| | нет | | | | 0 |
| **79** | с АПВ | | | | 1 |
| **FL** | с ОМП [1] | | | | 2 |
| **79/FL** | с АПВ и ОМП | | | | 3 |
| **79/TS** | С однофазным/трехфазным АПВ [1] | | | | 4 |
| **79/TS/FL** | С однофазным/трехфазным АПВ и ОМП [1] | | | | 5 |

1) Только если поз. 7 = **3**, **4** или **6**

2) Только если поз. 16 = **0**

3) 87N (REF) только если поз. 7 = **5** или **6**

4) В зависимости от входа для тока на землю функция защиты от КЗ на землю может быть чувствительной ($I_{EE}$), либо нечувствительной ($I_E$)

5) Только если поз. 12 = **7**

Подробный обзор технических характеристик (выписка из руководства по эксплуатации) можно найти по адресу: http://www.siemens.com/siprotec

## Назначение зажимов

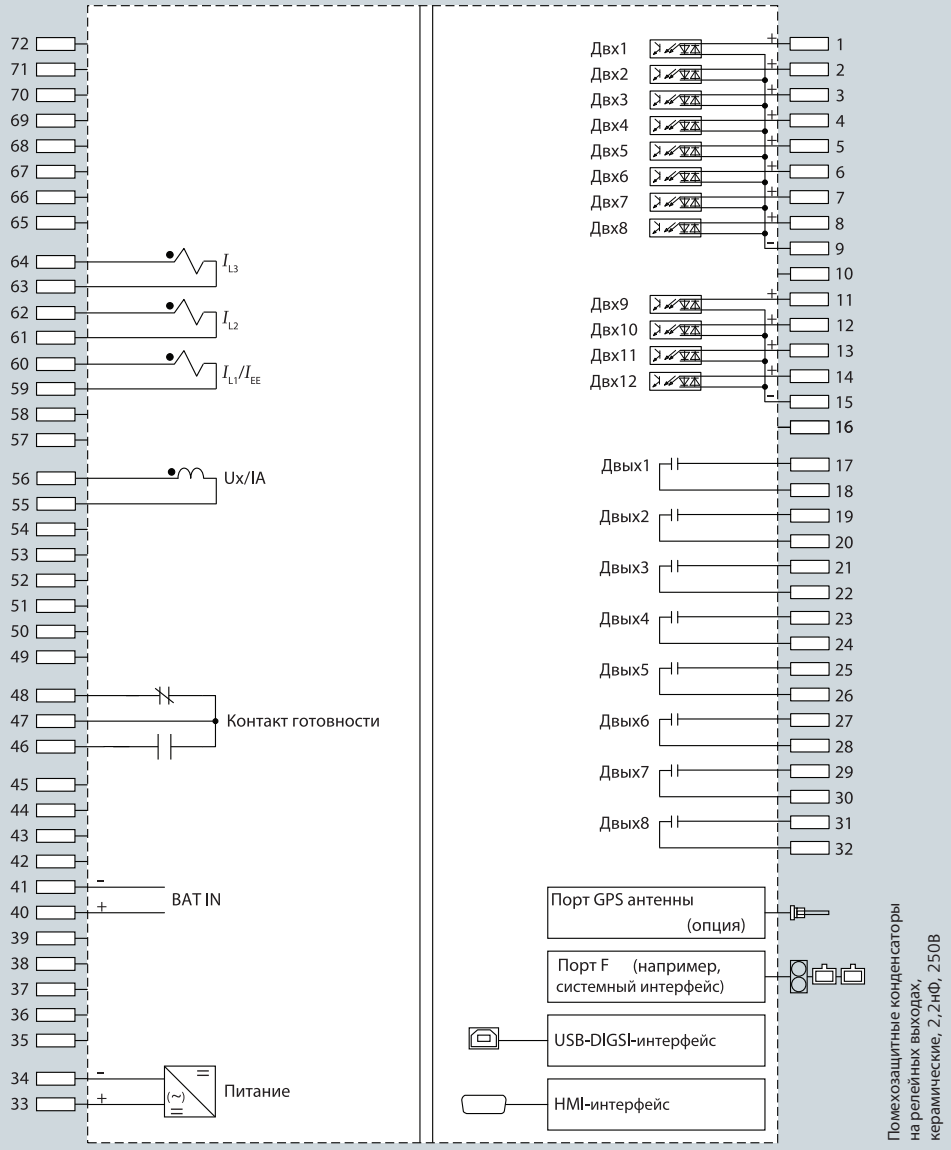



**Рис. 7/24** Назначение зажимов SIPROTEC 7SC8021

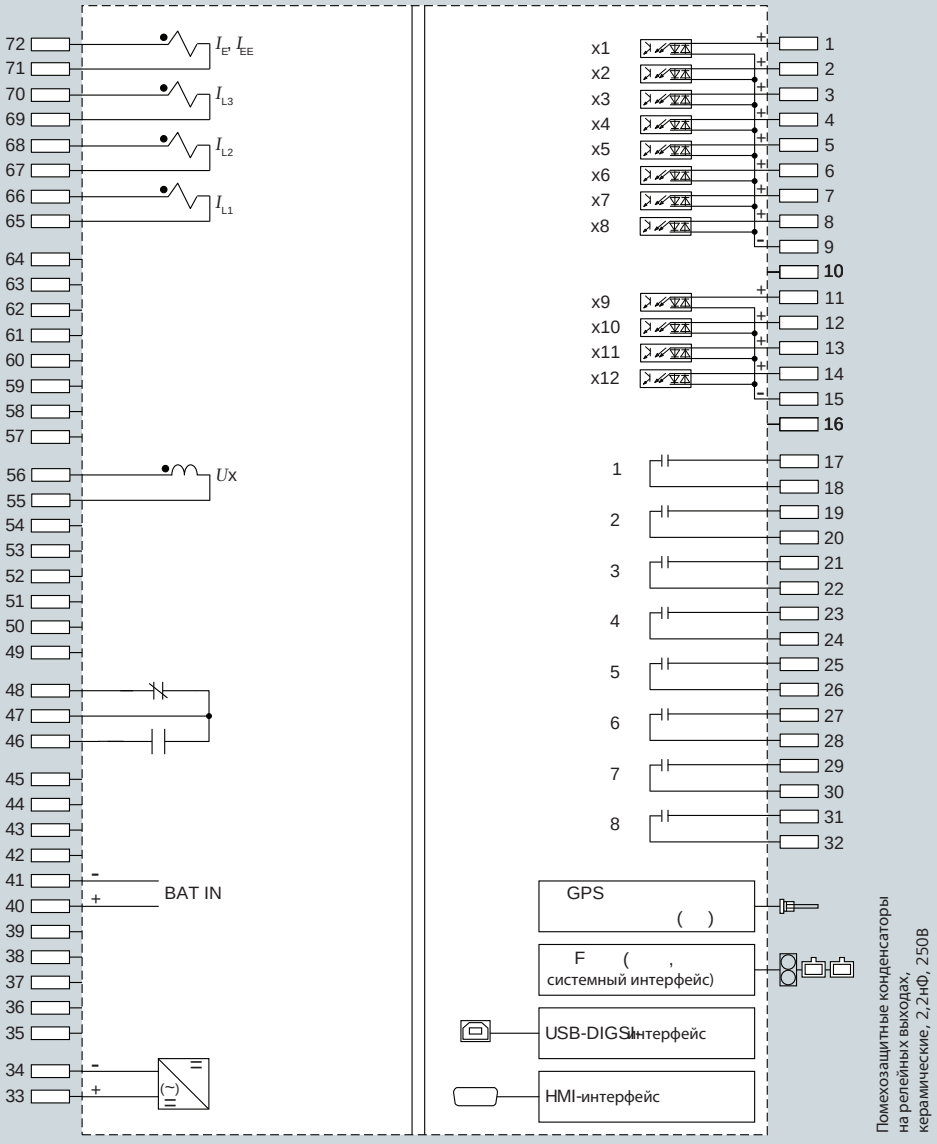



**Рис. 7/25** Назначение зажимов SIPROTEC 7SC8022 и SIPROTEC 7SC8025

## Назначение зажимов

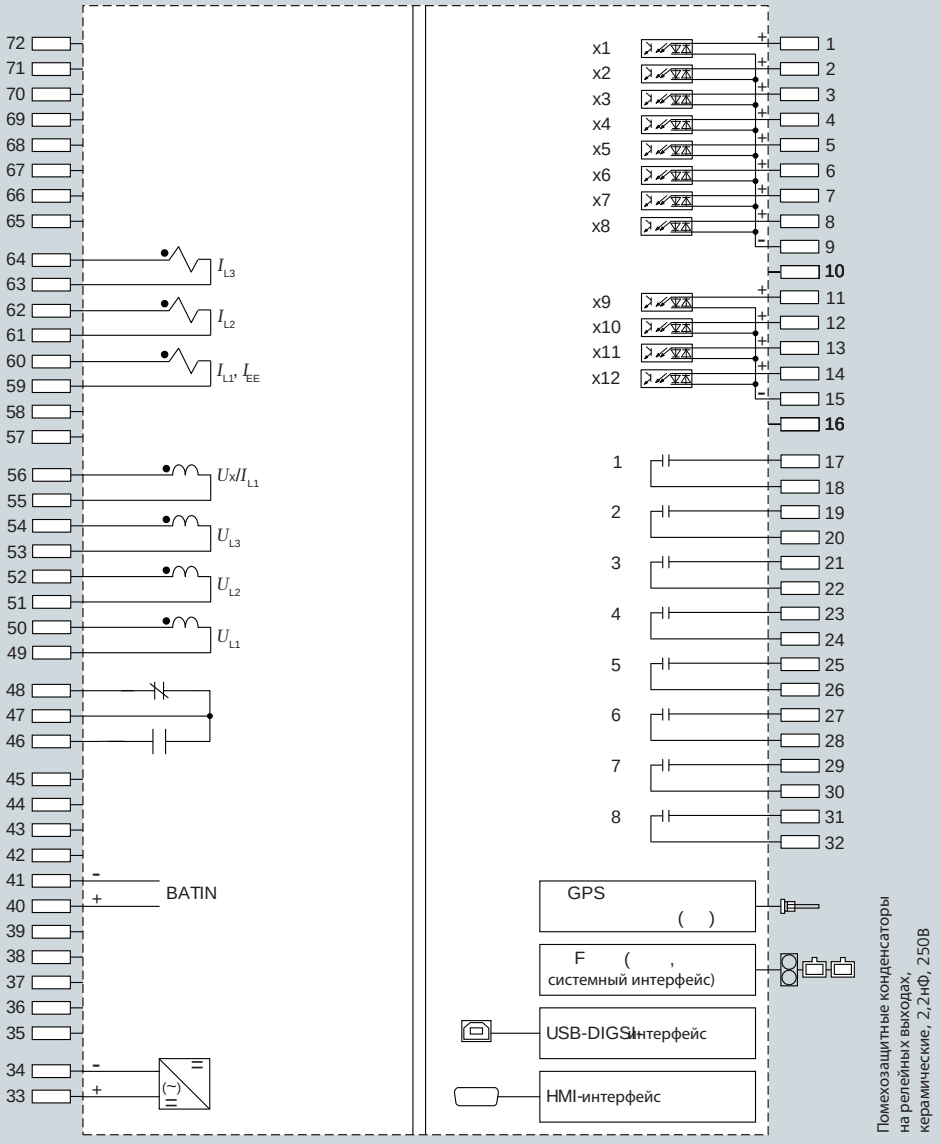



**Рис. 7/26** Назначение зажимов SIPROTEC 7SC8023

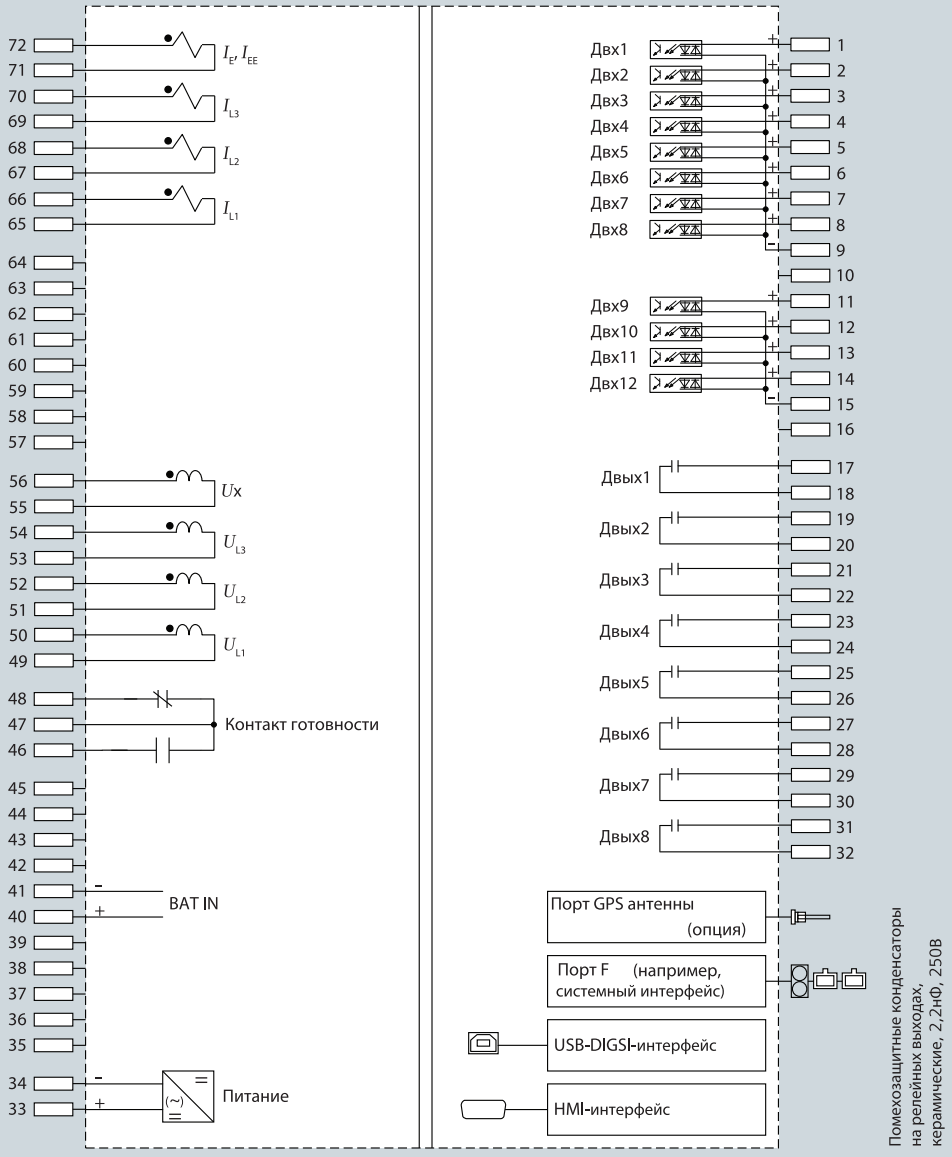



**рис. 7/27** Назначение зажимов SIPROTEC 7SC8024 и SIPROTEC 7SC8026

## Примеры схем подключения

### Подключение измерительных трансформаторов тока и напряжения

#### Стандартная схема подключения

Для сетей с заземленной нейтралью значение тока замыкания на землю определяется по схеме подключения на сумму фазных токов (схема Холмгрина).

