



ekor.rpa

Универсальный блок защиты,
измерения и управления

Общие инструкции
IG-267-RU, редакция 01, 20/10/2017



ВНИМАНИЕ!

Во время работы оборудования среднего напряжения отдельные компоненты могут находиться под напряжением, перемещаться и (или) нагреваться. Поэтому при использовании этого оборудования возникает опасность поражения электрическим током, а также механических и термических повреждений.

Чтобы гарантировать приемлемый уровень защиты персонала и имущества, а также соответствие применимым рекомендациям по защите окружающей среды, компания **Ormazabal** разрабатывает и производит свои изделия согласно принципу комплексной безопасности, основанном на следующих критериях:

- **устранение опасностей везде, где это возможно;**
- **если устранение опасностей технически или экономически нецелесообразно, соответствующие функции защиты встраиваются в оборудование;**
- **оповещение об остающихся опасностях, способствующее разработке процедур эксплуатации, которые предотвращают такие опасности, обучению ответственного за оборудование персонала и использованию надлежащих средств индивидуальной защиты;**
- **применение перерабатываемых материалов и разработка процедур утилизации оборудования и компонентов с целью их надлежащей переработки по истечении срока эксплуатации в максимально возможном соответствии с экологическими ограничениями, установленными компетентными органами.**

Вследствие этого оборудование, для которого разработано настоящее руководство, соответствует требованиям раздела 11.2 стандарта МЭК 62271-1. Эксплуатация оборудования должна выполняться только надлежащим образом обученным и контролируемым персоналом согласно требованиям стандарта EN 50110-1 по безопасности электроустановок и стандарта EN 50110-2 по работам на электроустановках или рядом с ними. Персонал должен быть полностью ознакомлен с инструкциями и предупреждениями, содержащимися в этом руководстве, а также с другими рекомендациями более общего характера, применимыми согласно действующему законодательству^[1].

Необходимо неукоснительно соблюдать приведенные выше требования, поскольку правильная и безопасная работа этого оборудования зависит не только от конструкции, но и от общей обстановки, которая обычно находится вне контроля и ответственности производителя. В частности, следует руководствоваться такими рекомендациями:

- **оборудование необходимо перегружать и транспортировать с завода-изготовителя до места монтажа надлежащим образом;**
- **промежуточное хранение следует осуществлять в условиях, которые не изменяют или не ухудшают характеристики оборудования либо его важных компонентов;**
- **условия эксплуатации должны соответствовать номинальным характеристикам оборудования;**
- **при эксплуатации оборудования необходимо строго придерживаться представленных в этом руководстве инструкций. Кроме того, необходимо досконально изучить применимые принципы работы и правила техники безопасности;**
- **техническое обслуживание необходимо выполнять надлежащим образом, с учетом фактических условий эксплуатации и окружающей среды на месте монтажа.**

Производитель не несет никакой ответственности за любые косвенные убытки, понесенные в результате нарушения условий гарантии под любой юрисдикцией, включая потерю дохода, неполадки и затраты на ремонт или замену деталей.

Гарантия

Гарантия производителя действует в течение договорного периода и распространяется на дефекты материалов и процесса работы. При обнаружении дефектов производитель по своему усмотрению может отремонтировать или заменить оборудование. Ненадлежащее обращение с оборудованием или его ремонт пользователем рассматриваются как нарушение условий гарантии.

Зарегистрированные торговые марки и авторские права

Все упомянутые в этом документе торговые марки являются собственностью соответствующих владельцев. Интеллектуальная собственность, касающаяся этого руководства, принадлежит компании **Ormazabal**.

^[1] К примеру, в Испании обязательно соблюдение «Положения о технических условиях и гарантиях безопасности в высоковольтных электроустановках» — Королевского указа № 337/2014.

Ввиду непрерывного развития стандартов и конструкции изделий характеристики описанных в этом руководстве элементов могут изменяться без предварительного уведомления. Актуальность этих характеристик и доступность компонентов необходимо уточнять у представителей компании **Ormazabal**.

Содержание

1. Общее описание	5		
1.1. Основные особенности эксплуатации	6		
1.2. Составные части	7		
1.2.1. Электронное реле	8		
1.2.2. Датчики тока	9		
1.2.3. Датчики напряжения	9		
1.2.4. Бистабильное устройство отключения Віпох и катушка отключения	10		
1.3. Функциональные возможности блока	10		
1.4. Средства связи	11		
2. Области применения	12		
2.1. Дистанционное управление трансформаторными и распределительными подстанциями	12		
2.2. Автоматическое повторное включение линий	12		
2.3. Защита линии автоматическим выключателем	13		
2.4. Защита трансформатора	14		
2.5. Автоматическое переключение	16		
2.6. Обнаружение замыкания фазы на землю	16		
2.7. Защита и управление кольцевых распределительных пунктов среднего напряжения	17		
2.8. Энергетический баланс	17		
3. Функции измерения	18		
3.1. Измерение тока и напряжения	18		
3.2. Измерения мощности	19		
3.3. Счетчик электроэнергии	19		
4. Функции защиты	20		
4.1. Блоки максимальной токовой защиты	20		
4.1.1. Блоки максимальной токовой защиты с выдержкой времени	20		
4.1.2. Блоки максимальной токовой защиты без выдержки времени	21		
4.1.3. Блок-схема	21		
4.2. Сверхчувствительная защита от замыканий на землю	22		
4.3. Блоки направленных защит	23		
4.3.1. Блоки максимальной токовой направленной защиты в фазах	23		
4.3.2. Блоки максимальной токовой направленной защиты от замыканий на землю с вычислением или измерением тока нулевой последовательности	24		
4.4. Блок тепловой защиты	25		
4.4.1. Расчетная теплоемкость	26		
4.4.2. Функциональные возможности	27		
4.4.3. Блок-схема	28		
4.5. Блок максимальной токовой защиты обратной последовательности	29		
4.5.1. Расчет токов обратной последовательности	29		
4.5.2. Функциональные возможности	32		
4.5.3. Блок-схема	32		
4.6. Блоки защиты максимального и минимального напряжения	33		
4.6.1. Блоки защиты максимального напряжения с выдержкой времени	34		
4.6.2. Блоки защиты максимального напряжения без выдержки времени	34		
4.6.3. Блоки защиты от минимального напряжения с выдержкой времени	35		
4.6.4. Блоки защиты минимального напряжения без выдержки времени	35		
4.6.5. Блок-схема	36		
4.7. Узел блокировки второй гармоники	37		
4.7.1. Функциональные возможности	37		
4.7.2. Блок-схема	39		
4.8. Блокировка максимальным током I_{max}	41		
5. Функции обнаружения, автоматизации и управления	42		
5.1. Автоматизация устройства повторного включения	42		
5.1.1. Функциональные возможности	42		
5.1.2. VREF	42		
5.1.3. Настройки	43		
5.1.4. Состояния устройства повторного включения	43		
5.2. Автоматизация наличия/отсутствия напряжения	45		
5.2.1. Функциональные возможности	45		
5.2.2. Настройки	45		
5.2.3. Состояния автоматизации наличия/отсутствия напряжения	45		
5.3. Управление выключателем	46		
5.3.1. Введение	46		
5.3.2. Настройки	46		
5.3.3. Состояния управления выключателем	47		
5.4. Дистанционное управление	47		
6. Датчики	48		
6.1. Датчики тока	48		
6.1.1. Функциональные характеристики датчиков тока	49		
6.1.2. Подключение датчиков тока для вычисления или измерения тока нулевой	50		
6.2. Датчики напряжения	51		
6.2.1. Проходные изоляторы	51		
6.2.2. ekor.evt-c	52		

7. Технические характеристики оборудования.....53	10. Запись в журнале регистраций80
7.1. Номинальные значения.....53	10.1. Отчет о коротком замыкании80
7.2. Конструктивное исполнение.....53	10.1.1. Логика сбора данных80
7.3. Испытания изоляции.....54	10.1.2. Структура отчета81
7.4. Электромагнитная совместимость.....54	10.1.3. Перечень имеющихся сигналов82
7.5. Климатические испытания.....55	10.2. Запись событий84
7.6. Механические испытания.....55	
7.7. Испытания на мощность55	11. Интерфейс пользователя.....85
7.8. Соответствие стандартам ЕС55	11.1. Веб-сервер. Проверка и конфигурирование параметров.....85
8. Модели защиты, измерения и управления56	11.1.1. Характеристики веб-сервера85
8.1. Описание моделей и их функций56	11.1.2. Доступ к веб-серверу: локальный и удаленный доступ86
8.1.1. ekor.rpa-11058	11.2. Клавиатура/дисплей90
8.1.2. ekor.rpa-12058	11.2.1. Введение.....90
8.1.3. ekor.rpa-100-v/ekor.rpa-100-p59	11.2.2. Экран дисплея91
8.1.4. Конфигуратор реле60	11.2.3. Коды ошибок96
8.2. Блоки типа «v» ekor.rpa-110-v и ekor.rpa-120-v61	11.3. Файловый сервер в USB-накопителе.....97
8.2.1. Функциональное описание61	11.3.1. Подсоединение к системе97
8.2.2. Описание цифровых входов/выходов62	11.3.2. Использование интерфейса98
8.2.3. Монтаж в ячейке.....63	11.3.3. ekor.soft-xml 100
8.2.4. Проверка и техническое обслуживание ...64	
8.3. Блоки типа «p» ekor.rpa-110-p и ekor.rpa-120-p66	12. Средства связи 102
8.3.1. Описание функционирования66	12.1. Физический носитель: RS-485..... 102
8.3.2. Описание цифровых входов/выходов67	12.1.1. Протокол MODBUS..... 102
8.3.3. Защита плавкими предохранителями.....68	12.1.2. Протокол PROCOME..... 107
8.3.4. Монтаж в ячейке.....71	12.2. Физический носитель: Ethernet 110
8.3.5. Проверка и техническое обслуживание ...72	12.3. Физический носитель: мини-USB..... 111
9. Настройки конфигурации пользователя.....73	13. Приложение 112
9.1. Настройки локальной защиты и автоматизации.....73	
9.2. Настройки даты и времени79	
9.3. Настройки удаленной связи79	

1. Общее описание

Линейка блоков защиты, измерения и управления **ekor.rpa**, входящая в семейство **ekor.sys**, включает ряд универсальных устройств. В зависимости от модели, оборудование может обрабатывать параметры напряжения и тока, одновременно осуществляя функции автоматизации, локального/дистанционного управления и т. п. Все эти функции касаются текущих и ожидаемых требований к автоматизации, управлению и защите для переключающих и трансформаторных подстанций.

С появлением новых требований к качеству электропитания возрастает необходимость автоматизации в распределительных сетях, а также потребность в оборудовании, выполняющем функции контроля измерений и управления коммутационными аппаратами в распределительных шкафах.

Для удовлетворения таких потребностей были разработаны блоки защиты, измерения и управления **ekor.rpa-100**, соответствующие требованиям национальных и международных стандартов, а также рекомендаций, применимых к каждой составляющей части блока:

- EN 60255, EN 61000, EN 62271-200, EN 60068, EN 60044.
- IEC 60255, IEC 61000, IEC 62271-200, IEC 60068, IEC 60044, IEC 61958.

Интеграция блоков **ekor.rpa** в систему шкафа **Ormazabal** позволяет конкретной продукции соответствовать требованиям для различных производственных объектов.

Блоки **ekor.rpa-100** в линейке блоков серии **ekor.rpa** имеют выходы для локального (проводного) или дистанционного включения и выключения коммутационного аппарата в шкафу, в котором он установлен. Кроме того, оборудование этой серии снабжено входами, на которые поступают сигналы о состоянии коммутационного аппарата в распределительном шкафу.