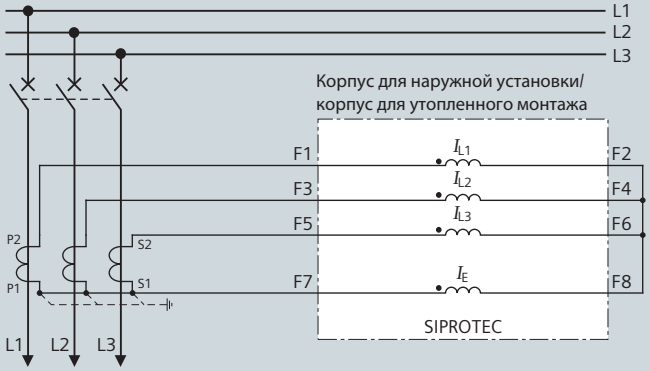



**Рис. 7/28** Схема измерения тока нулевой последовательности без определения направления

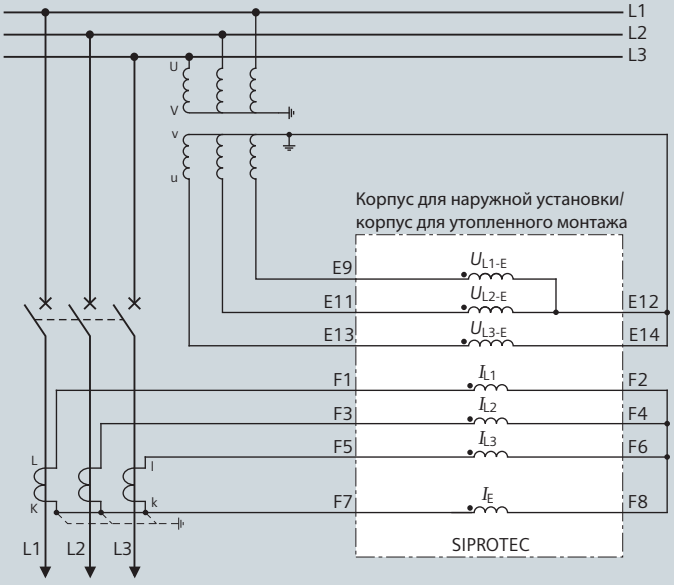



**Рис. 7/29** Схема измерения тока нулевой последовательности с определением направления

Для сетей с небольшими токами утечки на землю (сети с изолированной или компенсированной нейтралью) ток на землю измеряется кабельным измерительным трансформатором тока нулевой последовательности

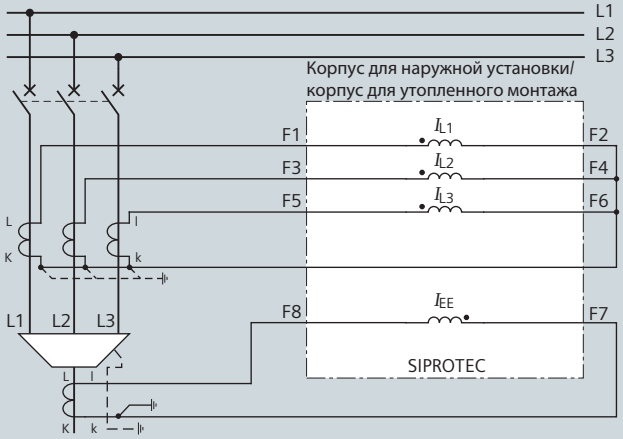



**Рис. 7/30** Чувствительное определение направления замыкания на землю

**Подключение в сетях с компенсированной нейтралью**

На рисунке показано подключение двух линейных напряжений, а также напряжения UE разомкнутого треугольника и кабельного измерительного трансформатора тока НП.

Такое подключение обеспечивает максимальную точность определения направления замыкания на землю и должно применяться в сетях с компенсированной нейтралью.

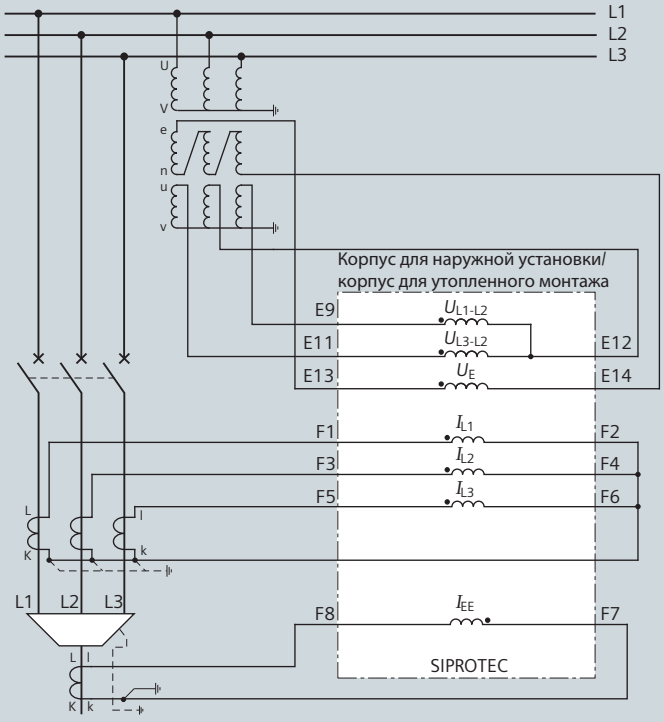



**Рис. 7/31** Ваттметрический метод регистрации направления короткого замыкания на землю с добавлением направления для фаз

Здесь показано чувствительное определение направления замыкания

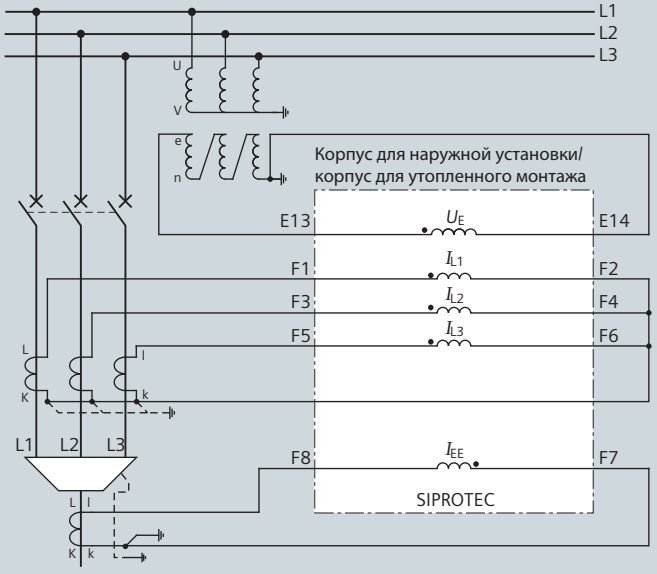



**Рис. 7/32** Направленная чувствительная регистрация замыкания на землю

## Примеры схем подключения

### Подключение для функции контроля синхронизма

Если не используется направленная защита от замыканий на землю, то к устройству можно подключить два линейных напряжения, а третий вход использовать для контроля синхронизма. А для правильной работы направленной защиты от междуфазных замыканий двух линейных напряжений будет достаточно.

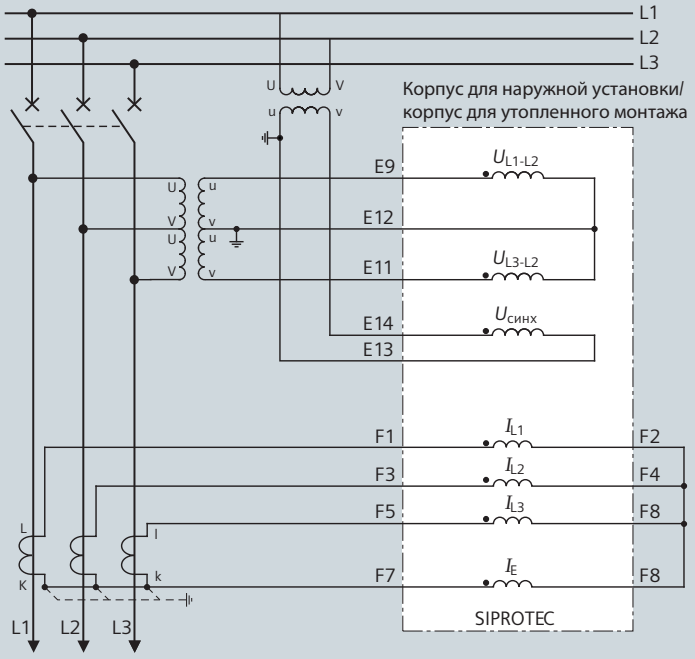



**Рис. 7/33** Измерение напряжений на сборных шинах и присоединении для контроля синхронизма

Подключение к 3 трансформаторам тока и к 3 трансформаторам напряжения

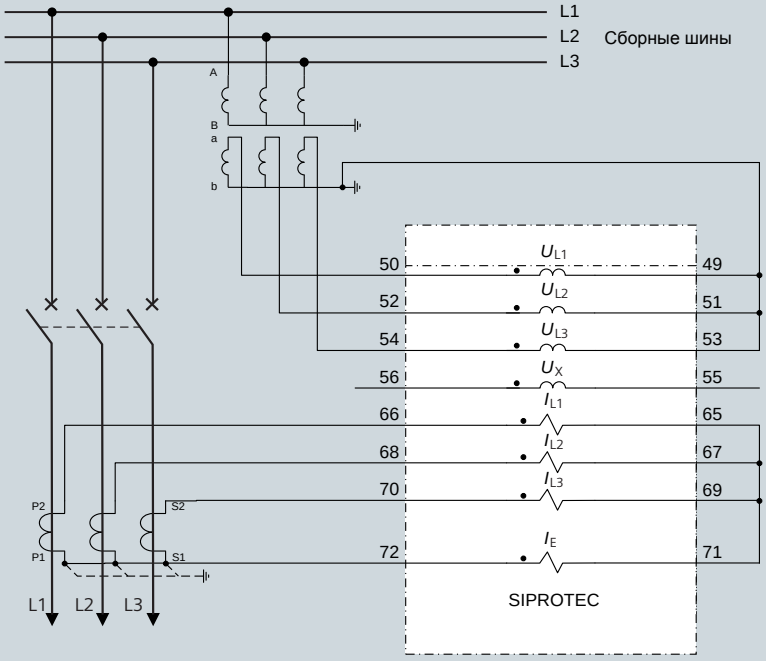
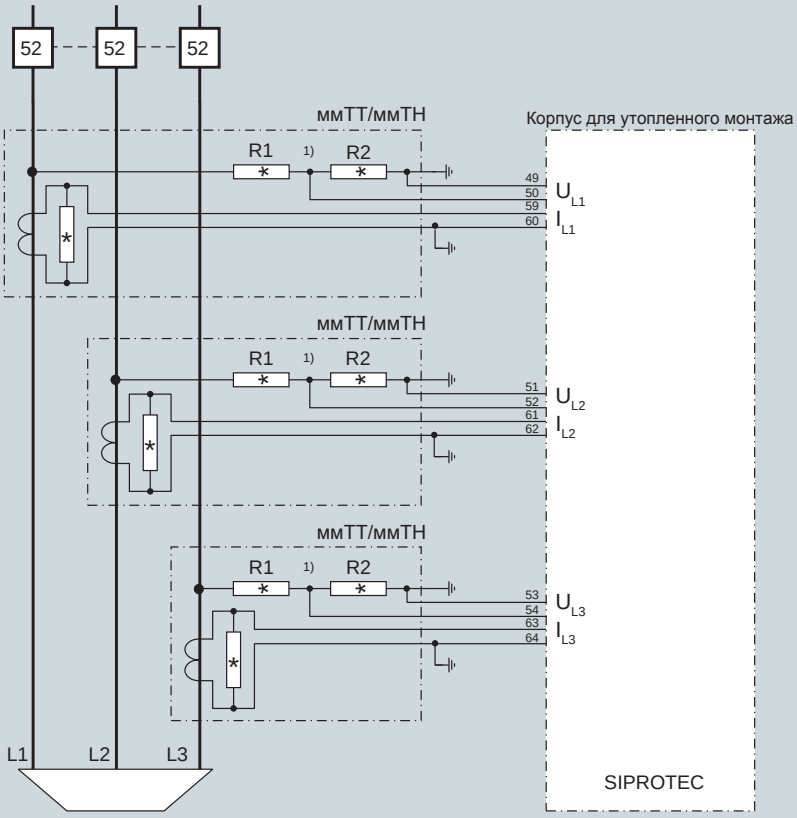



**Рис. 7/34** Подключение к 3 трансформаторам тока и к 3 трансформаторам напряжения (фазных напряжений). Стандартная схема подключения - подходит для любых сетей

Стандартное подключение




R1 и R2 выполняют роль делителя напряжения

**Рис. 7/35** Подключение к комбинированным маломощным ТТ и встроенным делителям напряжения для трех фаз

## Способы подключения

### Сводная таблица по способам подключения

| Способ заземления нейтрали | Функция | Способ подключения для измерения тока | Способ подключения для измерения напряжения |
|---|---|---|---|
| Сети с (глухо) заземленной нейтралью | Ненаправленная защита от междуфазных КЗ и КЗ на землю | Необходимо использовать схему подключения Холмгрина с тремя однофазными трансформаторами тока. Возможно использование кабельного измерительного трансформатора тока НП | – |
| Сети с (глухо) заземленной нейтралью | Чувствительная защита от замыкания на землю | Необходимо использовать кабельный измерительный трансформатор тока НП | – |
| Сети с изолированной или компенсированной нейтралью | Ненаправленная защита от междуфазного КЗ | Можно использовать схему подключения Холмгрина с тремя или двумя однофазными трансформаторами тока | – |
| Сети с (глухо) заземленной нейтралью | Направленная защита от междуфазного КЗ | Необходимо использовать схему подключения Холмгрина с тремя однофазными трансформаторами тока | Подключение «фаза — земля» или «фаза — фаза» |
| Сети с изолированной или компенсированной нейтралью | Направленная защита от междуфазного КЗ | Можно использовать схему подключения Холмгрина с тремя или двумя однофазными трансформаторами тока | Подключение «фаза — земля» или «фаза — фаза» |
| Сети с (глухо) заземленной нейтралью | Направленная защита от КЗ на землю | Необходимо использовать схему подключения Холмгрина с тремя однофазными трансформаторами тока. Возможно использование кабельного измерительного трансформатора тока НП | Необходимо использовать схему подключения «фаза — земля» |
| Сети с изолированной нейтралью | Чувствительная защита от КЗ на землю | Схема подключения Холмгрина, если ток на землю > 0,05 Iном на вторичной стороне, в противном случае необходимо использовать кабельный измерительный трансформатор тока НП | Тройное подключение «фаза — земля» или подключение «фаза — земля» в разомкнутый треугольник |
| Сети с компенсированной нейтралью | Чувствительная защита от КЗ на землю<br>Измерение cos φ | Необходимо использовать кабельный измерительный трансформатор тока НП | Тройное подключение «фаза — земля» или подключение «фаза — земля» в разомкнутый треугольник |

**Таблица 7/4** Обзор способов подключения

## Описание

Модификация аппаратного обеспечения SIPROTEC 7SC80 включает SNTP сервер и GPS модуль.

Благодаря этому доступен первый усиленный SNTP сервер подстанции с GPS приемником для точной синхронизации времени всех устройств защиты SIPROTEC и всех совместимых с SNTP сервером устройств, например, SICAM T/Q80 или оборудование сторонних производителей. Функции защиты не предусматриваются. Новые настройки конфигурации (например, IP-адрес) выполняются через DIGSI 4.

Полностью поддерживаются протоколы резервирования системы связи RSTP/PRP/HSR и IEC 61850. Благодаря этим возможностям управлять SNTP сервером с оптическими интерфейсами можно напрямую в составе кольцевых сетей SIPROTEC.

Набор антенны GPS (в составе которого имеется антенна, крепеж и кабель 25 м) доступен для заказа отдельно.

### Описание функций

- Интерфейс GPS-антенны (SMB-разъем)
- USB-порт для конфигурации через DIGSI 4
- По умолчанию оборудован 2 электрическими портами Ethernet RJ45
- Двойное резервируемое подключение в конфигурации «Активен-Режим ожидания»
- Установка 2-х оптических интерфейсов Ethernet (опционально)
- Возможна независимая работа, с подключением через одномодовый оптический интерфейс до 24 км
- Полная поддержка резервируемых кольцевых топологий через протоколы RSTP/PRP/HSR
- Отвечает требованиям по ЭМС для подстанций
- Расширенный температурный диапазон от -50 °C до +85 °C
- Устойчивый к воздействию сильной загрузки GOOSE в сетях IEC 61850
- Может использоваться в качестве центрального концентратора данных, например, для записи сообщений GOOSE
- Поддерживает IEC 61850 Издание 1 и Издание 2
- Интеграция в контроллер подстанции IEC 61850 (макс. с 6 клиентами)
- Интеграция в системный конфигуратор DIGSI 4 IEC 61850
- Дополнительное применение для автоматизации (CFC)
- Удаленный доступ
- Оптимизирован для использования вместе с устройствами SIPROTEC и EA-продуктами
- Согласуется с устройствами защит SIPROTEC.

**Рис. 9/36** SNTP-Ведущее устройство/Сервер 7SC80

### Области применения

Благодаря SNTP серверу времени 7SC80 все устройства, подключенные по протоколу Ethernet, можно синхронизировать через SNTP протокол (простой сетевой протокол времени) с миллисекундной точностью. Время передаётся в виде стандартизированного времени UTC или в виде местного времени. Для этого применения все устройства (защиты) требуют соответствующий интерфейс Ethernet, например, в SIPROTEC 4 требуется порт B (модуль EN100).

GPS антенна устанавливается на наружную стену или плоскую крышу в пределах линии видимости неба (заказывается отдельно).

SNTP сервер устанавливается рядом с антенной и обычно поставляется с тем же напряжением питания как и у реле защит. За счет использования оптических интерфейсов исключаются электромагнитные помехи, даже на больших расстояниях между SNTP сервером и устройствами защит. При использовании 7SC80 для синхронизации времени номинальная точность составляет ±1 мс. Для синхронизации времени не требуется специально выделенная сеть.

Также возможно использование 7SC80 в качестве резервного сервера времени SNTP. Интеграция в проекты DIGSI выполняется полным набором параметров 7SC80; использования файлов SNTP.ICD больше не требуется.

В устройствах защиты источник времени должен быть настроен на Ethernet NTP. Также учитываются параметры местного времени, например, переход на летнее/зимнее время или смещение времени.

# SNTP-Ведущее устройство/Сервер SIPROTEC 7SC80

## Данные для выбора и заказа

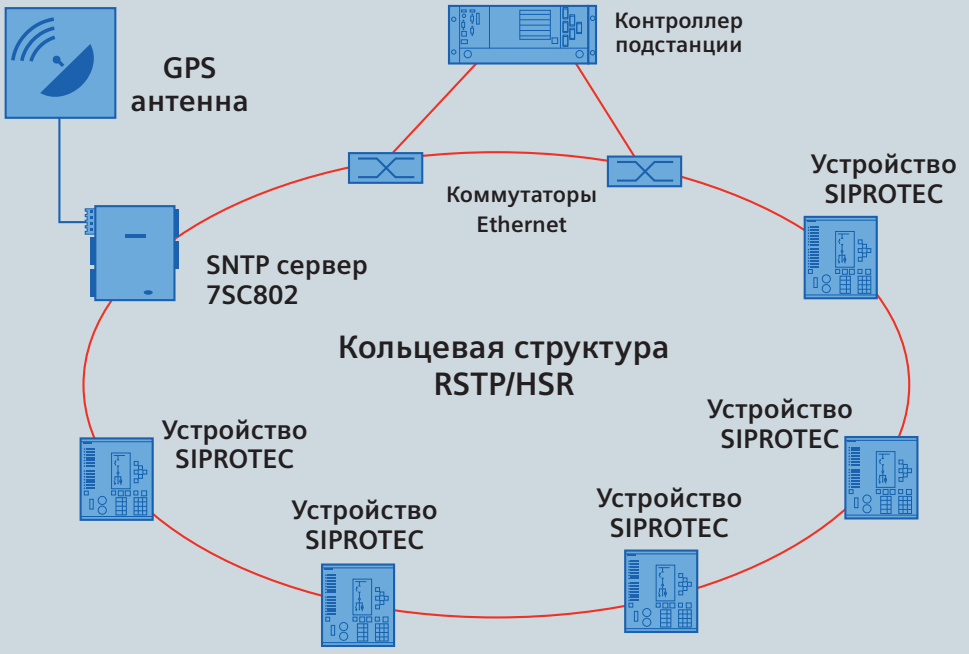


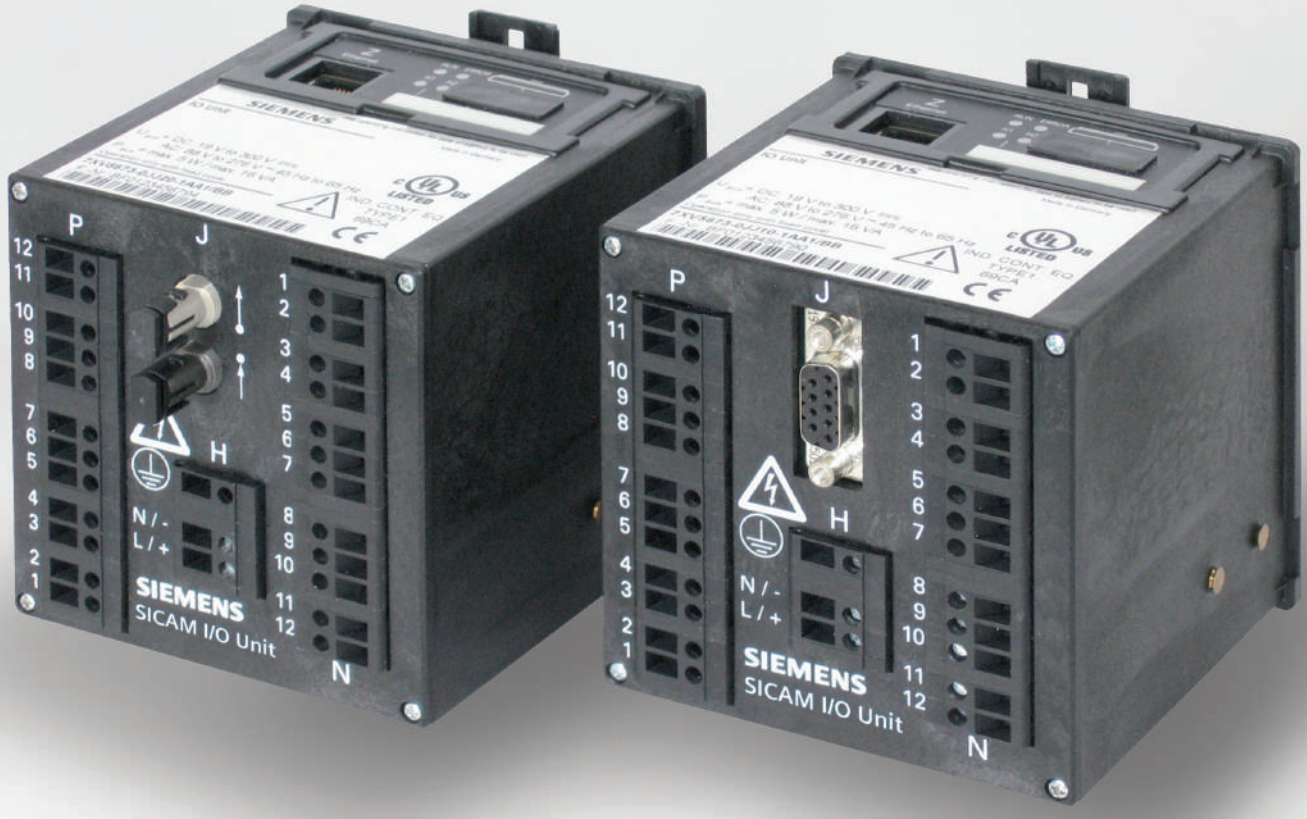

**Рис. 7/37** Пример установки 7SC80 сервера SNTP в оптическую кольцевую сеть SIPROTEC с резервированием.

7

### Данные для выбора и заказа

| Описание | № для заказа |
|---|---|
| | 1 2 3 4 5 6 7 8 ..... 19 |
| **SNTP-Ведущее устройство/Сервер 7SC80** | **7SC8021-□AB97-3FNO-L0□** |
| **Номинальное напряжение питания** | |
| 60 В - 250 В пост. тока; 115 В перем. тока; 230 В перем. тока | 1 |
| 24 В/48 В пост. тока | 2 |
| **Системный интерфейс** | |
| 100 Мбит Ethernet, электрический разъем 2 x RJ45 | R |
| 100 Мбит Ethernet, со встроенным коммутатором, оптический, разъем 2 x LC, многомод | S |
| 100 Мбит Ethernet, со встроенным коммутатором, оптический, разъем 2 x LC, одномод, 24 км | T |
| **Набор антенны GPS** | **7XV5663-0AA00** |
| **Молниезащита** | **7XV5664-0LA00** |

SIEMENS




# 7XV5673 - блок ввода/вывода с 6 дискретными входами/выходами

# 7XV5673 - блок ввода/вывода с 6 дискретными входами/выходами


| | Страница |
|---|---|
| Описание | 8/3 |
| Обзор функций | 8/4 |
| Применение | 8/5 |
| Данные для выбора и заказа устройства | 8/10 |

### Описание

Блок ввода/вывода 7XV5673 является устройством дискретных входов и выходов, спроектированным для применения на подстанциях и с учетом увеличенных требований промышленной среды. Блок ввода/вывода осуществляет передачу дискретных входных и выходных сигналов локально или на большие расстояния. Он может использоваться для систем защиты, таких как максимальная токовая защита, схемы сравнения сигналов, телеуправление защитой, либо использоваться в качестве блока расширения (увеличения количества входов и выходов) в системах автоматизации подстанции.