Блоки **ekor.rpa-100** отличаются следующими преимуществами в сравнении с обычными системами:

1. Блок дистанционного управления (или *дистанционный терминал*) и защита компактно объединены в шкафу, что упрощает решение по установке блоков управления в шкафах, сводя их количество к минимуму.

2. Предоставляемое законченное комплексное конструктивное решение (шкаф + реле + датчики) уменьшает объем операций с межсистемными линиями при монтаже и подключении шкафа в сеть. Единственным необходимым соединением становятся кабели среднего напряжения. Исключаются ошибки в прокладке электропроводки и монтажа, что уменьшает период ввода в эксплуатацию.
3. Датчики напряжения и тока установлены во вводах кабелей в шкаф. Замер V, I, P, Q и энергии осуществляется без трансформаторов напряжения.
4. Все блоки устанавливаются, регулируются и проверяются на заводе-изготовителе. При этом каждый компонент оборудования (реле + узел управления + датчики) перед установкой также проходит комплексную проверку. Проверки окончательно собранного блока выполняются после монтажа в шкафу перед поставкой заказчику.
5. Ток измеряется датчиками тока, имеющими высокий коэффициент преобразования, что позволяет одному прибору регистрировать широкий диапазон уровней мощности. Такое возможно благодаря высокой чувствительности и низкому уровню шума аналоговых каналов реле.

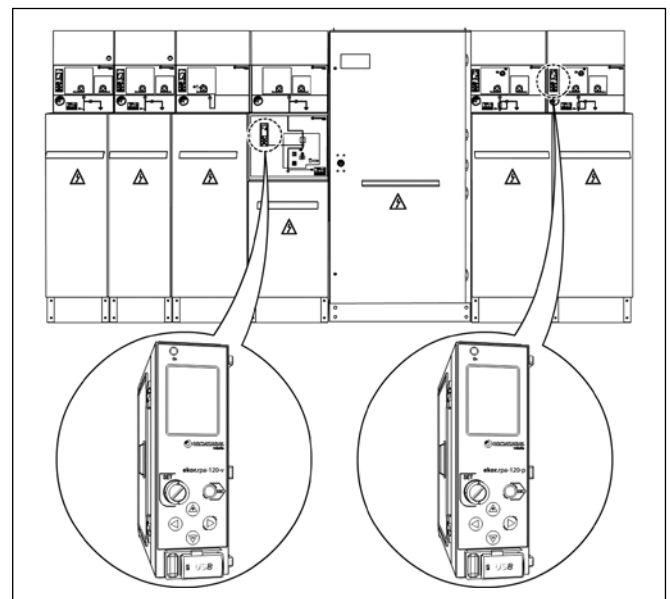


Рис. 1.1. Блоки защиты, измерения и управления: семейство блоков **ekor.sys**

1.1. Основные особенности эксплуатации

Все реле серии **ekor.rpa-100** имеют микропроцессоры, которые обрабатывают сигнал измерительных датчиков. Они обрабатывают замеры напряжения и тока и исключают влияние переходных режимов, рассчитывают величины, которые необходимы для обеспечения функций защиты от перегрузок по току и напряжению, работы автоматики и т. п. В то же время они вычисляют эффективные значения электрических измерений, представляющие мгновенное значение этих параметров установки.

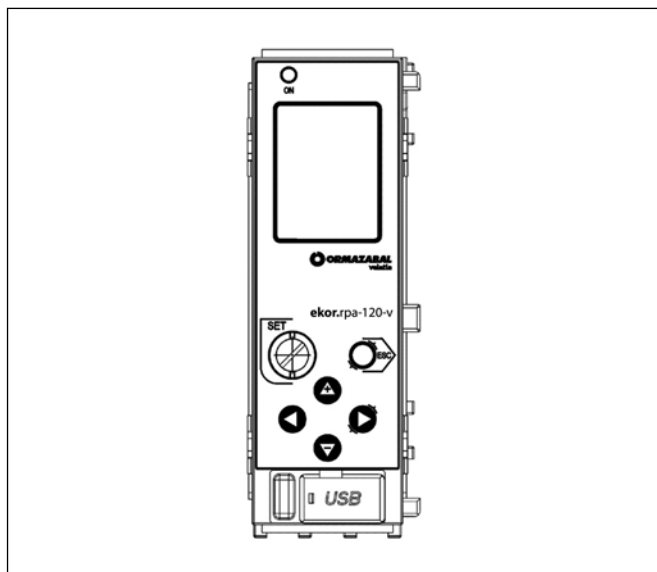


Рис. 1.2. Реле серии **ekor.rpa-100**

Реле **ekor.rpa-100** имеют клавиатуру для получения индикации, настройки и управления блоком на месте, а также снабжены портами связи для управления этими функциями с компьютера, подключенного напрямую или работающего дистанционно. Меню эргономической клавиатуры разработано так, чтобы его использование было максимально интуитивно-понятным.

Измерение тока выполняется с помощью датчиков тока с высоким коэффициентом преобразования. Такие трансформаторы или датчики тока поддерживают класс точности во всем своем номинальном рабочем диапазоне.

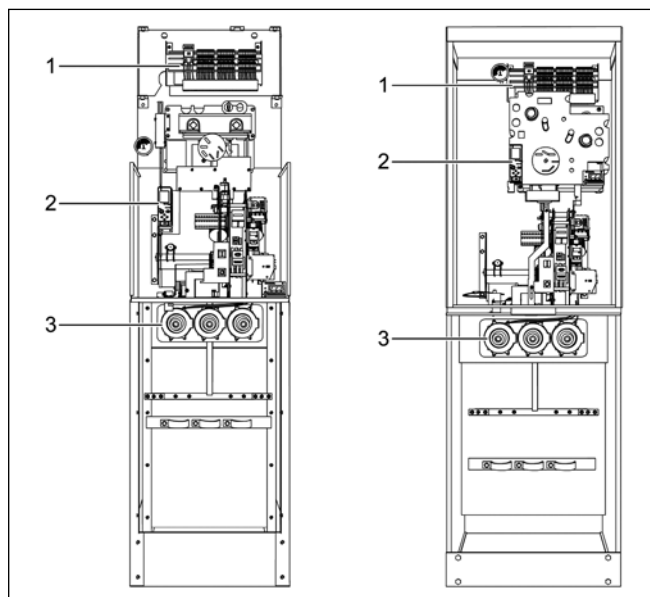
Измерение напряжения обычно осуществляется путем фиксации сигнала напряжения с помощью емкостного делителя, встроенного во ввод шкафа. Существует вариант установки **ekor.evt-с** с наружными емкостными датчиками напряжения для применения в тех случаях, когда требуется точное измерение высокого напряжения, например, в электрических счетчиках сетей среднего напряжения.

Различные интерфейсы, локальные (*дисплей*) или дистанционные (*интернет*), также обеспечивают настройку параметров, протоколов, событий и т. п. дополнительно к мгновенным значениям для измерения тока, напряжения, мощности и энергии.

С точки зрения технического обслуживания и ремонта блоки **ekor.rpa-100** имеют ряд особенностей, которые помогают уменьшить время выполнения проверок и задач восстановления энергоснабжения и снизить вероятность ошибок. Среди основных характеристик наиболее значительными являются наличие тороидальных трансформаторов тока большого диаметра, устанавливаемых на вводе в шкаф, их встроенные испытательные шины (для облегчения проверок) и легкодоступные клеммные колодки для проведения испытаний по инъекции тока или напряжения, а также для проверки входов и выходов реле. Такая конфигурация позволяет проводить комплексные испытания блока.

1.2. Составные части

В состав блоков защиты, измерения и управления серии **ekor.rpa-100** входят электронные реле, датчики напряжения и тока, вспомогательные цепи (клеммная колодка с электропроводкой), бистабильное расцепляющее устройство и катушка выключения.



1	Клеммная колодка
2	Электронное реле ekor.rpa
3	Датчики напряжения и тока

Рис. 1.3. Детали сборки блока **ekor.rpa-100** в шкафу

1.2.1. Электронное реле

Электронное реле снабжено клавиатурой и дисплеем, которые служат для установки и просмотра параметров защиты и управления. Кроме того, на дисплее в масштабе реального времени отображаются измерения, аварийные сигналы и сигналы управления. Клавиша «SET» (НАСТРОЙКА) на клавиатуре снабжена пломбой, которая гарантирует, что установленные настройки можно изменить только после срыва пломбы.

Отключения от защит отображаются на дисплее следующими параметрами:

- отключающий блок;
- угол на момент выключения (токов и напряжений);
- время срабатывания защиты. Время с момента запуска до срабатывания блока;
- время и дата происшествия.

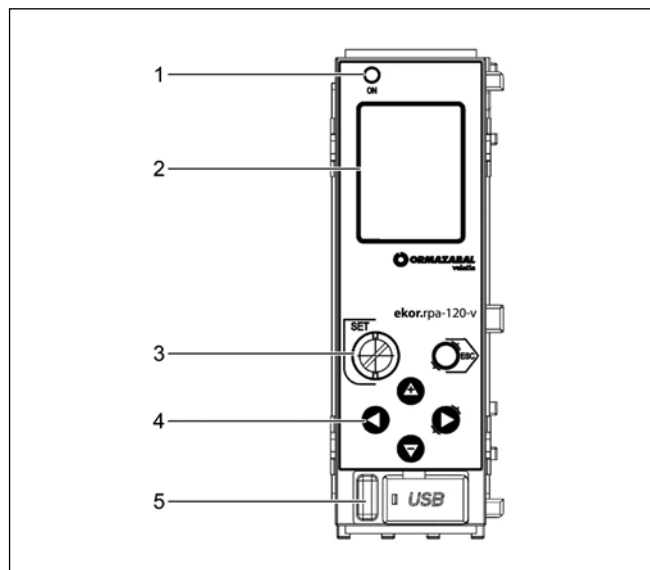
Также постоянно отображаются ошибки блока. Кроме того, можно выполнить проверку отчетов об отказах, подключив компьютер к порту USB на передней панели и используя встроенную систему папок.

Светодиод «ON» (ВКЛ.) начинает светиться, как только на оборудование подается питание от внешнего источника, и быстро мигает, когда реле запускается. Этот светодиод начинает мигать реже после проверки микропроцессором исправности системы и активизации всех модулей защиты. В этом состоянии блок может выполнять функции защиты.

Аналоговые сигналы напряжения и тока формируются внутри маленькими и очень точными трансформаторами, которые изолируют электронные цепи от остальной части установки.

Во всех вариантах система имеет 9 входов и 4 выхода. Все входы и выходы имеют защиту от несанкционированной активации/деактивации.

На задней панели блока расположены 2 порта Ethernet для выполнения конфигурации, на передней панели расположен порт мини-USB для проведения технического обслуживания, а два порта коммуникаций связи RS-485 на задней панели служат для осуществления дистанционного управления. MODBUS и PROCOME являются стандартными протоколами связи для всех моделей.



1	Сигнальный светодиод «ON» (ВКЛ.)
2	Дисплей измерений и настройки параметров
3	Клавиша «SET» (НАСТРОЙКА)
4	Клавиатура для прокрутки информации на экранах дисплея
5	Передний порт связи мини-USB

Рис. 1.4. Описание элементов на передней панели реле ekor.rpa-120

1.2.2. Датчики тока

Датчики тока представляют собой тороидальные трансформаторы тока с коэффициентом трансформации 300/1 А или 1000/1 А или 2500/1 в зависимости от модели. Такие трансформаторы охватывают весь рабочий диапазон ячеек **Ormazabal** с номинальным током от 5 А до 2500 А.