### Функции устройства

С помощью дискретных входов надежно фиксируются все виды дискретных сигналов коммутационной аппаратуры / схем защиты (например, команды отключения, сигналы о положении коммутационных устройств, сообщения о повреждении и положении коммутационной аппаратуры). Эта информация может непосредственно подаваться в блок ввода/вывода через контакты или передаваться через линии обмена данными к другим блокам ввода/вывода или к системам автоматизации.

При обмене данными через Ethernet или последовательные подключения используются защищенные телеграммы. Ввод уставок параметров блоков ввода/вывода выполняется просто через стандартный веб-браузер на ПК, который подключается через интерфейс Ethernet.

Для блока ввода/вывода могут быть выбраны следующие режимы работы:

"Зеркало" ввода/вывода: передача дискретных сигналов между двумя блоками ввода/вывода через Ethernet в формате "точка-точка" или последовательное подключение. Сигнальные входы и выходы назначаются пользователем.

Расширение дискретных входов / выходов: Расширение возможностей ввода/вывода контроллеров подстанции дискретными входами и выходами с помощью стандартных протоколов.

Блок умножения контактов: Распределение сигналов на одном или нескольких дискретных входах через релейные контакты того же самого блока ввода/вывода, например, для развязки между различными уровнями напряжения.

### Обзор функций

- Дискретные входы
- – 6 усиленных, ЭМС-устойчивых дискретных входов,
- – Порог срабатывания выбирается из: 19 В DC, 88 В DC или 176 В DC для различных напряжений оперативного тока подстанции.
- Дискретные выходы
- – 6 командных выходных реле,
- – Безопасное состояние контактов после потери подключения, задается пользователем.
- Сигнальные выходы / выходы для вывода аварийных сообщений
- – 4 светодиодных индикатора.

**Рис. 8/1** 7XV5673 - блок ввода/вывода – "зеркало" ввода/вывода дискретных сигналов, расширение дискретных входов / выходов, блок умножения контактов

- Источник питания широкого диапазона
- – 24 .. 250 В DC +/- 20 % и 100 ..230 В AC, 45 .. 65 Гц.
- Электрический Ethernet-интерфейс RJ45
- – Позволяет выполнять каскадное подключение нескольких устройств без необходимости дополнительных затрат за счет использования интегрированного коммутатора.
- Последовательный оптический интерфейс (по выбору)
- – ST-разъем, 820 нм для многомодового оптоволокна 62.5 /125 мкм, типовое расстояние 2000 м при использовании оптоволокна 62.5 /125 мкм, скорость передачи данных 1.2 .. 187.5 кбит/с (задается программно).
- Последовательный интерфейс RS485 (по выбору)
- 9-контактный разъем SUB-D (гнездо).
- Протоколы, обмен данными
- – MODBUS TCP или MODBUS RTU для подключения к контроллеру подстанции,
- – MODBUS UDP для подключений типа "точка-точка" между двумя блоками ввода/вывода,
- – SNTP для синхронизации времени,
- – МЭК 61850 (сообщения GOOSE и передача отчетов).
- Корпус
- IP20, для крепления на рейке.
- Стандарты
- CE, UL, МЭК 60255, IEEE 61000 ...
- Климатические условия
- – ЭМС-устойчивые дискретные входы / выходы для использования в среде подстанции,
- – Расширенный высокотемпературный диапазон до 85 °C (до 16 часов в день).

## Обзор функций

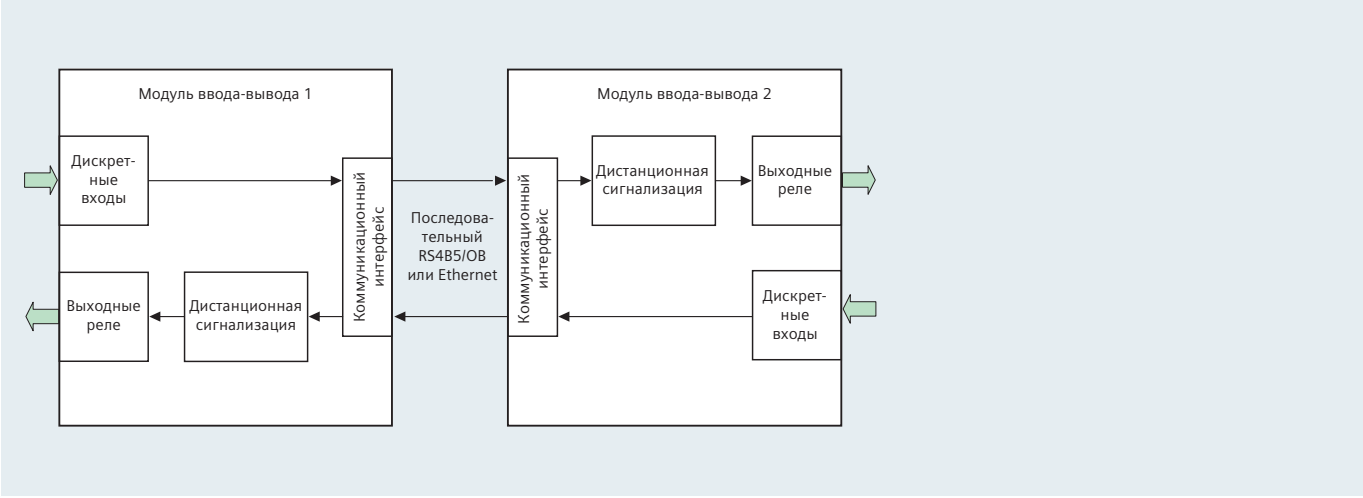



**Рис. 8/2** "Зеркало" ввода/вывода, двунаправленная передача между двумя устройствами

### Функциональные возможности

- Простота настройки с помощью стандартного Интернет-браузера (никакое специальное ПО не требуется).
- Защита паролем от несанкционированного доступа.
- Контроль ошибок в данных, потери подключения, времени передачи и состояния дискретных входов и выходов.
- Синхронизация времени по протоколу SNTP с точностью в 1 мс от внешнего сервера времени по Ethernet. Поддержка резервных серверов времени.
- Буферная батарея с заменой с передней панели устройства.
- Быстрота зеркального ввода/вывода: время передачи с момента срабатывания дискретного входа до момента замыкания контакта между двумя блоками ввода/вывода обычно составляет 11 мс в случае широкополосного подключения.
- Подключение к контроллеру подстанции по протоколам MODBUS TCP, MODBUS RTU или МЭК 61850.
- Блокировка передачи данных через дискретный вход при тестировании.
- Ведение файла регистрации рабочих событий с присвоением меток времени с точностью 1 мс; хранение файла в энергонезависимой памяти.
- Хранение присвоений дискретных входов / выходов в файле регистрации эксплуатационных событий.
- Интегрирование в системы управления сетью по протоколу SNMP и с использованием специальных MIB-файлов (файлов базы информации управления).

### Применение

**Функция зеркального ввода/вывода:**

При использовании блоков ввода/вывода в качестве "зеркала" ввода/вывода (см. рис. 8/2) устройства выполняют передачу двунаправленных дискретных сигналов. Такая передача осуществляется между этими двумя устройствами по последовательным каналам (опция) или по сетям Ethernet.

С помощью контактов выходных реле можно коммутировать цепи напряжением до 250 В AC/DC и токами до 5 А AC/DC. Пользователь может устанавливать различные пороговые значения срабатывания дискретных входов.

Сигнальные входы и выходы могут назначаться пользователем.

*Увеличение дальности передачи*

Возможно увеличение дальности передачи.

Для этого можно использовать следующие устройства:

- последовательный оптический повторитель 7XV5461, увеличение расстояния до 170 км,
- преобразователь RS485/оптические средства передачи 7XV5650 для каскадирования устройств,
- различные коммуникационные преобразователи.

### Однонаправленная передача дискретного сигнала

При использовании блоков ввода/вывода для однонаправленной передачи дискретного сигнала (см. рис. 8/3) устройства передают дискретные сигналы в одном направлении с одного устройства на несколько устройств. В этом варианте применения передача осуществляется только в одном направлении. Здесь входные сигналы (максимум 6) от терминала в левой части рисунка передаются выходным контактам одного или более терминалов в правой части.

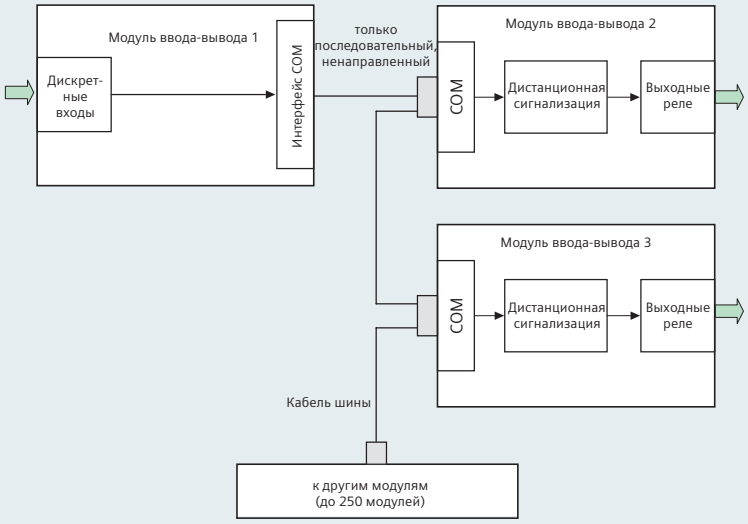



**Рис. 8/3** "Зеркало" ввода/вывода, однонаправленная передача от одного блока ввода/вывода к нескольким

### Увеличение количества входов и выходов контроллера подстанции

Блоки ввода/вывода используются как модули расширения (см. рис. 8/4). Обмен дискретными сигналами между контроллером подстанции (например, SICAM PAS) и блоками ввода/вывода осуществляется с использованием протокола TCP MODBUS по сети Ethernet. Если в блоках ввода/вывода имеются интегрированные коммутаторы, блоки могут работать на линии без дополнительных внешних коммутаторов (см. рис. 8/4). В будущем также планируется использование коммуникационного сервера МЭК 61850.

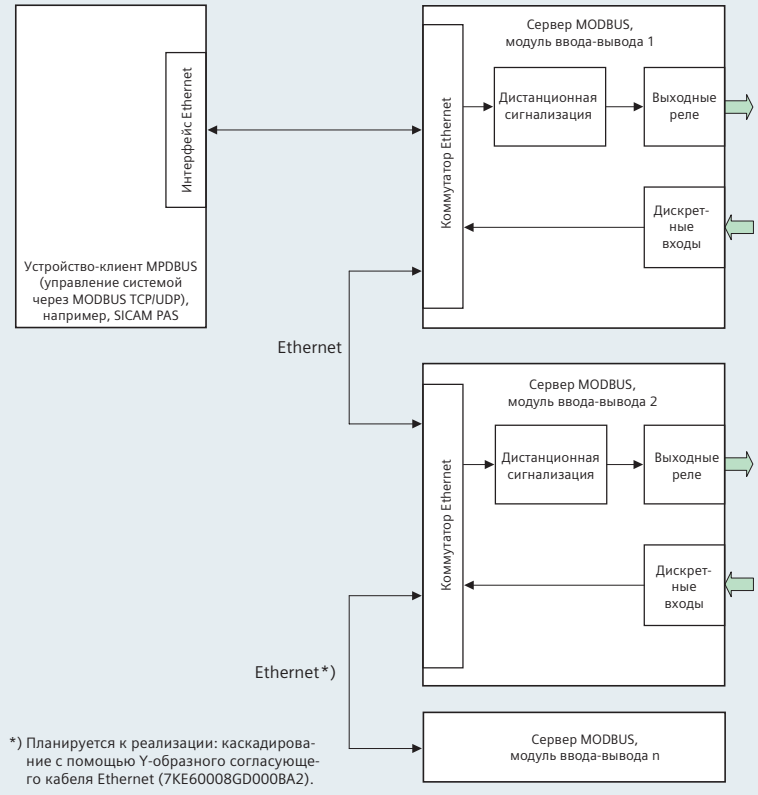



**Рис. 8/4** Увеличение количества входов и выходов контроллера подстанции при помощи блоков ввода/вывода

## Применение

Вместо использования сети Ethernet имеется также опция последовательного подключения через протокол MODBUS RTU. Канал связи может быть реализован через шину RS485 или оптическую сеть со звездообразной структурой.

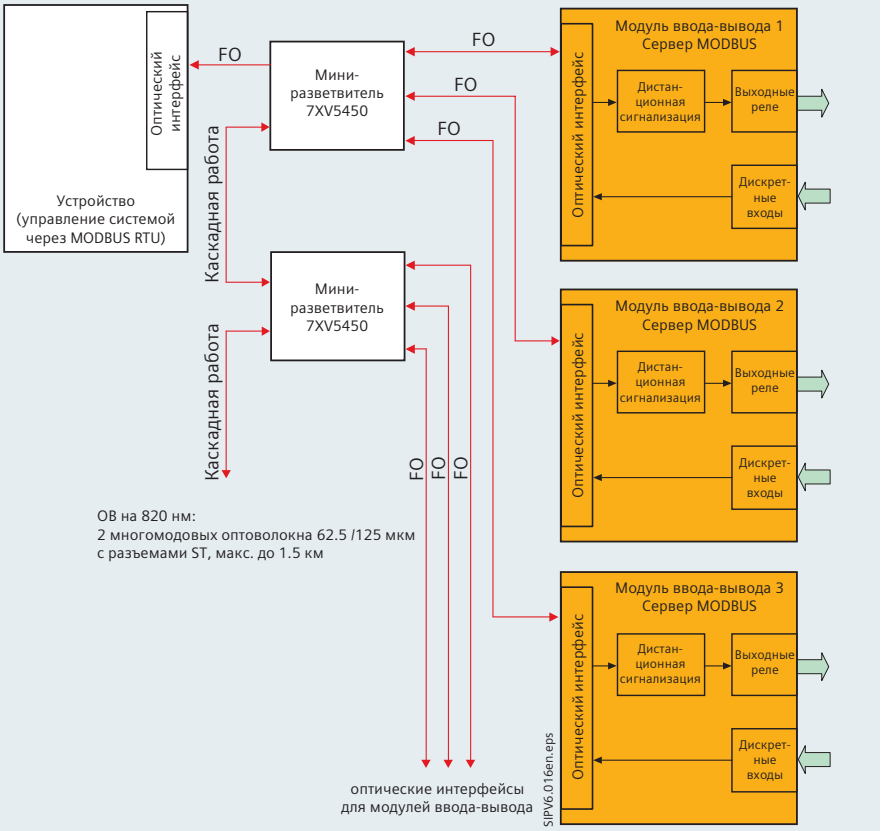



**Рис. 8/5** Увеличение количества входов и выходов при подключении контроллера подстанции, используя последовательную оптическую сеть со звездообразной топологией

8

### Блок умножения контактов

Входные сигналы на одном или более дискретных входов могут быть назначены дискретным выходным сигналам локального устройства (см. рис. 8/6):

- 1 дискретный сигнал на 6 выходных реле,
- несколько дискретных сигналов на несколько выходных реле, выбираемых пользователем.
- Имеются различные уровни напряжения для входов и выходов в широком диапазоне напряжений с целью выполнения развязки между различными уровнями напряжения.

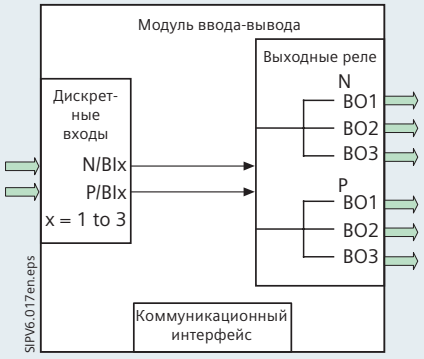



**Рис. 8/6** Блок размножения контактов

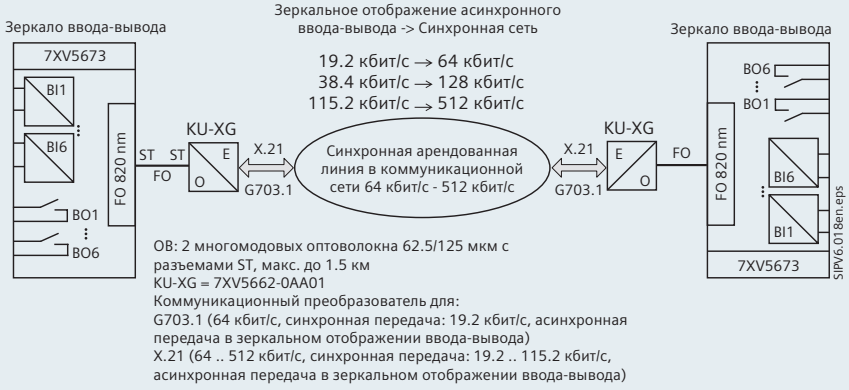



**Рис. 8/7** Обмен дискретными сигналами через коммуникационный преобразователь по интерфейсам G.703.1/X.21 по коммуникационной сети

### Варианты применения для удаленной передачи дискретных сигналов

#### Передача дискретного сигнала через сети обмена данными, используя интерфейсы G.703.1/X.21

На рисунке приведено оптическое подключение блока ввода/вывода к коммуникационному преобразователю (KU-XG) 7XV5662-0AA01, который устанавливает соединение с мультиплексором через интерфейсы G.703.1 или X.21. Это дает возможность использовать данный коммуникационный преобразователь для передачи сигналов через коммуникационную сеть. Среднее время задержки в сети и качество сигнала контролируются блоком ввода/вывода. В случае потери подключения выдается соответствующее сообщение. В этом случае, для дискретных выходов пользователем может быть установлено безопасное состояние в зависимости от их применения.

Через коммуникационную сеть может быть двунаправленно передано максимум 6 дискретных сигналов.

## Применение

### Передача дискретного сигнала через двужильный медный кабель с блокировкой

На рисунке приведено оптическое подключение блока ввода/вывода к коммуникационному преобразователю (KU-XG) 7XV5662-0AC01, который устанавливает соединение с мультиплексором через контрольный провод. Для реализации двунаправленного обмена необходима только одна пара.

Дополнительный изолирующий трансформатор позволяет выполнить развязку 20 кВ от места подключения контрольного провода.

Через контрольный провод может быть двунаправленно передано максимум 6 отдельных дискретных сигналов. Дополнительная задержка, вызванная передачей сигнала через коммуникационный преобразователь и контрольный провод, составляет менее 1 мс.

Типичный вариант применения такого типа передачи - схемы сравнения сигналов устройства направленной максимальной токовой защиты, реализуемой через контрольные провода. В этом случае, устройство максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени подключается к блоку ввода/вывода через контакты и дискретные входы, и осуществляется передача направленных сигналов.

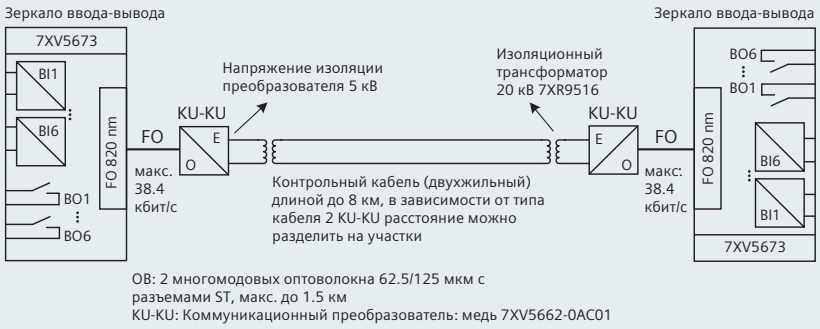



**Рис. 8/8** Обмен шестью дискретными сигналами через подключение с контрольным проводом

### Обмен дискретными сигналами по протяженным оптическим линиям

На рисунке приведено оптическое подключение блока ввода/вывода к последовательному оптическому повторителю 7XV5461-0BX00, который устанавливает соединение с многомодовыми или одномодовыми оптическими кабелями. В этом варианте подключения может быть охвачено максимальное расстояние соединения в 170 км без использования дополнительных усилителей.

Поскольку повторитель позволяет подключать два блока ввода/вывода, через такие протяженные длинные оптические соединения может передаваться максимум 12 дискретных сигналов.

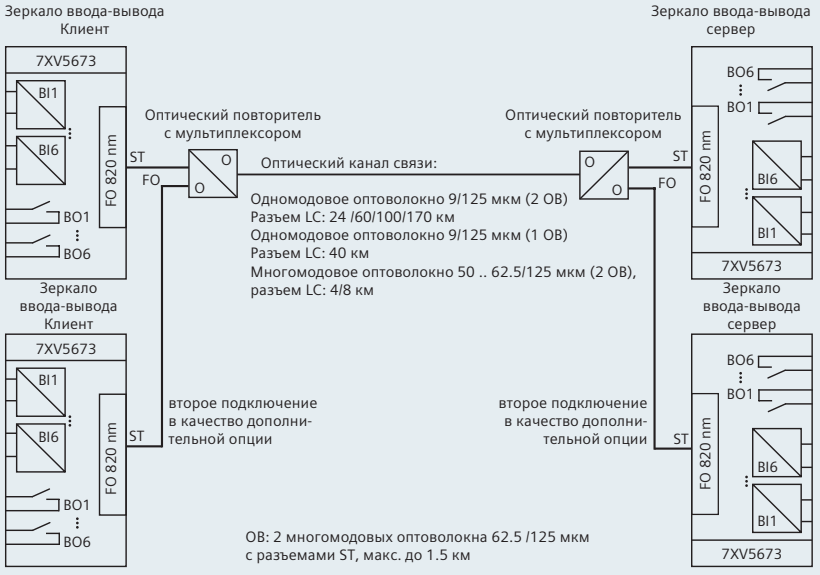
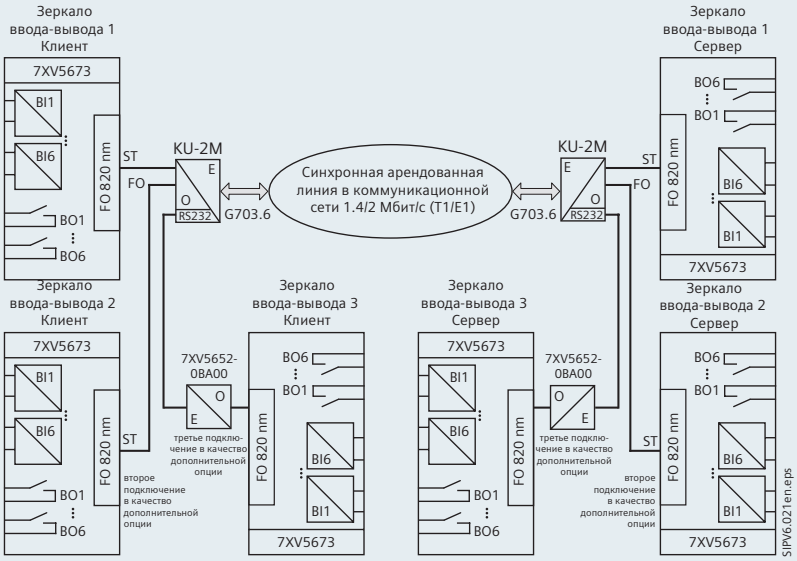



**Рис. 8/9** Обмен двенадцатью дискретными сигналами через подключение по протяженным оптическим линиям

### Передача дискретного сигнала через сети обмена данными, используя интерфейс G.703.6

На рисунке приведено оптическое подключение от 1 до 3 блоков ввода/вывода к коммуникационному преобразователю (KU-2M) 7XV5662-0AD00, который устанавливает соединение с мультиплексором через интерфейс G.703.6 (1.44 кбит/с / 2 Мбит/с, E1/T1).

Через коммуникационную сеть может быть двунаправленно передано максимум 18 отдельных дискретных сигналов. Коммуникационный преобразователь KU-2M имеет два оптических и один электрический интерфейс RS232. Два блока ввода/вывода могут быть непосредственно подключены через оптический кабель к блоку KU-2M. К интерфейсу RS232 может быть подключен дополнительный блок ввода/вывода через оптоэлектронный преобразователь. При использовании всех входных интерфейсов (2 оптических и 1 интерфейса RS232) преобразователя KU-2M могут двунаправленно передаваться максимум 18 сигналов. При передаче сигналов на длинные расстояния могут использоваться медиа-конвертеры Ethernet или сети Ethernet. Блок ввода/вывода имеет возможность ввода уставок IP-адреса и стандартного шлюза. Электрический интерфейс Ethernet блока ввода/вывода подключается к медиа-конвертеру или коммутатору, которые осуществляют передачу сигналов блоков на большие расстояния по Ethernet-соединениям. Среднее время задержки в сети измеряется блоком ввода/вывода.




OB: 2 многомодовых оптоволокна 62.5 /125 мкм с разъемами ST, макс. до 1.5 км
KU-2M = коммуникационные преобразователь 7XV5662-0AD00 для:
G703.6 (2 Мбит/с, синхронная передача: 115.2 кбит/с, асинхронная передача в зеркальном отображении ввода-вывода)

**Рис. 8/10** Обмен дискретными сигналами через коммуникационный преобразователь по интерфейсу G.703.6

### Настройка устройства

Блок ввода/вывода оборудован интегрированным веб-сервером, который позволяет выполнять несложную настройку с помощью стандартных интернет-браузеров. На рис. 13/62 показан интерфейс пользователя. Ввод всех уставок выполняется через браузер. Браузером поддерживаются файл регистрации эксплуатационных данных и инструменты ввода в эксплуатацию, а также сообщения о текущем состоянии входов и выходов.

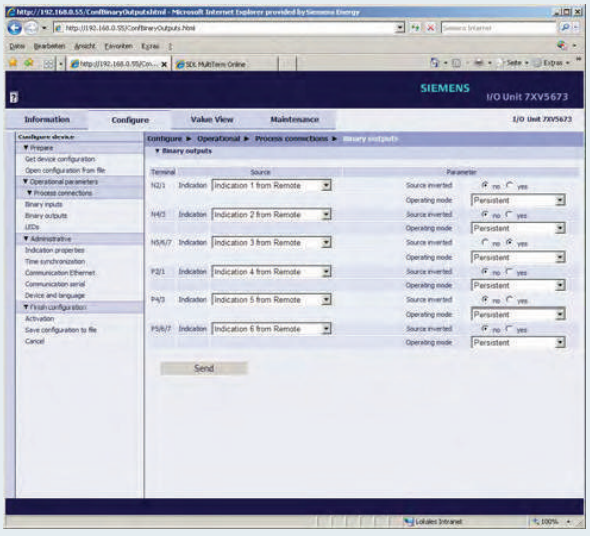



**Рис. 8/11** Окно настройки блока ввода/вывода в браузере

# 7XV5673 - блок ввода/вывода с 6 дискретными входами/выходами

## Данные для выбора и заказа устройства

| Описание | № заказа |
|---|---|
| **Блок ввода/вывода с интерфейсом Ethernet, RJ45 разъем** | **7XV5673-0JJ□0-□AA1** |
| **Последовательный интерфейс и коммуникационный протокол** | |
| Без последовательного обмена данными | 0 |
| RS485 – Modbus RTU, зеркало ввода/вывода | 1 |
| Оптич. 820 нм – Modbus RTU, зеркало ввода/вывода | 2 |
| **Коммуникационный интерфейс and коммуникационный протокол** | |
| Ethernet-интерфейс Modbus TCP/UDP или зеркало ввода/вывода | 1 |
| Ethernet-интерфейс с Modbus TCP/UDP, зеркало ввода/вывода или МЭК 61850 (GOOSE, MMS, отчеты) | 2 |
| **Дополнительно** | |
| Кабель типа Y | **7KE6000-8GD00-0BA2** |