Тороидальные трансформаторы для преобразования фазы вторичного напряжения по отношению к первичному устанавливаются во вводах в ячейку на заводе, что значительно упрощает сборку и подсоединение на месте эксплуатации. Таким образом, сразу после подключения кабелей среднего напряжения к ячейки, блок защиты готов для выполнения своих функций. Ошибки при установке датчиков, связанные с подключением экранов, полярностью и т. п., устраняются в ходе монтажа и проверки непосредственно на заводе.

Все датчики тока имеют встроенную защиту от размыкания вторичных контуров, которые предотвращают перенапряжение.

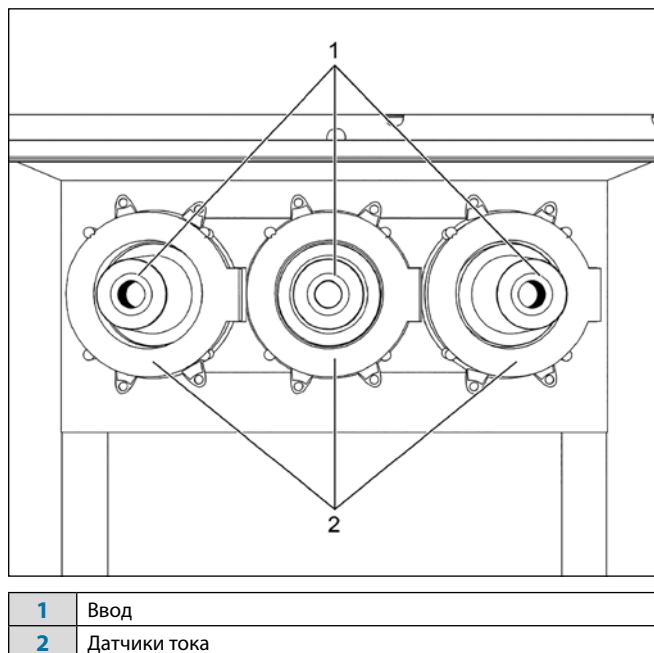


Рис. 1.5. Расположение датчиков тока

1.2.3. Датчики напряжения

Напряжение в шкафу измеряется с помощью емкостного делителя, встроенного во ввод распределительного шкафа, который в наилучших условиях обеспечивает точность $\pm 5\%$.

Для повышенной точности могут использоваться емкостные датчики **Ormazabal ekor.evt-c**. Это датчики напряжения емкостного делителя для распределительных ячеек с элегазовой изоляцией. Они разработаны для сборки как с тройниками соединителями, так и со сборными шинами. Они работают в автономном режиме и являются пассивными (без внешнего вспомогательного питания), имеют низковольтный аналоговый выход и низкую мощность, благодаря чему могут использоваться в измерительных системах без предварительного преобразования сигналов, и применяются в системах автоматизации и контроля сетей среднего напряжения, до 36 кВ. Они также могут измерять частичные разряды и устанавливать связь через программируемый логический контроллер.

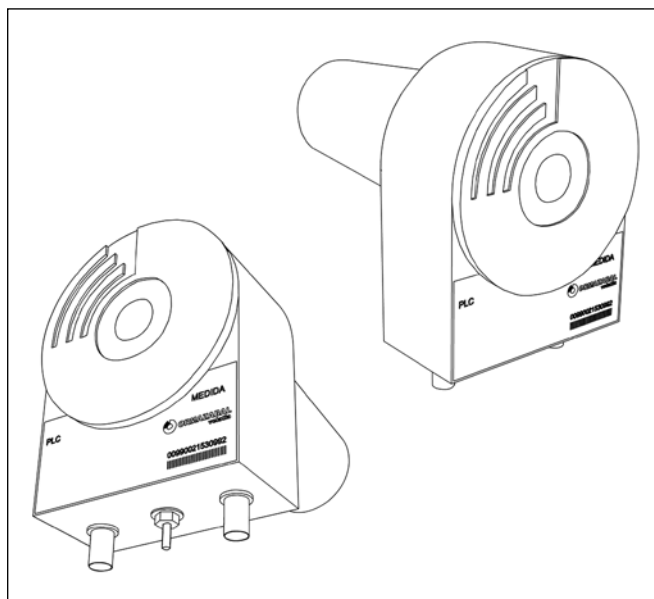


Рис. 1.6. Датчики напряжения ekor.evt-c

1.2.4. Бистабильное устройство отключения Vinoh и катушка отключения

Бистабильный триггер Vinoh представляет собой точный электромеханический привод, который загерметизирован в собственном корпусе и встроен в приводной механизм переключателя. Это расцепляющее устройство воздействует на переключатель при срабатывании защиты. Оно отличается низкой мощностью активизации (высокая эффективность энергоиспользования), которая требуется для выключения. Эта энергия подается в форме импульса от реле, который контролируется таким образом, чтобы осуществить правильную работу выключающего устройства и размыкание переключателя.

Проверки и испытания блока **ekor.gpa-100** и ячейки, а также система обеспечения качества на производстве в совокупности дают гарантии высокой надежности этого компонента в цепи отключения. Решения компании **Ormazabal**, использующие блоки **ekor.gpa-100**, включают в себя это расцепляющее устройство в качестве стандартного.

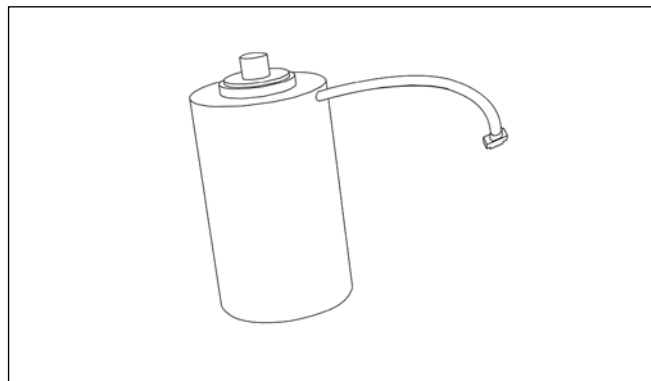


Рис. 1.7. Катушка выключения Vinoh

Операции, инициированные цифровыми выходами блока **ekor.gpa-100**, выполняются с помощью обычных катушек отключения. Таким образом реализуется дублированная и, значит, более надежно работающая система.

1.3. Функциональные возможности блока

Функциональные возможности блока в целом (распределительные ячейки среднего напряжения устройства защиты, измерения и управления, датчики, а также защитные и измерительные трансформаторы) подтверждаются планом испытаний, которые проводятся в контролируемой среде на заводе-изготовителе.

Для этого компания **Ormazabal** привлекает подразделение **CIT**, которое является научно-исследовательским и технологическим центром компании и представляет собой важный инструмент в проведении НИОКР. Оно работает над улучшением существующих технологий и проводит исследования по новым.

Технические мощности **CIT** предоставляют услуги научно-техническому сектору для выполнения научных исследований, экспериментальной отработки и типовых испытаний как для продукции компании **Ormazabal**, так и для других организаций энергетического сектора.

Организационно **CIT** включает в себя главным образом:

1. **HPL**: электротехническая лаборатория, целью которой является определение, приобретение и распространение производственных технологий, а также стратегической продукции внутри компании **Ormazabal**.
2. **UDEX**: демонстрационный и экспериментальный блок, в который входит полностью настраиваемая автономная оригинальная экспериментальная сеть среднего напряжения, позволяющая проводить испытания новых технологий, продукции и услуг, которые разрабатываются и осуществляются в безопасной и контролируемой среде.

1.4. Средства связи

Все реле блоков **ekor.rpa-100** имеют два порта Ethernet для соединения по протоколу TCP/IP и интернет-сервер для настройки системы. На передней панели также расположен порт мини-USB для проведения технического обслуживания, а два последовательных порта связи RS-485 для витой пары (COM0 и COM1) на задней панели служат для осуществления дистанционного управления.

Протокол MODBUS в режиме передачи RTU (двоичном) и протокол PROCOME являются стандартными протоколами связи для всего оборудования, осуществляемой через порт на задней панели RS-485 COM0 на всех этих блоках.

Модель **ekor.rpa-120** имеет шину (в качестве опции) для подключения датчика температуры.

Реле **ekor.rpa-100** можно подключить к другим блокам семейства **ekor.sys**, как показано на рисунке ниже.

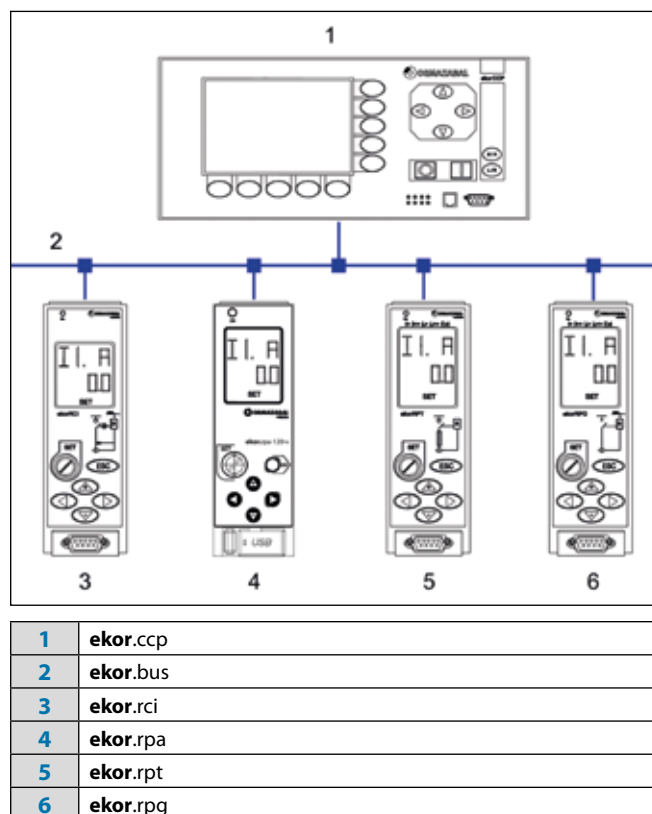


Рис. 1.8. Схема взаимного соединения блоков семейства **ekor.sys**

2. Области применения

2.1. Дистанционное управление трансформаторными и распределительными подстанциями

Блоки защиты, измерения и управления **ekor.rpa-100** позволяют осуществлять дистанционное управление трансформаторными и переключательными подстанциями путем реализации управления и контроля для каждого переключателя через блоки, связанные с каждым функциональным блоком.

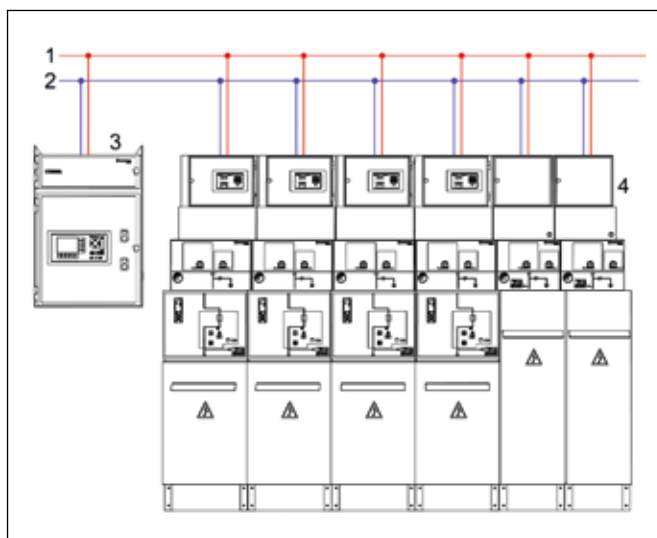


Рис. 2.1. Дистанционно управляемая переключательная подстанция

Использование терминала дистанционного управления и блоков **ekor.rpa-100** предоставляет пользователю возможность дистанционного визуального доступа и управления каждым функциональным блоком благодаря входам и выходам, приспособленным для этих целей.