8

SIEMENS

# Приложение
# SIPROTEC Compact

# Приложение


| | Страница |
|---|---|
| Таблица выбора устройств | 9/3 |
| Пример заказа и принадлежности | 9/11 |
| Данные для выбора и заказа | 9/12 |
| Размеры | 9/13 |
| Правовые моменты | 9/14 |

## Таблица выбора устройств SIPROTEC

| | Функции устройств | | | Дистанционная защита | | | | | | | Дифференциальная защита линий | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Семейство устройств | SIPROTEC 4 | | | | SIPROTEC 5 | | | SIPROTEC серии 600 | SIPROTEC 4 | | SIPROTEC 5 | | |
| ANSI | Siemens-функция (нем.) | Сокр. | Тип | 7SA522 | 7SA61 | 7SA63 | 7SA64 | 7SA84 | 7SA86 | 7SA87 | 7SD60 | 7SD610 | 7SD5 | 7SD84 | 7SD86 | 7SD87 |
| | Функции защиты для 3-фазного срабатывания | 3-пол. | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Функции защиты для 1-фазного срабатывания | 1-пол. | | ● | ● | ● | ● | — | — | ■ | — | ● | — | — | ■ | — |
| 14 | Блокировка ротора | $I>$ + n< | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 21 | Дистанционная защита | Z< | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | — | ● | — | — | — | — |
| FL | Определение места повреждения | FO | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | — | ● | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 24 | Защита от перевозбуждения | $U$/f | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 25 | Контроль синхронизма, функция улавливания синхронизма | Sync | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | — | — | ● | ● | ● | ● |
| 27 | Защита от снижения напряжения | $U<$ | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | — | ● | ● | ● | ● | ● |
| 27TN/59TN | 100-процентная защита от замыкания обмотки статора на землю (по третьей гармонике) | $U_0<,>$ (3. Harm.) | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 32 | Контроль направления мощности | P>, P< | | ■ | ■ | ■ | ■ | ● | ● | ● | — | ■ | ● | ● | ● | ● |
| 37 | Минимальный ток, минимальная мощность | $I<$, P< | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 38 | Контроль температуры | Θ> | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 40 | Защита от недовозбуждения | $1/X_D$ | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 46 | Защита от несимметричной нагрузки | $I_2^2$ t > | | — | — | — | — | ● | ● | ● | — | — | ● | ● | ● | ● |
| 47 | Контроль чередования фаз | L1, L2, L3 | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | — | — | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 48 | Контроль времени выбега | $I^2_{anl}$ | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 49 | Защита от тепловой перегрузки | θ, $I^2$t | | — | ■ | ■ | ■ | ● | ● | ● | — | ■ | ● | ● | ● | ● |
| 50 | Максимальная токовая защита с независимой выдержкой времени | $I>$ | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ● | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 50Ns | Чувствительная защита от замыканий на землю | $I_{Ns}>$ | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | — | ● | ● | ● | ● | ● |
| 50L | Защита от скачков нагрузки | $I>_L$ | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 50BF | УРОВ | LSVS | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ■ | ● | ● | ● | ● |
| 51 | МТЗ с обратнозависимой выдержкой времени | $I_P$ | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | — | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 55 | Коэффициент мощности cos φ | cos j | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | — | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 59 | Защита от повышения напряжения | $U>$ | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | — | ● | ● | ● | ● | ● |
| 59R, 27R | Защита по скорости изменения напряжения | d$U$/dt | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 64 | Защита от замыканий на землю (электрических машин) | | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 66 | Блокировка повторного включения | $I^2$t | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 67 | Направленная МТЗ с выдержкой времени | $I>$, ∠ ($U$,$I$) | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | — | — | ● | ● | ● | ● |

■ базовая функция ● опция — недоступно

1) в стадии подготовки
2) через CFC

**Таблица 9/1** Таблица выбора устройств SIPROTEC

# Приложение

## Таблица выбора устройств SIPROTEC

| | Функции устройств | | | Комбинированная дифференциальная защита линий и дистанционная защита | | Максимальная токовая защита с выдержкой времени/ защита ответвлений | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Семейство устройств | SIPROTEC 5 | | SIPROTEC easy | | SIPROTEC серии 600 | | SIPROTEC 4 | |
| ANSI | Siemens-функция (нем.) | Сокр. | Тип | 7SL86 | 7SL87 | 7SJ45 | 7SJ46 | 7SJ600 | 7SJ602 | 7SJ61 | 7SJ62 |
| | Функции защиты для 3-фазного срабатывания | 3-фаз. | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Функции защиты для 1-фазного срабатывания | 1-фаз. | | — | ■ | — | — | — | — | — | — |
| 14 | Блокировка ротора | $I>$ + n< | | — | — | — | — | — | — | ● | ● |
| 21 | Дистанционная защита | Z< | | ■ | ■ | — | — | — | — | — | — |
| FL | Определение места повреждения | FO | | ■ | ■ | — | — | — | — | — | ● |
| 24 | Защита от перевозбуждения | $U$/f | | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 25 | Контроль синхронизма, функция улавливания синхронизма | Sync | | ● | ● | — | — | — | — | — | ● |
| 27 | Защита от снижения напряжения | $U<$ | | ● | ● | — | — | — | — | — | ● |
| 27TN/59TN | 100-процентная защита от замыкания обмотки статора на землю (по третьей гармонике) | $U_0<,>$ (3. Harm.) | | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 32 | Контроль направления мощности | P>, P< | | ● | ● | — | — | — | — | — | ● |
| 37 | Минимальный ток, минимальная мощность | $I<$, P< | | — | — | — | — | — | ■ | ■ | ■ |
| 38 | Контроль температуры | Θ> | | — | — | — | — | — | ● | ● | ● |
| 40 | Защита от недовозбуждения | $1/X_D$ | | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 46 | Защита от несимметричной нагрузки | $I_2^2$ t > | | ● | ● | — | — | — | — | — | — |
| 47 | Контроль чередования фаз | L1, L2, L3 | | ■ | ■ | — | — | — | — | ■ | ■ |
| 48 | Контроль времени выбега | $I^2_{anl}$ | | — | — | — | — | — | — | ● | ● |
| 49 | Защита от тепловой перегрузки | θ, $I^2$t | | ● | ● | — | — | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 50 | МТЗ с независимой выдержкой времени | $I>$ | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 50Ns | Чувствительная защита от замыканий на землю | $I_{Ns}>$ | | ● | ● | — | — | — | ● | ● | ● |
| 50L | Защита от скачков нагрузки | $I>_L$ | | — | — | — | — | — | | ● | ● |
| 50BF | УРОВ | LSVS | | ● | ● | — | — | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 51 | МТЗ с обратнозависимой выдержкой времени | $I_P$ | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 55 | Коэффициент мощности cos φ | cos j | | ■ | ■ | — | — | — | — | — | ■ [2], ● |
| 59 | Защита от повышения напряжения | $U>$ | | ● | ● | — | — | — | — | — | ● |
| 59R, 27R | Защита по скорости изменения напряжения | d$U$/dt | | — | — | — | — | — | — | — | ● |
| 64 | Защита от замыканий на землю (электрических машин) | | | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 66 | Блокировка повторного включения | $I^2$t | | — | — | — | — | — | ● | ● | ● |
| 67 | Направленная максимальная токовая защита с выдержкой времени | $I>$, ∠ ($U$,$I$) | | ● | ● | — | — | — | — | — | ● |

■ базовая функция ● опция — недоступно

1) в стадии подготовки

2) через CFC

9

## Таблица выбора устройств SIPROTEC

| | Функции устройств | | | Максимальная токовая защита с выдержкой времени/ защита ответвлений | | | Защита генераторов и электро-двигателей | | Защита трансфор-маторов | | | Защита сборных шин | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Семейство устройств | SIPROTEC 4 | | SIPROTEC 5 | SIPROTEC 4 | | SIPROTEC 4 | | | SIPROTEC серии 600 | SIPROTEC 4 |
| ANSI | Siemens-функция (нем.) | Сокр. | Тип | 7SJ63 | 7SJ64 | 7SJ85[1] | 7UM61 | 7UM62 | 7UT612 | 7UT613 | 7UT63 | 7SS60 | 7SS52 |
| | Функции защиты для 3-полюсного срабатывания | 3-фаз. | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Функции защиты для 1-полюсного срабатывания | 1-фаз. | | — | — | — | — | — | — | — | — | ■ | — |
| 14 | Блокировка ротора | $I>$ + n< | | ● | ● | — | ● | ● | — | — | — | — | — |
| 21 | Дистанционная защита | Z< | | — | — | — | — | ● | — | — | — | — | — |
| FL | Определение места повреждения | FO | | ● | ● | ● | — | — | — | — | — | — | — |
| 24 | Защита от перевозбуждения | $U$/f | | — | — | — | ● | ● | — | ● | ● | — | — |
| 25 | Контроль синхронизма, функция улавливания синхронизма | Sync | | — | ● | ● | — | — | — | — | — | — | — |
| 27 | Защита от снижения напряжения | $U<$ | | ● | ● | ● | ■ | ■ | — | ● | ● | — | — |
| 27TN/59TN | 100-процентная защита от замыкания обмотки статора на землю (по третьей гармонике) | $U_0<,>$ (3. Harm.) | | — | — | — | — | ● | — | — | — | — | — |
| 32 | Контроль направления мощности | P>, P< | | — | ● | ● | ● | ● | — | ● | ● | — | — |
| 37 | Минимальный ток, минимальная мощность | $I<$, P< | | ■[2] | ■ | ■[2] | ● | ● | — | — | — | — | — |
| 38 | Контроль температуры | Θ> | | ● | ● | — | ● | ● | ● | ● | ● | — | — |
| 40 | Защита от недовозбуждения | $1/X_D$ | | — | — | — | ● | ● | — | — | — | — | — |
| 46 | Защита от несимметричной нагрузки | $I_2^2$ t > | | — | — | — | ● | ● | ● | ● | ● | — | — |
| 47 | Контроль чередования фаз | L1, L2, L3 | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | — | — |
| 48 | Контроль времени выбега | $I^2_{anl}$ | | ● | ● | — | ● | ● | — | — | — | — | — |
| 49 | Защита от тепловой перегрузки | θ, $I^2$t | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ● | ● | ● | — | — |
| 50 | МТЗ с независимой выдержкой времени | $I>$ | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | — | ● |
| 50Ns | Чувствительная защита от замыканий на землю | $I_{Ns}>$ | | ● | ● | — | ■ | ■ | — | — | — | — | — |
| 50L | Защита от скачков нагрузки | $I>_L$ | | ● | ● | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 50BF | УРОВ | LSVS | | ■ | ■ | ● | | | ● | ● | ● | — | ■ |
| 51 | МТЗ с обратнозависимой выдержкой времени | $I_P$ | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ● | ● | ● | — | ● |
| 55 | Коэффициент мощности cos φ | cos j | | ■[2] | ■[2], ● | ●[2] | ● | ● | ■ | ■ | ■ | — | — |
| 59 | Защита от повышения напряжения | $U>$ | | ● | ● | ● | ● | ● | — | ● | ● | — | — |
| 59R, 27R | Защита по скорости изменения напряжения | d$U$/dt | | — | ● | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 64 | Защита от замыканий на землю (электрических машин) | | | — | — | — | ■ | ■ | — | — | — | — | — |
| 66 | Блокировка повторного включения | $I^2$t | | ● | ● | — | ● | ● | — | — | — | — | — |
| 67 | Направленная максимальная токовая защита с выдержкой времени | $I>$, ∠ ($U$,$I$) | | ● | ● | ● | ■ | ■ | — | — | — | — | — |

■ базовая функция ● опция — недоступно

1) в стадии подготовки
2) через CFC

# Приложение

## Таблица выбора устройств SIPROTEC

| | Функции устройств | | | Полевое устройство управления | | | | | Управление выключа-телями | | Устройство параллель-ной защиты | Защита напряже-ния и частоты |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Семейство устройств | SIPROTEC 4 | | | SIPROTEC 5 | | SIPROTEC 4 | SIPROTEC 5 | SIPROTEC 4 | SIPROTEC серии 600 |
| ANSI | Siemens-функция (нем.) | Сокр. | Тип | 6MD61 | 6MD63 | 6MD66 | 6MD85[1] | 6MD86[1] | 7VK61 | 7VK87 | 7VE6 | 7RW60 |
| | Функции защиты для 3-фазного срабатывания | 3-фаз. | | — | — | — | — | ● | ■ | ■ | ● | ■ |
| | Функции защиты для 1-фазного срабатывания | 1-фаз. | | — | — | — | — | ● | ■ | ■ | — | — |
| 14 | Блокировка ротора | $I>$ + n< | | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 21 | Дистанционная защита | Z< | | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| FL | Определение места повреждения | FO | | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 24 | Защита от перевозбуждения | $U$/f | | — | — | — | — | — | — | — | — | ● |
| 25 | Контроль синхронизма, функция улавливания синхронизма | Sync | | — | — | ● | ● | ● | ● | ■ | ■ | — |
| 27 | Защита от снижения напряжения | $U<$ | | — | — | — | — | — | ● | ● | ● | ■ |
| 27TN/59TN | 100-процентная защита от замыкания обмотки статора на землю (по третьей гармонике) | $U_0<,>$ (3. Harm.) | | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 32 | Контроль направления мощности | P>, P< | | — | — | — | — | — | — | ● | — | — |
| 37 | Минимальный ток, минимальная мощность | $I<$, P< | | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 38 | Контроль температуры | Θ> | | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 40 | Защита от недовозбуждения | $1/X_D$ | | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 46 | Защита от несимметричной нагрузки | $I_2^2$ t > | | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 47 | Контроль чередования фаз | L1, L2, L3 | | — | — | — | — | — | — | — | — | ■ |
| 48 | Контроль времени выбега | $I^2_{anl}$ | | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 49 | Защита от тепловой перегрузки | θ, $I^2$t | | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 50 | Максимальная токовая защита с независимой выдержкой времени | $I>$ | | — | — | — | — | — | ● | ● | — | — |
| 50Ns | Чувствительная защита от замыканий на землю | $I_{Ns}>$ | | — | — | — | — | — | — | ● | — | — |
| 50L | Защита от скачков нагрузки | $I>_L$ | | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 50BF | Защита от отказов выключателей | LSVS | | — | — | ● | — | — | ■ | ■ | — | — |
| 51 | Максимальная токовая защита с выдержкой времени, зависимой от | $I_P$ | | — | — | — | — | — | ● | ● | — | — |
| 55 | Коэффициент мощности cos φ | cos j | | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| 59 | Защита от повышения напряжения | $U>$ | | — | — | — | — | — | ● | ● | ● | ■ |
| 59R, 27R | Защита по скорости изменения напряжения | d$U$/dt | | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 64 | Защита от замыканий на землю (электрических машин) | | | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 66 | Блокировка повторного включения | $I^2$t | | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 67 | Направленная максимальная токовая защита с выдержкой времени | $I>$, ∠ ($U$,$I$) | | — | — | — | — | — | — | ● | — | — |

■ базовая функция ● опция — недоступно

1) в стадии подготовки
2) через CFC

9

## Таблица выбора устройств SIPROTEC

| | Функции устройств | | | Дистанционная защита | | | | | | | Дифференциальная защита линий | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Семейство устройств | SIPROTEC 4 | | | | SIPROTEC 5 | | | SIPROTEC серии 600 | SIPROTEC 4 | | SIPROTEC 5 | | |
| ANSI | Siemens-функция (нем.) | Сокр. | Тип | 7SA522 | 7SA61 | 7SA63 | 7SA64 | 7SA84 | 7SA86 | 7SA87 | 7SD60 | 7SD610 | 7SD5 | 7SD84 | 7SD86 | 7SD87 |
| 67Ns | Чувствительная защита от замыканий на землю в сетях с изолированной (незаземленной) нейтралью | $I_N>$, ($U$,$I$) | | ● | ● | ● | ● | ●1) | ●1) | ●1) | — | — | ● | ● | ● | ● |
| 68 | Блокировка при качаниях | ΔZ/Δt | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | — | — | ● | — | — | — |
| 74TC | Контроль цепи отключения | AKU | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | — | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 78 | Защита от асинхронного хода | ΔZ/Δt | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | — | — | ● | — | — | — |
| 79 | Автоматическое повторное включение | AWE | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | — | ● | ● | ● | ● | ● |
| 81 | Защита по частоте | $f<$, $f>$ | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | — | ● | ● | ● | ● | ● |
| | Защита по скачку вектора | $\Delta\varphi_U>$ | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 81LR | Подключение нагрузки | LZ | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 85 | Способы передачи информации | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | — | — | — |
| 86 | Блокировка включения | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | — | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 87 | Дифференциальная защита | ΔI | | — | — | — | — | — | — | — | ■ | ■ | ■ | | ■ | ■ |
| 87N | Дифференциальная защита от замыканий на землю | $\Delta I_N$ | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | Обнаружение обрыва провода (в том числе для дифференциальной защиты) | | | — | — | — | — | — | — | — | — | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 90V | Регулятор | | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| PMU | Функция измерения параметров векторов | PMU | | — | — | — | — | ●1) | ●1) | ●1) | — | — | — | ●1) | ●1) | ●1) |
| | Дополнительные функции | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Измеряемые значения | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Статистика переключений | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | — | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Редактор логики | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | — | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Распознавание тока включения | | | — | — | — | — | ■ | ■ | ■ | ● | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Подключение внешних устройств | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Управление | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | — | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Запись осциллограмм повреждений, аналоговых и дискретных сигналов | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Контроль | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Интерфейс данных защиты | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | — | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

■ базовая функция ● опция — недоступно

1) в стадии подготовки
2) через CFC

# Приложение

## Таблица выбора устройств SIPROTEC

| | Функции устройств | | | Комбинированная дифференциальная защита линий и дистанционная защита | | Максимальная токовая защита с выдержкой времени/ защита ответвлений | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Семейство устройств | SIPROTEC 5 | | SIPROTEC easy | | SIPROTEC серии 600 | | SIPROTEC 4 | |
| ANSI | Siemens-функция (нем.) | Сокр. | Тип | 7SL86 | 7SL87 | 7SJ45 | 7SJ46 | 7SJ600 | 7SJ602 | 7SJ61 | 7SJ62 |
| 67Ns | Чувствительная защита от замыканий на землю в сетях с изолированной (незаземленной) нейтралью | $I_N$>, ⊠ (*U*,*I*) | | ●1) | ●1) | — | — | — | ● | — | ● |
| 68 | Блокировка при качаниях | ΔZ/Δt | | ● | ● | — | — | — | — | — | — |
| 74TC | Контроль цепи отключения | AKU | | ■ | ■ | — | — | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 78 | Защита от асинхронного хода | ΔZ/Δt | | ● | ● | — | — | — | — | — | — |
| 79 | Автоматическое повторное включение | AWE | | ● | ● | — | — | ● | ● | ● | ● |
| 81 | Защита по частоте | *f*<, *f*> | | ● | ● | — | — | — | — | — | ● |
| | Защита по скачку вектора | $\Delta\varphi_U$> | | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 81LR | Подключение нагрузки | LZ | | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 85 | Способы передачи информации | | | ■ | ■ | — | — | — | — | — | — |
| 86 | Блокировка включения | | | ■ | ■ | — | — | — | — | ■ | ■ |
| 87 | Дифференциальная защита | ΔI | | ■ | ■ | — | — | — | — | — | — |
| 87N | Дифференциальная защита от замыканий на землю | $\Delta I_N$ | | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | Обнаружение обрыва провода (в том числе для дифференциальной защиты) | | | ■ | ■ | — | — | — | — | — | — |
| 90V | Регулятор | | | — | — | — | — | — | — | — | — |
| PMU | Функция измерения параметров векторов | PMU | | ●1) | ●1) | — | — | — | — | — | — |
| | Дополнительные функции | | | | | | | | | | |
| | Измеряемые значения | | | ■ | ■ | — | — | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Статистика переключений | | | ■ | ■ | — | — | — | — | ■ | ■ |
| | Редактор логики | | | ■ | ■ | — | — | — | — | ■ | ■ |
| | Распознавание тока включения | | | ■ | ■ | — | — | — | — | ■ | ■ |
| | Подключение внешних устройств | | | ■ | ■ | — | — | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Управление | | | ■ | ■ | — | — | — | — | ■ | ■ |
| | Запись осциллограмм повреждений, аналоговых и дискретных сигналов | | | ■ | ■ | — | — | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Контроль | | | ■ | ■ | — | — | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Интерфейс данных защиты | | | ■ | ■ | — | — | — | — | — | — |

■ базовая функция ● опция — недоступно

1) в стадии подготовки
2) через CFC

## Таблица выбора устройств SIPROTEC

| | Функции устройств | | | Максимальная токовая защита с выдержкой времени/ защита ответвлений | | | Защита генераторов и электро-двигателей | | Защита трансфор-маторов | | | Защита сборных шин | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Семейство устройств | SIPROTEC 4 | | SIPROTEC 5 | SIPROTEC 4 | | SIPROTEC 4 | | | SIPROTEC серии 600 | SIPROTEC 4 |
| ANSI | Siemens-функция (нем.) | Сокр. | Тип | 7SJ63 | 7SJ64 | 7SJ85 [1] | 7UM61 | 7UM62 | 7UT612 | 7UT613 | 7UT63 | 7SS60 | 7SS52 |
| 67Ns | Чувствительная защита от замыканий на землю в сетях с изолированной (незаземленной) нейтралью | $I_N$>, (*U*,*I*) | | ● | ● | — | ■ | ■ | — | — | — | — | — |
| 68 | Блокировка при качаниях | ΔZ/Δt | | — | — | — | — | ● | — | — | — | — | — |
| 74TC | Контроль цепи отключения | AKU | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | — | — |
| 78 | Защита от асинхронного хода | ΔZ/Δt | | — | — | — | — | ● | — | — | — | — | — |
| 79 | Автоматическое повторное включение | AWE | | ● | ● | ● | — | — | — | — | — | — | — |
| 81 | Защита по частоте | *f*<, *f*> | | ● | ● | ● | ■ | ■ | — | ● | ● | — | — |
| | Защита по скачку вектора | $\Delta\varphi_U$> | | — | — | — | ● | ● | — | — | — | — | — |
| 81LR | Подключение нагрузки | LZ | | — | — | — | | | — | — | — | — | — |
| 85 | Способы передачи информации | | | — | — | ● | — | — | — | — | — | — | — |
| 86 | Блокировка включения | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | — | — | — | ■ | — |
| 87 | Дифференциальная защита | ΔI | | — | — | — | — | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 87N | Дифференциальная защита от замыканий на землю | $\Delta I_N$ | | — | — | — | — | ● | ● | ● | ● | — | — |
| | Обнаружение обрыва провода (в том числе для дифференциальной защиты) | | | — | — | ■ | — | — | ■ | ■ | ■ | — | — |
| 90V | Регулятор | | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| PMU | Функция измерения параметров векторов | PMU | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | Дополнительные функции | | | | | | | | | | | | |
| | Измеряемые значения | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Статистика переключений | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | — | — |
| | Редактор логики | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | — | ■ |
| | Распознавание тока включения | | | ■ | ■ | ■ | — | ● | ■ | ■ | ■ | — | — |
| | Подключение внешних устройств | | | ■ [2] | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | — | ■ |
| | Управление | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | — | — |
| | Запись осциллограмм повреждений, аналоговых и дискретных сигналов | | | ■ | ■ | ■ | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Контроль | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Интерфейс данных защиты | | | — | — | ● | — | — | — | — | — | — | — |

■ базовая функция ● опция — недоступно

1) в стадии подготовки

2) через CFC

# Приложение

## Таблица выбора устройств SIPROTEC

| | Функции устройств | | | Полевое устройство управления | | | | | Управление выключа-телями | | Устройство паралель-ной защиты | Защита напряжения и частоты |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Семейство устройств | SIPROTEC 4 | | | SIPROTEC 5 | | SIPROTEC 4 | SIPROTEC 5 | SIPROTEC 4 | SIPROTEC серии 600 |
| ANSI | Siemens-функция (нем.) | Сокр. | Тип | 6MD61 | 6MD63 | 6MD66 | 6MD85 [1] | 6MD86 [1] | 7VK61 | 7VK87 | 7VE6 | 7RW60 |
| 67Ns | Чувствительная защита от замыканий на землю в сетях с изолированной (незаземленной) нейтралью | $I_N>$, $(U,I)$ | | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 68 | Блокировка при качаниях | ΔZ/Δt | | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 74TC | Контроль цепи отключения | AKU | | — | — | — | — | — | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 78 | Защита от асинхронного хода | ΔZ/Δt | | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 79 | Автоматическое повторное включение | AWE | | — | — | ● | — | — | ■ | ■ | — | — |
| 81 | Защита по частоте | $f<$, $f>$ | | — | — | — | — | — | — | ● | ● | ■ |
| | Защита по скачку вектора | $\Delta\varphi_U>$ | | — | — | — | — | — | — | — | ● | — |
| 81LR | Подключение нагрузки | LZ | | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 85 | Способы передачи информации | | | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 86 | Блокировка включения | | | — | — | — | — | — | ■ | ■ | — | — |
| 87 | Дифференциальная защита | ΔI | | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 87N | Дифференциальная защита от замыканий на землю | $\Delta I_N$ | | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | Обнаружение обрыва провода (в том числе для дифференциальной защиты) | | | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 90V | Регулятор | | | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| PMU | Функция измерения параметров векторов | PMU | | — | — | — | ●1) | ●1) | — | ●1) | — | — |
| | Дополнительные функции | | | | | | | | | | | |
| | Измеряемые значения | | | ● | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Статистика переключений | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | — |
| | Редактор логики | | | — | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ | — |
| | Распознавание тока включения | | | — | — | — | — | — | — | ■ | — | — |
| | Подключение внешних устройств | | | — | — | — | — | — | ■ | ■ | ● | ● |
| | Управление | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | — |
| | Запись осциллограмм повреждений, аналоговых и дискретных сигналов | | | ■ | ■ | ● | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Контроль | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Интерфейс данных защиты | | | — | — | — | ● | ● | — | ● | — | — |

■ базовая функция ● опция — недоступно

1) в стадии подготовки
2) через CFC

## Пример заказа и принадлежности

### Пример заказа

| Поз. | Описание | № для заказа | Сокращенное обозначение |
|---|---|---|---|
| | | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 | |
| | | 7RW80 2 0 - 5 E C 9 6 - 1 D A 0 + L 0 G | |
| 6 | Входы/выходы: 7 ДВх / 8 ДВых, 1 контакт готовности | 2 | |
| 8 | Питание: DC 60–250 В, AC 115–230 В | 5 | |
| 9 | Конструктивное исполнение: корпус для утопленного монтажа, винтовые зажимы | E | |
| 10 | Регион: США, язык английский (США), 60 Гц, ANSI | C | |
| 11 | Связь: системный интерфейс: DNP 3.0, RS485 | 9 | L 0 G |
| 12 | Связь: интерфейс Ethernet (DIGSI, без МЭК 61850) | 6 | |
| 13 | Измерения / осциллограммы повреждений: расширенные измерения и осциллограммы повреждений | 1 | |
| 14/15 | Функции защиты: базовый набор функций защиты по частоте и напряжению | D A | |