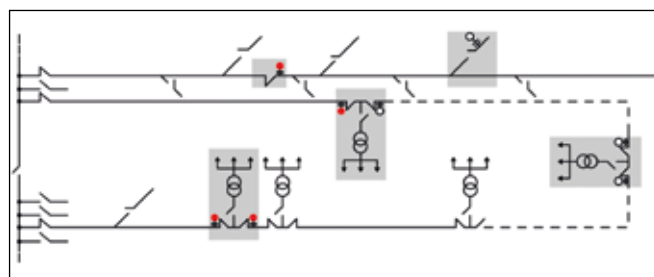


Рис. 2.2. Блок-схема различных станций в сети

Блоки с встроенной функцией дистанционного управления:

Блок	Тип шкафа
ekor.rpa-100 type = p	Комбинированный выключатель нагрузки с предохранителем
ekor.rpa-100 type = v	Автоматический выключатель

Таблица 2.1. Блоки с функцией дистанционного управления

Функции дистанционного управления дополняют возможности встроенного блока управления **ekor.rci**, связанные с функциями питающей линии (см. документ **IG-158** компании **Ormazabal**).

2.2. Автоматическое повторное включение линий

С помощью функции повторного включения выполняется автоматическое повторное включение линий после того, как блок защиты выдал команду на отключение и выключатель разомкнулся.

Эта функция всегда присутствует в ячейках компании **Ormazabal** с автоматическим выключателем.

Блоки защиты с автоматическим повторным включением обладают рядом преимуществ над устройствами защиты без повторного включения:

- уменьшают промежуток времени, в течение которого прервана подача электроэнергии;

- исключают необходимость повторного восстановления в ручном режиме на подстанциях, не имеющих дистанционного управления после отключения неустойчивых коротких замыканий;
- уменьшают время пребывания в неисправном состоянии путем сочетания быстродействующих отключения выключателей и автоматического повторного включения, что снижает вред, вызванный коротким замыканием, и уменьшает количество устойчивых коротких замыканий, вытекающих из неустойчивых коротких замыканий.

Блоки, имеющие такую функцию:

Блок	Тип шкафа
ekor.rpa-100 type = v	Автоматический выключатель

Таблица 2.2. Блок с функцией повторного включения

2.3. Защита линии автоматическим выключателем

Цель защиты линии заключается в изолировании этой части сети в случае короткого замыкания без негативного воздействия на оставшиеся линии. В общем случае, защита нейтрализует любые короткие замыкания, которые возникают между подстанцией, трансформаторной подстанцией или распределительным пунктом и точками потребления энергии.

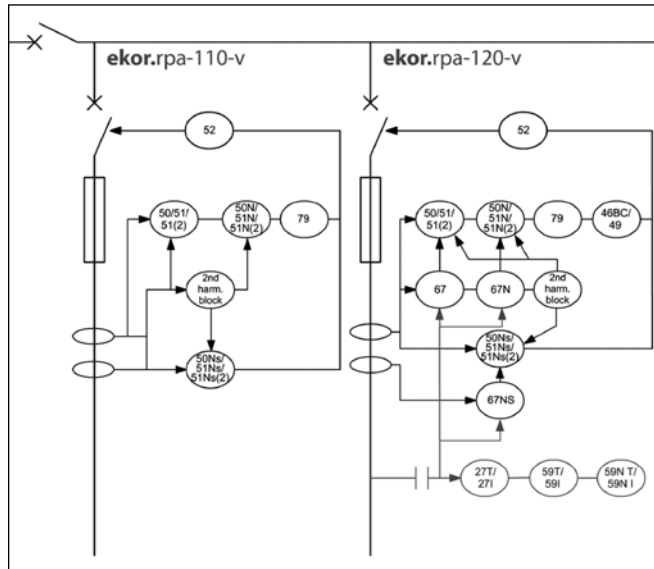


Рис. 2.3. Функции защиты питающей линии в реле ekor.rpa-100

Виды короткого замыкания, которые возникают в этих участках сетей, зависят в основном от природы линии (является ли она воздушной или проложенной в земле), а также способом заземления нейтрали.

В сетях с воздушной линией электропередач большинство коротких замыканий представляют собой неустойчивые короткие замыкания, которые делают большинство повторных включений линии эффективными; в таких случаях используется функция повторного включения, связанная с автоматическим выключателем.

Это не распространяется на подземные кабели, для которых короткие замыкания обычно являются устойчивыми.

С другой стороны, в случае коротких замыканий фаза-земля на воздушных линиях, когда сопротивление цепи заземления очень большое, токи короткого замыкания нулевой последовательности имеют очень маленькое значение. В таких случаях требуется «сверхчувствительное» обнаружение тока в нейтрали.

Подземные кабели имеют заземленные емкости, которые являются причиной возникновения емкостных токов при однофазных замыканиях. Это явление затрудняет обнаружение в сетях с изолированной нейтралью или сетях с дугогасящей катушкой и требует применения направленной функции.

В блоках ekor.rpa-100, модель ekor.rpa-110, защита линии осуществляется в основном следующими функциями:

- **50** ≡ Реле максимального тока без выдержки времени. Защищает от межфазных коротких замыканий;
- **51** ≡ Реле максимального тока с обратно-зависимой временной характеристикой. Защищает от чрезмерных перегрузок, которые могут повредить установку;
- **51_2** ≡ Реле максимального тока с обратно-зависимой временной характеристикой II. Дополнительная ступень для защиты от чрезмерных перегрузок, которые могут повредить установку;
- **50N** ≡ Реле максимального тока без выдержки времени защиты при замыкании на землю. Защищает от однофазных замыканий на землю;
- **51N** ≡ Реле максимального тока с обратно-зависимой временной характеристикой для защиты при замыкании на землю. Защищает от коротких замыканий через большое активное сопротивление между фазой и землей;
- **51_2_N** ≡ Реле максимального тока с обратно-зависимой временной характеристикой для защиты при замыкании на землю II. Дополнительная ступень для защиты от коротких замыканий через большое активное сопротивление между фазой и землей;
- **50NS** ≡ Чувствительное реле максимального тока без выдержки времени для защиты при замыкании на землю. Защищает от однофазных коротких замыканий на землю очень малой величины;
- **51NS** ≡ Чувствительное реле максимального тока с обратно-зависимой временной характеристикой для защиты при замыкании на землю. Защищает от коротких замыканий через большое активное сопротивление между фазой и землей очень малой величины;
- **51_2_NS** ≡ Чувствительное реле максимального тока с обратно-зависимой временной характеристикой для защиты при замыкании на землю II. Дополнительная ступень для защиты от коротких замыканий через большое активное сопротивление между фазой и землей очень малой величины;
- **2nd Harm. Block** ≡ Блокировка второй гармоники. Блокирует узлы защиты от максимальных токов во время намагничивания трансформатора;
- **79** ≡ Реле повторного включения. Обеспечивает автоматическое повторное включение линий.

Кроме того, оборудование **ekor.rpa-100**, модель **ekor.rpa-120**, также имеет следующие функции:

- **67/67N и 67NS** \equiv **Направленное реле максимального тока, направленное реле защиты, срабатывающее при замыкании на землю, и направленное чувствительное реле защиты, срабатывающее при замыкании на землю.** Направленные функции фазной, токовой защиты нулевой последовательности и чувствительной токовой защиты нулевой последовательности, которые связаны со своими соответствующими узлами защиты от максимальных токов, вместе образующие направленные устройства защиты от максимальных токов;
- **49** \equiv **Тепловая защита.** Защищает от тепловых перегрузок в линиях, которые нельзя обнаружить устройствами защиты от максимальных токов;
- **46BC** \equiv **Максимальная токовая защита обратной последовательности.** Обнаруживает разомкнутые линии, которые обычно затруднительно найти с помощью устройств защиты от максимальных токов;

2.4. Защита трансформатора

Для распределительных трансформаторов требуются различные функции защиты. Их выбор зависит главным образом от мощности и степени их значимости в установке.

- **59/59N** \equiv **Реле максимального напряжения и реле максимального напряжения нулевой последовательности.** Защищает от перенапряжения по фазе и нейтрали в линиях двумя устройствами для каждой фазы и нейтрали, одно из которых с выдержкой времени, а другое без выдержки времени;
- **27** \equiv **Реле минимального напряжения.** Защищает от пониженного напряжения по фазе в линиях двумя устройствами для каждой фазы, одно из которых с выдержкой времени, а другое без выдержки времени.

Блоки, имеющие такие функции:

Блок	Тип шкафа
ekor.rpa-100 type = v	Автомат защиты сети

Таблица 2.3. **ekor.rpa-100-v**

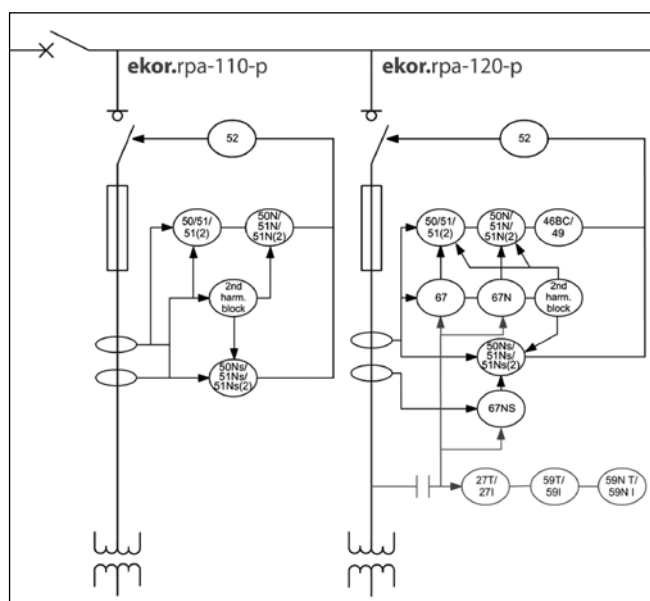


Рис. 2.4. Функции защиты трансформатора в реле **ekor.rpa-100**

Ниже перечислены функции защиты, имеющиеся в моделях **ekor.rpa-110**, которые должны быть реализованы для защиты распределительных трансформаторов, имеющих номинальную мощность от 160 кВА до 2 МВА:

- **50** ≡ Реле максимального тока без выдержки времени. Защищает от коротких замыканий между фазами в первичной цепи или от высоких токов короткого замыкания между фазами на вторичном контуре. Эта функция реализуется плавкими предохранителями, когда защитный шкаф не оборудован автоматическим выключателем;
- **51** ≡ Реле максимального тока с обратно-зависимой временной характеристикой. Защищает от чрезмерных перегрузок, которые могут повредить трансформатор, или от коротких замыканий в различных витках первичной обмотки;
- **51_2** ≡ Реле максимального тока с обратно-зависимой временной характеристикой II. Дополнительная ступень для защиты от чрезмерных перегрузок, которые могут повредить трансформатор, или от коротких замыканий в различных витках первичной обмотки;
- **50N** ≡ Реле максимального тока без выдержки времени для защиты при замыкании на землю. Защищает от однофазных коротких замыканий на землю или коротких замыканий вторичной обмотки, начиная от обмоток и соединений в первичной обмотке;
- **51N** ≡ Реле максимального тока с обратно-зависимой временной характеристикой для защиты при замыкании на землю. Защищает от коротких замыканий через большое активное сопротивление между первичным контуром и землей или вторичным контуром;
- **51_2_N** ≡ Реле максимального тока с обратно-зависимой временной характеристикой для защиты при замыкании на землю II. Дополнительная ступень защиты от коротких замыканий через большое активное сопротивление между первичным контуром и землей или вторичным контуром;
- **50NS** ≡ Чувствительное реле максимального тока без выдержки времени для защиты при замыкании на землю. Защищает от однофазных коротких замыканий на землю очень малой величины;
- **51NS** ≡ Чувствительное реле максимального тока с обратно-зависимой временной характеристикой для защиты при замыкании на землю. Защищает от коротких замыканий через большое активное сопротивление между фазой и землей очень малой величины;
- **51_2_NS** ≡ Чувствительное реле максимального тока с обратно-зависимой временной характеристикой для защиты при замыкании на землю II. Дополнительная ступень защиты от коротких замыканий через большое активное сопротивление между фазой и землей очень малой величины; **2nd Harm. Block** ≡ Блокировка второй гармоники. Блокирует узлы защиты от максимальных токов во время намагничивания трансформатора.