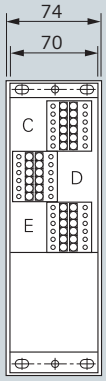
### Принадлежности

| Описание продукта | Варианты | № для заказа |
|---|---|---|
| **DIGSI 4** | **Basis (**базовый**)** | **7XS5400-0AA00** |
| Программное обеспечение для конфигурации устройств релейной защиты фирмы Siemens и для управления ими.<br>Программа работает под управлением ОС MS Windows 2000/XP Professional Edition/Vista | Лицензия на 10 компьютеров, поставляется на CD-ROM (активация путем ввода серийного номера) | |
| | **Professional (**профессиональный**)**<br>DIGSI 4 Basis<br>+ SIGRA (анализ осциллограмм нарушений)<br>+ редактор CFC (редактор логики)<br>+ редактор дисплея<br>+ DIGSI 4 REMOTE | **7XS5402-0AA00** |
| | **Professional +** МЭК **61850**<br>Полная версия<br>Версия Professional + дополнительно системный конфигуратор МЭК 61850 | **7XS5403-0AA00** |
| Зажимы | | |
| Блок зажимов C или E для цепей напряжения<br>Блок зажимов D для цепей напряжения (исполнение для другой стороны)<br>Перемычки для зажимов (6 штук) | | **C53207-A406-D181-1**<br>**C53207-A406-D182-1**<br>**C53207-A406-D194-1** |
| Стандартный USB-кабель (тип A – тип B) | | можно купить в специализированном магазине |
| Монтажная консоль | Позволяет осуществлять навесной монтаж устройств с корпусом для вставного монтажа | **C53207-A356-D850-1** |
| Комплект монтажных уголков для **19**-дюймовой рамы | | **C73165-A63-D200-1** |

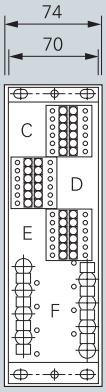
# Приложение

## Данные для выбора и заказа

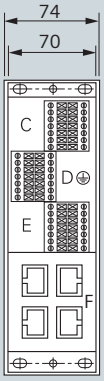
| Описание | № для заказа |
|---|---|
| **SIGRA 4**<br>Пакет программного обеспечения для графического представления, анализа и оценки осциллограмм повреждений и записей измеренных значений ПО работает под управлением ОС MS Windows 2000/XP Professional Edition и включает в себя примеры, онлайн-руководство и сервис (обновление оборудования и ПО, горячая линия, рассылка новостей)<br>Языки ПО:<br>немецкий, английский, французский, испанский, итальянский, китайский, русский, турецкий (по выбору), включая мультимедиа-пособие на отдельном CD<br>SIGRA 4 можно использовать с ПО DIGSI для записей в формате COMTRADE или без него;<br>ПО можно использовать с оборудованием других производителей<br>Лицензия для 10 компьютеров на CD-ROM (активация путем ввода серийного номера) | |
| **SIGRA 4** для **DIGSI**<br>Лицензия для 10 компьютеров на CD-ROM<br>(активация путем ввода серийного номера) | **7XS5410-0AA00** |
| **SIGRA 4 Scientific**<br>Пакет программного обеспечения для графического представления, анализа и оценки осциллограмм повреждений и записей измеренных значений<br>Онлайн-руководство | **7XS5416-1AA00** |
| **Stand Alone Version**<br>Инсталляция без DIGSI на DIGSI 4, CD-ROM (активация путем ввода серийного номера)<br>только для научных учреждений (университеты, лаборатории) | **7XS5416-0AA00** |
| **Trial SIGRA 4**<br>Демо-версияСоответствует Stand Alone Version (испытательный срок 30 дней), на CD-ROM | **7XS5411-1AA00** |
| **Trial -> Stand Alone SIGRA 4**<br>Аналогично Stand Alone Version<br>Для клиентов, желающих получить полную демо-версию, на CD-ROM | **7XS5416-2AA00** |



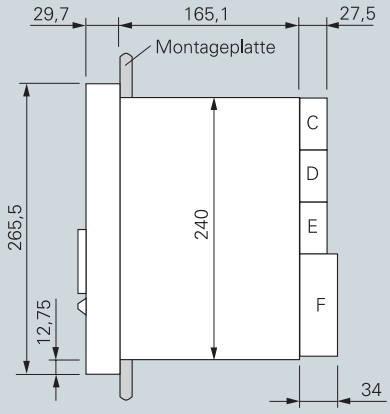

Вид сзади 7RW80



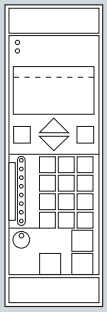

Вид сзади 7SJ80, 7SK80 и 7SD80



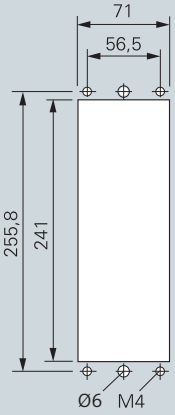

Вид сзади 7SJ81



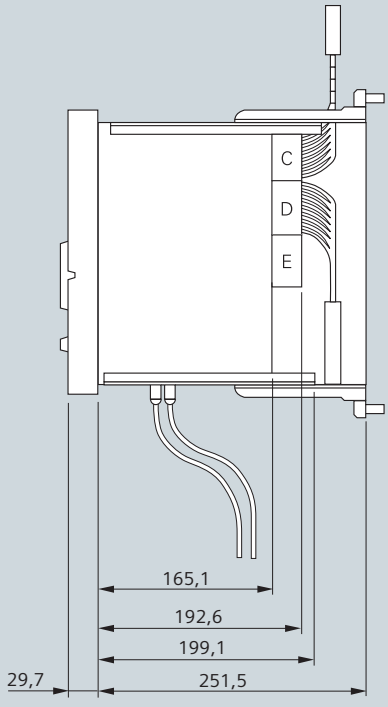

Вид сбоку



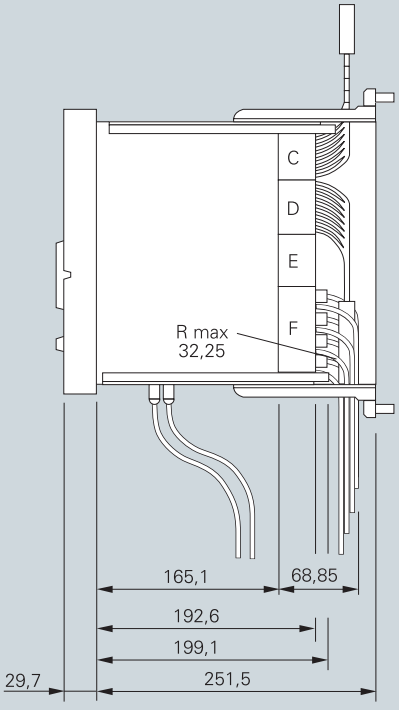
Вид спереди



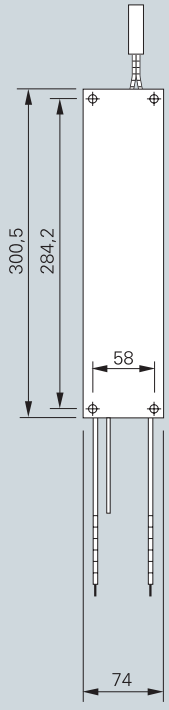

Размеры отверстий в щите




Вид сбоку 7RW80




Вид сбоку 7SJ8, 7SK8, 7SD80

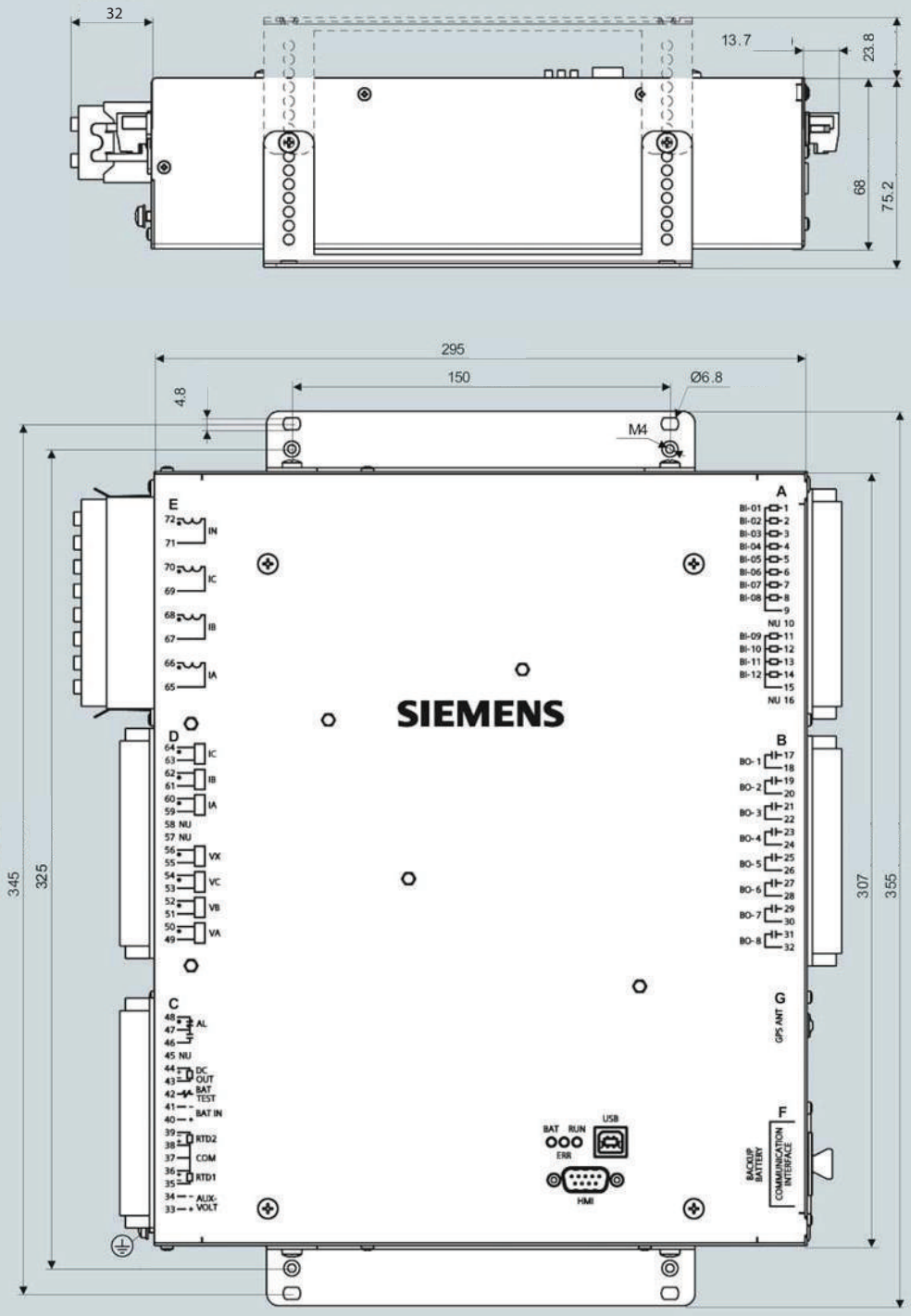



Вид спереди

# Приложение

## Размеры

Размеры 7SC80




Примечание: размеры указаны в мм.

9

### Декларация о соответствии

Продукция соответствует предписанию Совета ЕС об унификации правовых актов государств-участников по электромагнитной совместимости (директива 89/336/EWG) и соответствующего электрооборудования, используемого в рамках определенного диапазона напряжений (директива ЕС по низковольтному оборудованию 73/23/EWG).

Данная декларация о соответствии принята по результатам испытаний, проведенных компанией Siemens AG согласно статье 10 директивы, а также в соответствии с отраслевыми стандартами EN 50081/EN 50082 (для директивы EMV) и стандартом EN 60255-6 (для директивы по низковольтному оборудованию).

Устройство разработано и произведено в соответствии с нормами электромагнитной совместимости для использования в промышленности.

Изделие отвечает требованиям международных норм МЭК 60255 и национальных норм DIN 57435, часть 303 (соответствует VDE 0435, часть 303).

– дискретные входы

– систему АСУТ ТП

– программное обеспечение DIGSI 4.

### Ограничение ответственности

Данный документ перед изданием прошел тщательную техническую проверку. Документ периодически перерабатывается, соответствующие изменения и дополнения вносятся в текст очередного издания.

Содержание данного документа исключительно информационное. Компания Siemens AG делает все возможное, для того чтобы документ был точным и актуальным, и не несет ответственности за возможный ущерб, возникший в результате использования сведений, содержащихся в документе. Содержание документа не может быть частью договора или деловых отношений. Все обязательства Siemens AG могут проистекать только из договоров и соглашений. Siemens AG оставляет за собой право на периодическое изменение данного документа.

Версия документа: 03

Дата издания: 01.2015

Версия описанного продукта: V 4.x

### Авторские права

Copyright © Siemens AG 2015. Все права защищены. Переработка, тиражирование, распространение и передача третьим лицам всего документа или его частей не допускаются без письменного разрешения Siemens AG.

В случаях выдачи патентов, регистрации промышленных моделей или образцов все права принадлежат Siemens AG.

### Зарегистрированные торговые марки

SIPROTEC, DIGSI, SIGUARD, SIMEAS и SICAM являются зарегистрированными торговыми марками компании Siemens AG. Любое неавторизованное их использование запрещено. Все другие обозначения в данном документе могут быть торговыми марками, использование которых третьими лицами в собственных целях может нарушить права владельцев торговых марок.

**ООО «Сименс»**
Департамент «Управление электроэнергией»
Подразделение «Автоматизация в энергетике»

115184, г. Москва
ул. Большая Татарская, 9
тел.: +7(495) 737 10 72,
+7(495) 737 14 95
факс.: +7(495) 737 23 85

**smart-grid.ru@siemens.com**

© ООО «Сименс», 2015

**www.siemens.ru/smart-grid**

Информация, приведенная в данной брошюре содержит только общее описание или информацию по рабочим характеристикам, которая для конкретного оборудования не всегда применима в соответствии с описанием, или может быть изменена в результате дальнейшей разработки предлагаемых продуктов. Обязательство предоставлять соответствующие характеристики имеет силу только в том случае, если оно предварительно оговорено в условиях контракта. Все наименования продуктов могут являться торговыми марками либо названиями продуктов компании Siemens AG или ее субпоставщиков, использование этих наименований третьими сторонами в собственных целях может нарушать права владельцев.