Кроме того, оборудование **ekor.rpa-100**, модель **ekor.rpa-120**, также имеет следующие функции:

- **67/67N и 67NS** ≡ Направленное реле максимального тока, направленное реле защиты, срабатывающее при замыкании на землю, и направленное чувствительное реле защиты, срабатывающее при замыкании на землю. Направленные функции фазной, токовой защиты нулевой последовательности и чувствительной токовой защиты нулевой последовательности, которые связаны с соответствующими узлами защиты от максимальных токов, вместе образующие направленные устройства защиты от максимальных токов;
- **49** ≡ тепловая защита. Защищает от тепловых перегрузок в трансформаторах, которые нельзя обнаружить устройствами защиты от максимальных токов;
- **46BC** ≡ Максимальная токовая защита обратной последовательности. Обнаруживает разомкнутые линии. Обрывы провода обычно затруднительно найти с помощью устройств защиты от максимальных токов;
- **59/59N** ≡ Реле максимального напряжения и реле максимального напряжения нулевой последовательности. Защищает от перенапряжения по фазе и нейтрали в линиях двумя устройствами для каждой фазы и нейтрали, одно из которых с выдержкой времени, а другое без выдержки времени;
- **27** ≡ Реле минимального напряжения. Защищает от пониженного напряжения по фазе в линиях двумя устройствами для каждой фазы, одно из которых с выдержкой времени, а другое без выдержки времени.

Блоки защиты, имеющие вышеозначенные функции:

Блок	Тип шкафа
ekor.rpa-100 type = p	Комбинированный выключатель нагрузки с плавким предохранителем
ekor.rpa-100 type = v	Автоматический выключатель

Таблица 2.4. **ekor.rpa-100-p/ekor.rpa-100-v**

2.5. Автоматическое переключение

Автоматическое переключение линий, имеющих автоматические выключатели, сводит к минимуму аварийные отключения электропитания нагрузок, подключенных к трансформатору или переключающим подстанциям через несколько питающих линий, что улучшает непрерывность обслуживания.

При нормальных условиях и наличии напряжения на двух возможных входящих линиях выключатель нагрузки, выбранный в качестве предпочтительного, остается замкнутым, а резервный выключатель нагрузки разомкнут. При падении напряжения в предпочтительной линии выключатель нагрузки в этой линии разомкнет ее, а резервный выключатель нагрузки после этого замкнет линию. Как только в предпочтительной линии восстановится нормальное состояние, выполняется обратный цикл и система возвращается в свое начальное состояние.

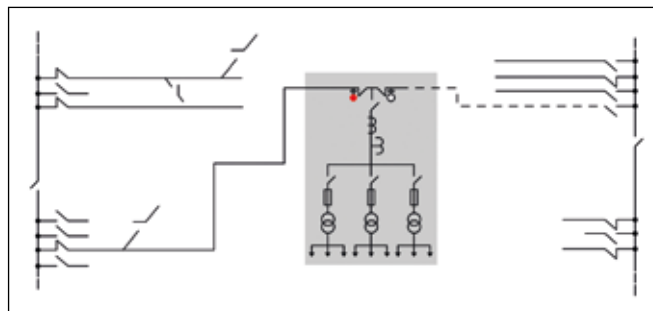


Рис. 2.5. Автоматическое переключение

2.6. Обнаружение замыкания фазы на землю

В сетях с изолированной нейтралью или сетях с дугогасящей катушкой тока короткого замыкания имеют очень малую величину. При возникновении короткого замыкания в системе такого типа ток короткого замыкания может не достичь величина уставки максимальной токовой защиты, и, таким образом, замыкание на землю может быть не обнаружено.

Вместо запрограммированной логики для обнаружения замыкания такого типа используется функция 59, которая анализирует как напряжение на нейтрали установки, так и ток на ней.

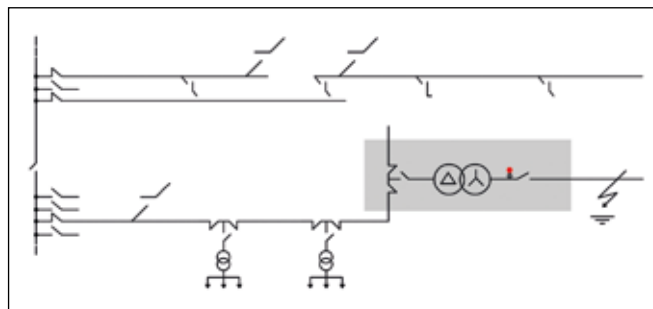


Рис. 2.6. Обнаружение замыкания фазы на землю

2.7. Защита и управление кольцевых распределительных пунктов среднего напряжения

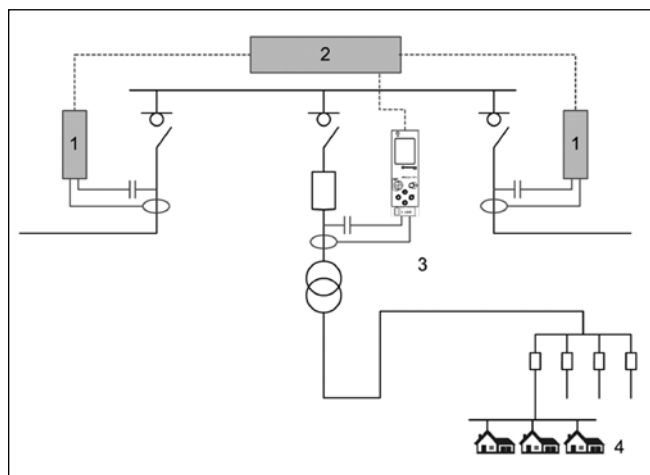
У потребителей среднего напряжения с установленным реле **ekor.rpa-100** в ячейках с автоматическим выключателем, или с установленными плавкими предохранителями, которые защищают отходящую линию среднего напряжения, информация отходящей ячейки может быть направлена в систему диспетчерского управления и сбора данных SCADA как через сеть интернет, так и через протокол связи MODBUS-TCP.

Следующая информация будет доступной:

- расположение ячейки;
- отключения;
- аварийные сигналы;
- измерения:
 - напряжение;
 - ток;
 - мощность;
 - энергия.

2.8. Энергетический баланс

Установка электросчетчиков для измерения электроэнергии с сети среднего напряжения в реле **ekor.rpa-100** дает возможность проанализировать нетехнические потери, которые могут быть обнаружены между трансформаторной подстанцией и низковольтным потребителем. Это позволит раскрыть возможное не санкционированное потребление энергии, за которую не был выставлен счет из-за ошибки в низковольтном оборудовании.



1	ekor.rci
2	ekor.ccp
3	ekor.rpa
4	Счетчики

Рис. 2.7. Блок **ekor.rpa-100** измерения энергии в сети среднего напряжения в трансформаторе который питает частных потребителей

3. Функции измерения

3.1. Измерение тока и напряжения

Блок имеет четыре входа показаний тока (I_A , I_B , I_C и I_{NS}) и три входа показаний напряжения (V_A , V_B и V_C). Все входящие сигналы преобразуются и оцифровываются для проведения вычислений.

Конструкция оборудования и датчиков вместе с их размещением в шкафу образуют сборку, которая работает как единый блок, нацеленный на достижение максимальной защищенности и качества измеряемого сигнала в сетях с частотой как 50 Гц, так и 60 Гц.

Каскады преобразования и согласования разработаны так, чтобы гарантировать воспроизведение сборкой датчика и реле как величины, так и фазы сигналов тока и напряжения распределительной сети. Этим обеспечиваются оптимальные характеристики работы в реальном масштабе времени с алгоритмами защиты для всех условий эксплуатации, а также для измерений качества электропитания или текущей нагрузки.

Дискретизированные значения, полученные для I_N и V_N , которые вычислены путем суммирования дискретизированных значений соответствующих фазных сигналов, должны быть прибавлены к непосредственно дискретизированным значениям входного напряжения и тока. Такие вычисленные характеристики сигнала эквивалентны тем, которые получены векторным сложением сигналов обычного датчика.

Измерения для контроля тока и напряжения выполняются интегрированием за 1,28 с и представляются в векторном виде (модуль + аргумент). Таким образом, состояние нагрузки в сети уточняется регулярно.

Измерения тока и напряжения:

- линейные токи I_A , I_B и I_C ;
- напряжение в сети: U_{AB} , U_{BC} и U_{CA} и напряжения в сети: V_A , V_B и V_C ;
- остаточные токи и напряжения. Представляются как: I_N/I_{NS} ($3I_0$) и V_N ($3V_0$).

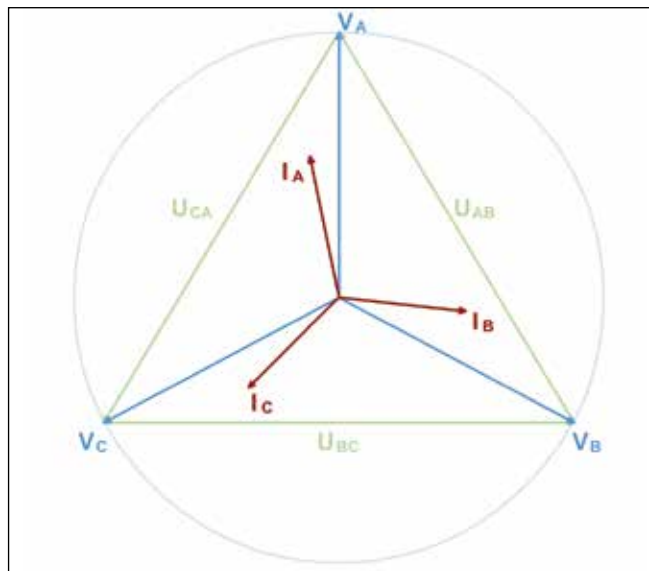


Рис. 3.1. Измерение тока и напряжения

Окончательная калибровка представляет собой поверку в целом системы датчиков, измерительного оборудования, проводки и распределительных устройств, которая подтверждается путем проведения комплексного плана испытаний в контролируемой среде, воспроизводящей реальные условия электрической распределительной сети среднего напряжения.

Весь этот процесс включает различные сценарии:

- сценарии максимальных электромагнитных помех и роста температуры сборки, которые выполняются при номинальном токе на распределительном устройстве;
- сценарии максимальных тепловых изменений, которые выполняются в климатической камере в диапазоне температур от -10°C до 60°C ;
- сценарии высокоагрессивных кратковременных нарушений режима работы, испытания по контролю мощности и на воздействие напряжения молнии на уровнях среднего напряжения;
- и т. п.

Эти испытания дают заключение по таким аспектам, как отношение количества витков в трансформаторах тока, полное сопротивление входов для измерения напряжения и т. п. Все это проверяется и подтверждается на окончательно собранной установке, поставляемой заказчику.

3.2. Измерения мощности

Контролируемые (локально или дистанционно) значения мощности являются интегрированными за 1,28 с измерениями расчетных среднеквадратичных текущих значений.

Подтвержденный класс точности измерений гарантирует надежность полученных значений.

Оборудование работает в качестве измерительной станции для анализа нагрузки или контроля качества электроснабжения. Контролируемые измерения для активной и реактивной мощности являются однофазными и трехфазными, а для кажущейся мощности — только трехфазными.

Измерения включают в себя:

- однофазные: активные PA, PB и PC и реактивные QA, QB и QC;
- трехфазные: мощности PT, QT и ST и коэффициент мощности (P.F.).

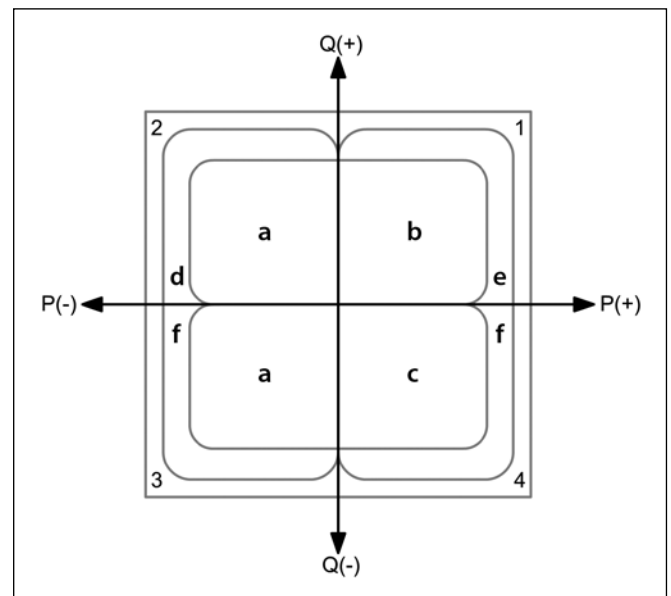
3.3. Счетчик электроэнергии

Оборудование оснащено «Счетчиком активной и реактивной электроэнергии», который отвечает особым требованиям, предъявляемым к статическим счетчикам электроэнергии. Это трехфазный счетчик непрямого подсоединения, который вместе с датчиками измерения напряжения и тока образует вольтметр среднего напряжения.

Счетчик электроэнергии накапливает 100 измерений мощностей P и Q, интегрированных за один полукруг (1 с для 50 Гц и 1,2 с для 60 Гц). Всего будет четыре счетчика: три однофазных (фаза А, фаза В и фаза С) и один трехфазный.

Каждый счетчик имеет две записи активной энергии (E+ и E-) и четыре записи реактивной энергии (Q1, Q2, Q3 и Q4), каждая из них объемом 32 бита. Эти регистры имеют бит информации для индикации переполнения и опцию возврата в исходное состояние по команде.

Единица измерения активной мощности киловатт-час (кВт-ч), а реактивной мощности — киловольт-ампер реактивный-час (кВАр-ч).



a	Реактивная
b	Индуктивная
c	Емкостная
d	Произведенная
e	Потребленная
f	Активная

Импортированная активная энергия (кВт-ч): EA +, EB +, EC + и ET +

Экспортированная активная энергия (кВт-ч): EA -, EB -, EC - и ET -

Импортированная индуктивная реактивная энергия (кВАр-ч): QA1, QB1, QC1 и QT1

Импортированная емкостная реактивная энергия (кВАр-ч): QA2, QB2, QC2 и QT2

Экспортированная индуктивная реактивная энергия (кВАр-ч): QA3, QB3, QC3 и QT3

Экспортированная емкостная реактивная энергия (кВАр-ч): QA4, QB4, QC4 и QT4

Рис. 3.2. Типы энергии

4. Функции защиты

4.1. Блоки максимальной токовой защиты

Системы **ekor.rpa-100** снабжены следующими блоками максимальной токовой защиты:

Фазные:

- шесть блоков фазной максимальной токовой защиты с выдержкой времени (3 x 51.3 x 51(2));
- три блока фазной максимальной токовой защиты без выдержки времени (3 x 50).

Максимальной токовой направленной защиты от замыканий на землю с вычислением тока нулевой последовательности:

- два блока максимальной токовой направленной защиты от замыканий на землю с выдержкой времени (1 x 51N, 1 x 51(2)N);
- блок максимальной токовой направленной защиты от замыканий на землю без выдержки времени (1 x 50N).

Максимальной токовой направленной защиты от замыканий на землю с измерением тока нулевой последовательности:

- два блока максимальной токовой направленной защиты от замыканий на землю с измерением тока нулевой последовательности с выдержкой времени (1 x 51NS, 1 x 51(2)NS);
- блок максимальной токовой направленной защиты от замыканий на землю с измерением тока нулевой последовательности без выдержки времени (1 x 50NS).

4.1.1. Блоки максимальной токовой защиты с выдержкой времени

Блоки фазной максимальной токовой защиты, максимальной токовой направленной защиты от замыканий на землю с вычислением или измерением тока нулевой последовательности с выдержкой времени запускаются, если величина абсолютного значения для каждого блока превышает значение уставки срабатывания в 1,05 раза, и возврата в исходное состояние, когда эта величина падает ниже 0,95 от величины уставки.

Отключение происходит, когда блок запускается по уставке времени. Это время может регулироваться путем выбора различных типов кривых в соответствии со стандартами IEC (Международная электротехническая комиссия) и ANSI (Американский национальный институт стандартов).

Кривые, реализованные в блоках **ekor.rpa-100**:

КРИВЫЕ IEC

- IEC DT: заданное время;
- IEC NI: нормальная обратнoзависимая времятоковая кривая;
- IEC VI: очень обратнoзависимая времятоковая кривая;
- IEC EI: чрезвычайно обратнoзависимая времятоковая кривая;
- IEC LTI: долговременная обратнoзависимая времятоковая кривая;
- IEC STI: кратковременная обратнoзависимая времятоковая кривая.

КРИВЫЕ ANSI

- ANSI LI: долговременная обратнoзависимая времятоковая кривая;
- ANSI NI: нормальная обратнoзависимая времятоковая кривая;
- ANSI VI: очень обратнoзависимая времятоковая кривая;
- ANSI EI: чрезвычайно обратнoзависимая времятоковая кривая.

Подробное описание этих кривых представлено в *ПРИЛОЖЕНИИ*.

Настройки для блоков с выдержкой времени:

- **включение блока:** включение/выключение блока (ВКЛ./ВЫКЛ.);
- **пуск блока:** пусковой ток блока. Различные диапазоны в соответствии с используемыми трансформаторами тока;
- **кривая зависимости от времени:** тип кривой (IEC DT, IEC NI, IEC VI, IEC EI, IEC LTI, IEC STI, ANSI LI, ANSI NI, ANSI VI, ANSI EI);
- **временной индекс:** временной индекс, также известный как шкала уставок времени (от 0,05 до 1,60). Эта настройка применяется ко всем типам кривых, за исключением IEC DT;
- **заданное время:** время выдержки срабатывания блока (от 0,00 с до 100,00 с). Эта настройка применяется только к кривым типа IEC DT;
- **контроль направления тока повреждения:** указатель направленного срабатывания (OFF (ВЫКЛ.), FORWARD (ВПЕРЕД) или REVERSE (НАЗАД)). Для указания направления для срабатывания:
 - **«OFF» (ВЫКЛ.):** независимо от направления соответствующий блок максимальной токовой защиты будет срабатывать при выполнении условий перегрузок по току;
 - **«FORWARD» (ВПЕРЕД):** соответствующий блок максимальной токовой защиты будет срабатывать при выполнении условий перегрузок по току, когда направленный блок выдаст сигнал «FORWARD» (ВПЕРЕД);
 - **«REVERSE» (НАЗАД):** соответствующий блок максимальной токовой защиты будет срабатывать при выполнении условий перегрузок по току, когда направленный блок выдаст сигнал «REVERSE» (НАЗАД).

Эта настройка реализована только в блоках **ekor.rpa-100**, модель 120.

4.1.2. Блоки максимальной токовой защиты без выдержки времени

Блоки фазной максимальной токовой защиты, максимальной токовой направленной защиты от замыканий на землю с вычислением или измерением тока нулевой последовательности без выдержки времени запускаются, если величина абсолютного значения для каждого блока превышает значение уставки срабатывания в 1,00 раза, и возврата в исходное состояние, когда эта величина падает ниже 0,95 от величины уставки.

Отключение происходит, когда блок запускается по уставке времени.

Настройки для блоков без выдержки времени:

- **включение блока:** включение/выключение блока (ВКЛ./ВЫКЛ.);
- **пуск блока:** пусковой ток блока. Различные диапазоны в соответствии с используемыми трансформаторами тока;
- **заданное время:** время выдержки срабатывания блока (от 0,00 с до 100,00 с).

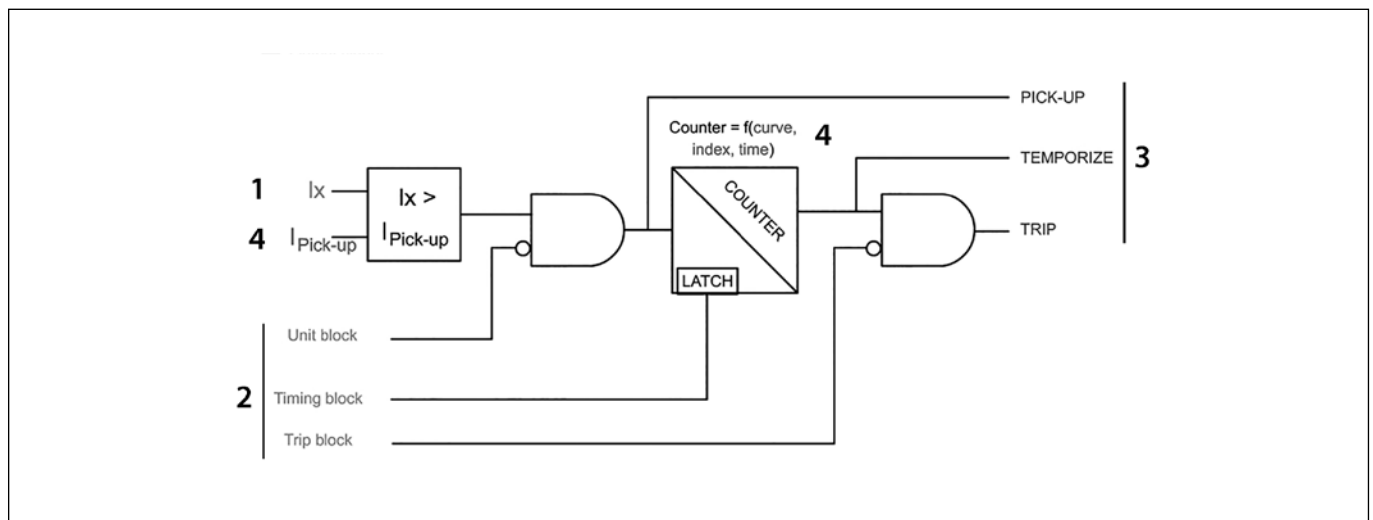
- **контроль направления тока повреждения:** указатель направленного срабатывания (OFF (ВЫКЛ.), FORWARD (ВПЕРЕД) или REVERSE (НАЗАД)). Для указания направления для срабатывания:

- **«OFF» (ВЫКЛ.):** независимо от направления соответствующий блок максимальной токовой защиты будет срабатывать при выполнении условий увеличения тока;
- **«FORWARD» (ВПЕРЕД):** соответствующий блок максимальной токовой защиты будет срабатывать при выполнении условий увеличения тока, когда направленный блок выдаст сигнал «FORWARD» (ВПЕРЕД);
- **«REVERSE» (НАЗАД):** соответствующий блок максимальной токовой защиты будет срабатывать при выполнении условий увеличения тока, когда направленный блок выдаст сигнал «REVERSE» (НАЗАД).

Эта настройка реализована только в блоках **ekor.rpa-100**, модель 120.

4.1.3. Блок-схема

Любой блок максимальной токовой защиты соответствует схеме, приведенной ниже:



1	Измерение
2	Входной сигнал
3	Выходной сигнал
4	Настройки

Рис. 4.1. Блок-схема

По существу, в схеме показано, что каждый раз, когда абсолютное значение, измеренное в реальном масштабе времени (I_x), превышает значение уставки (настройка $I_{pick\ up}$), счетчик времени начинает обратный отсчет (счетчик: f (кривая, индекс, время)) и срабатывание происходит, когда время полностью истекает.

Если измеренное абсолютное значение (I_x) падает ниже значения уставки ($I_{pick\ up}$) в ходе отсчета времени, то блок и счетчик возвращаются в исходное состояние и блок не выполняет никаких действий.

Все блоки выдают следующие сигналы:

- **«Pick-up» (Бросок тока):** активируется, если измеренное абсолютное значение (I_x) превышает значение уставки (уставка $I_{pick\ up}$), и деактивируется, когда измеренное значение падает ниже значения уставки;
- **«Temporize» (Выдержка времени):** активируется, когда счетчик времени завершает отсчет, и деактивируется, когда измеренное значение падает ниже значения уставки;
- **«Trip» (Отключение):** активируется, когда сигнал «Ожидание» активируется, и деактивируется, когда измеренное значение падает ниже значения уставки.

Кроме того, блоки максимальной токовой защиты могут блокироваться узлами **блокирования максимального тока** и **блокирования второй гармоники**, подробное описание которых представлено в последующих разделах.

Также блоки максимальной токовой защиты могут блокироваться тремя различными путями:

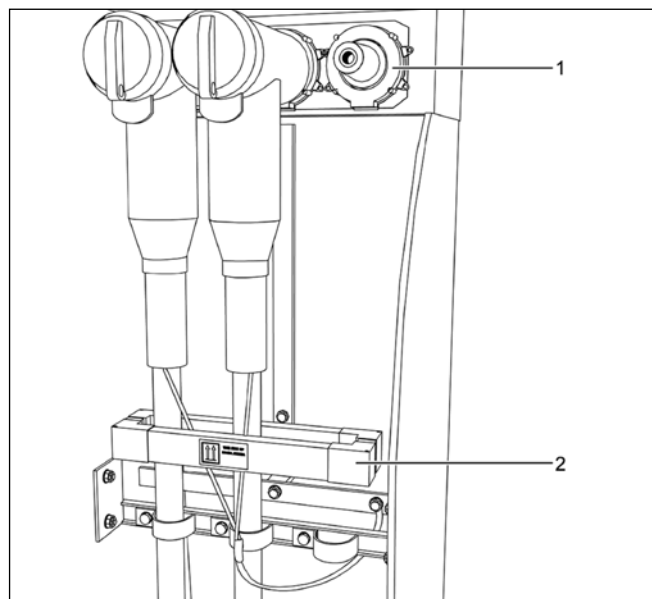
- **блокирование блока:** блокирует блок, предотвращая запуск, пока этот вход остается активным;
- **блокирование времени отсчета:** значение счетчика времени замораживается, пока этот вход остается активным;
- **блокирование отключения:** блоку разрешается продвигаться, и он блокируется до выдачи команды выключения.

4.2. Сверхчувствительная защита от замыканий на землю

Эта функциональная возможность заложена как в направленных, так и в ненаправленных блоках **ekor.rpa** и касается конкретного случая обнаружения максимальных токов при однофазных коротких замыканиях на-землю. Эта функция используется главным образом в сетях с изолированной нейтралью, сетях с дугогасящей катушкой или на катушках с большим активным сопротивлением, где ток однофазного короткого замыкания на землю имеет очень малую величину.

Ток, стекающий в землю, обнаруживается с помощью тороидального трансформатора тока, который охватывает три фазы. В этом случае измерение является независимым от фазного тока и исключаются ошибки в измерительных датчиках фазы.

При использовании такого типа тороидальных устройств измерения токов в нейтрали, благодаря перекошу фаз, являются надежными для очень низких величин тока в первичной цепи. Для такого типа конфигурации блок позволяет установить минимальную уставку тока 0,3 А, измеренного в экранах кабеля.



1	Датчики напряжения и тока
2	Трансформаторы тока нулевой последовательности

Рис. 4.2. Датчики тока

4.3. Блоки направленных защит

Блоки направленных защит используются совместно с блоками максимальной токовой защиты при принятии решения о срабатывании защиты. Согласно настройке контроль направления тока повреждения («Вперед» или «Назад») и результату направления короткого замыкания блоки максимальной токовой защиты срабатывают или нет.

Система **ekor.rpa-100**, модель 120, имеет следующие направленные блоки:

- три блока максимальной токовой направленной защиты в фазах (3 x 67);
- один блок максимальной токовой направленной защиты с вычислением тока нулевой последовательности (1 x 67N);
- один блок максимальной токовой направленной защиты с измерением тока нулевой последовательности (1 x 67NS).

4.3.1. Блоки максимальной токовой направленной защиты в фазах

Угловой критерий

Блоки максимальной токовой направленной защиты в фазах являются устройствами, которые с помощью углового критерия определяют направление каждой из трех фаз. Напряжение поляризации, используемое для каждой фазы, представляет собой составное напряжение, соответствующее остальным двум фазам.

Эти блоки определяют направление на основе:

- калиброванных уставок;
- разности фаз, существующей между сигналом поляризации и сигналом тока.

Настройки для направленных блоков фазной защиты:

- **характеристический угол сдвига фаз:** характеристический угол (от $-90,0^\circ$ до $90,0^\circ$). Зачастую он соответствует фазовому углу последовательного полного сопротивления линий. Типичные значения при распределении: 30° и 45° ;
- **минимальное фазное напряжение:** минимальное напряжение поляризации (от 0,5 кВ до 72,0 кВ). Величина напряжения поляризации, при которой направленный блок считает угол надежно установленным и способен определить направление;
- **неопределенная зона:** угол неопределенной зоны (от $0,0^\circ$ до $90,0^\circ$). Уставка для установления неопределенной зоны, которая близка к линии нулевого направления тока повреждения.

Направление, указываемое блоком, может быть «Forward» (Вперед), «Reverse» (Назад) или «ndef» (неопределенное).

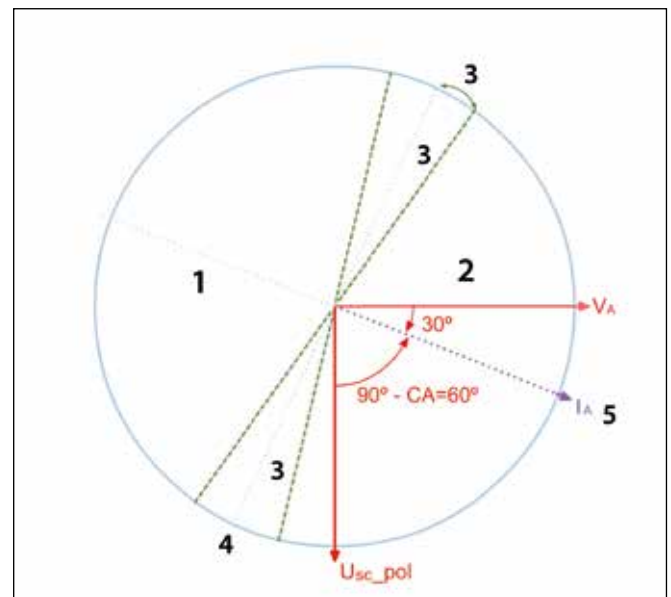
Зона направления «Вперед» определяется по следующей формуле:

$$U_{pol}^\circ + (90^\circ - Char. Ang.) - (90^\circ - Ind. Zone) < FORWARD ZONE < U_{pol}^\circ + (90^\circ - Char. Ang.) + (90^\circ - Ind. Zone)$$

Зона направления «Назад» будет противоположна зоне «Вперед». Другими словами, приведенную выше формулу необходимо развернуть на 180° , чтобы получить выражение, определяющее зону направления «Назад».

Блоки будут показывать направление «ndef», если они находятся в неопределенной зоне или напряжение поляризации меньше уставки V_{min} .

На рисунке показан пример работы направленного блока фазы А.



1	Назад
2	Вперед
3	Неопределенная зона
4	Линия нулевого направления тока повреждения
5	Линия максимального направления тока повреждения

Рис. 4.3. Направленный блок фазы А

4.3.2. Блоки максимальной токовой направленной защиты от замыканий на землю с вычислением или измерением тока нулевой последовательности

Блоки максимальной токовой направленной защиты от замыканий на землю с вычислением или измерением тока нулевой последовательности включают два различных критерия для определения направления: критерий направления и критерий мощности. Критерий выбирается с помощью настройки в самом блоке.

Угловой критерий

Угловой критерий блоков максимальной токовой направленной защиты от замыканий на землю с вычислением или измерением тока нулевой последовательности основан на разности фаз между сигналом поляризации ($-3V_0$) и сигналом остаточного тока ($3I_0$).

Используемый сигнал поляризации является сдвинутым по фазе на 180° остаточным напряжением, т. е. $-3V_0$.

Настройки для блоков максимальной токовой направленной защиты от замыканий на землю с вычислением или измерением тока нулевой последовательности, которые относятся к угловому критерию:

- **характеристический угол нулевой последовательности:** характеристический угол (от $-90,0^\circ$ до $90,0^\circ$). В распределительных сетях с заземленной нейтралью он часто соответствует углу полного сопротивления заземления;
- **минимальное напряжение нулевой последовательности:** минимальное напряжение поляризации (от 0,5 кВ до 72,0 кВ). Величина напряжения поляризации, при которой блок считает угол надежно установленным и способен определить направление;
- **неопределенная зона:** угол неопределенной зоны (от $0,0^\circ$ до $90,0^\circ$). Уставка для установления неопределенной зоны, которая близка к линии нулевого направления тока повреждения.

Направление, указываемое блоком, может быть «Forward» (Вперед), «Reverse» (Назад) или «ndef» (неопределенное).

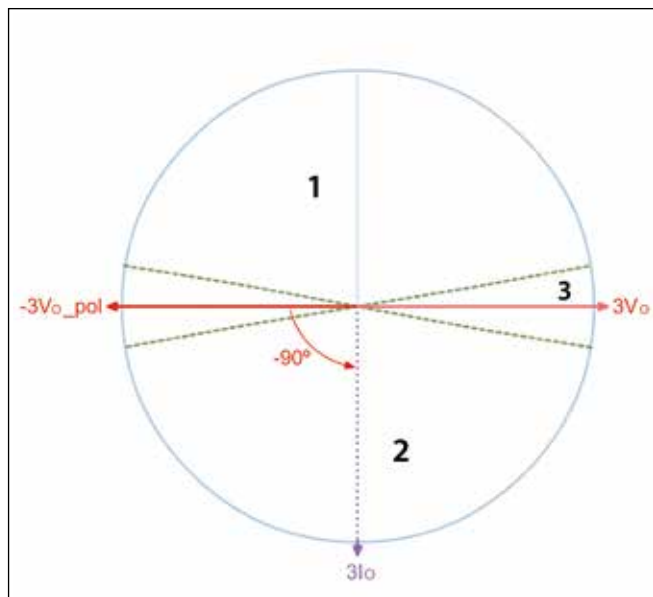
Зона направления «Вперед» определяется по следующей формуле:

$$U_{pol}^\circ - Char. Ang. - (90^\circ - Ind. Zone) < FORWARD ZONE < U_{pol}^\circ - Char. Ang. + (90^\circ - Ind. Zone)$$

Зона направления «Назад» будет противоположна зоне «Вперед». Другими словами, приведенную выше формулу необходимо развернуть на 180° , чтобы получить выражение, определяющее зону направления «Назад».

Блоки будут показывать направление «ndef», если они находятся в неопределенной зоне или напряжение поляризации меньше уставки V_{min} .

На рисунке показан пример работы направленного блока нулевой последовательности:



1	Назад
2	Вперед
3	Неопределенная зона

Рис. 4.4. Направленный блок защиты нулевой последовательности

Критерий мощности

Критерий мощности блоков максимальной токовой направленной защиты от замыканий на землю с вычислением или измерением тока нулевой последовательности основан на разности фаз между сигналом поляризации ($-3V_0$) и сигналом остаточного тока ($3I_0$), а также величине остаточной активной мощности.

Настройки для блоков максимальной токовой направленной защиты от замыканий на землю с вычислением или измерением тока нулевой последовательности, которые относятся к критерию мощности:

- **минимальная активная мощность нулевой последовательности:** минимальная остаточная активная мощность. Величина минимальной остаточной активной мощности (абсолютное значение), при которой может рассматриваться направление, отличное от ndef (т. е. «Вперед» или «Назад»). Различные диапазоны в соответствии с используемыми трансформаторами тока;
- **минимальное напряжение нулевой последовательности:** минимальное напряжение поляризации (от 0,5 кВ до 72,0 кВ). Величина напряжения поляризации, при которой блок считает угол надежно установленным и способен определить направление;
- **неопределенная зона:** угол неопределенной зоны (от $0,0^\circ$ до $90,0^\circ$). Угол формируется осью 90° и линией, которая определяет границы неопределенной зоны.

Направление, указываемое блоком, может быть «Forward» (Вперед), «Reverse» (Назад) или «ndef» (неопределенное).

Блок будет показывать направление «Вперед» при следующих условиях:

- сигнал остаточного тока ($3I_o$) падает в следующей зоне:

$$U_{pol} - (90^\circ - Ind. Zone) < FORWARD ZONE < U_{pol} + (90^\circ - Ind. Zone)$$

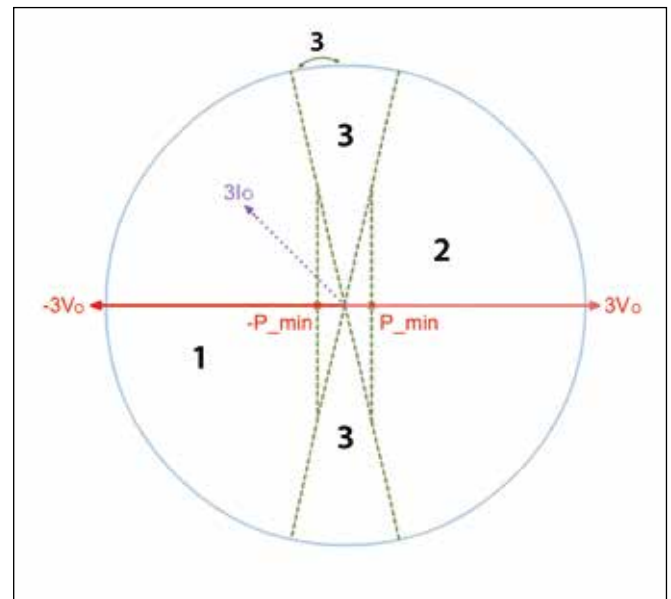
Остаточная активная мощность меньше, чем $-P_{min}$.

Зона направления «Назад» будет противоположна зоне «Вперед». Другими словами, приведенную выше формулу необходимо развернуть на 180° , чтобы получить выражение, определяющее зону направления «Назад». Кроме того, остаточная активная мощность должна быть больше, чем $+P_{min}$.

Блок будет показывать неопределенное направление при следующих условиях:

- остаточная активная мощность по абсолютному значению меньше, чем P_{min} ;
- величина напряжения поляризации меньше, чем уставка V_{min} ;
- эти условия обнаруживаются в неопределенной зоне (см. рис. ниже).

На рисунке показан пример работы направляющего блока нулевой последовательности с критерием мощности:



1	Назад
2	Вперед
3	Неопределенная зона

Рис. 4.5. Блок максимальной токовой направленной защиты от замыканий на землю с критерием мощности

4.4. Блок тепловой защиты

Системы ekor.rpa-100, модель 120 снабжены блоком тепловой защиты (49) для защиты линий и трансформаторов.

В определенных случаях перегрев защищаемого элемента невозможно обнаружить обычными устройствами защиты. Более того, множество элементов, установленных в системах электропитания, эксплуатируются близко к своим тепловым

ограничениям, что делает необходимым использование тепловых блоков в защитных устройствах для этих элементов.

Блок тепловой защиты представляет собой устройство, которое в соответствии с расчетным значением теплоемкости генерирует аварийные сигналы и сигналы выключения.

4.4.1. Расчетная теплоемкость

Система выполняет оценку теплоемкости с использованием фазных токов (I_A , I_B и I_C) по следующей формуле:

$$T_n = T_{n-1} + (T_{final} - T_{n-1}) \cdot (1 - e^{-\frac{\Delta t}{\tau}})$$

где:

T_n : расчетная теплоемкость в момент времени «n»

T_{n-1} : расчетная теплоемкость в момент времени «n-1»

Δt : интервал времени между последовательными моментами времени «n» и «n-1»

τ : коэффициент охлаждения или нагрева.

Если $T_{final}(\text{конечная}) < T_{n-1}$, то в формуле будет применяться коэффициент роста температуры. Если же $T_{final}(\text{конечная}) > T_{n-1}$, то в формуле будет применяться коэффициент охлаждения.

$T_{final}(\text{конечная})$: конечная теплоемкость. Эта величина рассчитывается на основе значений отрегулированного номинального тока и фазных токов по приведенной ниже формуле:

$$T_{final} = \left(\frac{I_{therm}}{I_n} \right)^2$$

I_{therm} (тепловой): расчетный средний тепловой ток на основе фазных токов:

$$I_{therm} = \sqrt{\frac{I_A^2 + I_B^2 + I_C^2}{3}}$$

Пример

Развитие теплоемкости, рассчитанной системой **для трансформатора 250 кВА в сети 30 кВ**, при следующих условиях:

$$A_{justes}: I_n = P_n / (\sqrt{3} \cdot U_n) \approx 5A, \tau c = 15 \text{ min у } \tau e = 30 \text{ min}$$

Последовательность I_{therm} , считанная оборудованием:

Интервал 1	Интервал 2	Интервал 3
От 0 мин до 100 мин	От 100 мин до 150 мин	От 150 мин до 250 мин
5,8 A	1,5 A	5,8 A

Таблица 4.1. I_{therm} , считанный системой

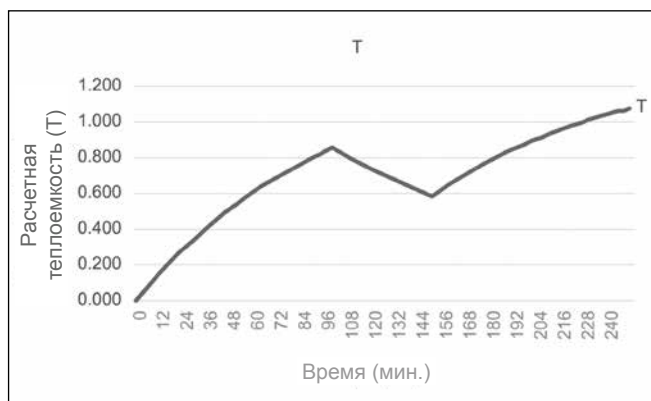


Рис. 4.6. Расчетная теплоемкость

Начиная с исходной теплоемкости 0%, на протяжении первых 100 минут, когда ток на 16% превышает номинальный (5,8 A), расчетная теплоемкость достигает значения 84,6%.

В течение последующих 50 минут ток падает до 30% номинального значения (1,5 A), и это приводит к падению теплоемкости до 58,4%.

Третий интервал идентичен интервалу 1 и был выбран для проверки эффекта памяти расчетной теплоемкости. Другими словами, используется ток, который на 16% выше, чем номинальный (5,8 A), на протяжении 100 минут. После истечения этих 100 минут наблюдается рост теплоемкости до 106,3%, что превышает 100% (стандартную уставку уровня выключения).

Это различие расчетной теплоемкости между интервалами 1 и 3 вызвано тем, что в расчет принималось предшествующее состояние. Таким образом, если первый интервал начинается с теплоемкости равной 0%, то третий интервал начинается с теплоемкости, аккумулированной к тому моменту, с учетом всех тепловых напряжений, которые испытал защищаемый элемент. Это означает, что расчетные теплоемкости на этих интервалах времени различны.

4.4.2. Функциональные возможности

Блок тепловой защиты включается (по аварийному сигналу), если значение теплоемкости превышает уставку уровня аварийного сигнала (%), и срабатывает каждый раз, когда уставка уровня выключения превышена (%). Как только блок сработал, то восстановление в исходное состояние происходит после падения теплоемкости ниже уставки уровня возврата в исходное состояние готовности к срабатыванию.

Настройки для блока теплового изображения:

- **включение блока:** включение/выключение блока (ВКЛ./ВЫКЛ.);
- **коэффициент роста температуры:** коэффициент роста температуры (от 3 мин до 60 мин);
- **коэффициент охлаждения:** коэффициент охлаждения (от 3 мин до 180 мин);
- **уровень аварийного сигнала:** порог аварийного сигнала в процентах. Значение теплоемкости в процентах, после которого возникает ситуация аварийного сигнала (от 80% до 100%);
- **уровень срабатывания:** порог срабатывания в процентах. Значение теплоемкости в процентах, после которого происходит выключение по перегреву (от 100% до 200%);
- **уровень возврата в исходное состояние готовности к срабатыванию:** порог возврата в исходное состояние. Значение теплоемкости в процентах, ниже которого происходит возврат блока в исходное состояние (от 50% до 99%);
- **номинальный ток:** номинальный ток на защищаемом элементе. Различные диапазоны в соответствии с используемыми трансформаторами тока.

Время, затрачиваемое на достижение срабатывания (выключения) на основе теплоемкости, равной нулю, рассчитывается по приведенной ниже формуле:

$$t_{(s)} = \tau_c \cdot \ln \frac{(I_{therm}/I_n)^2}{(I_{therm}/I_n)^2 - 1}$$

где:

t: время срабатывания защиты

τ_c : коэффициент роста температуры

I_n : скорректированный номинальный ток

I_{therm} (тепловой): расчетный средний тепловой ток на основе фазных токов

Времена срабатывания для разных коэффициентов роста температуры показаны на графиках ниже:

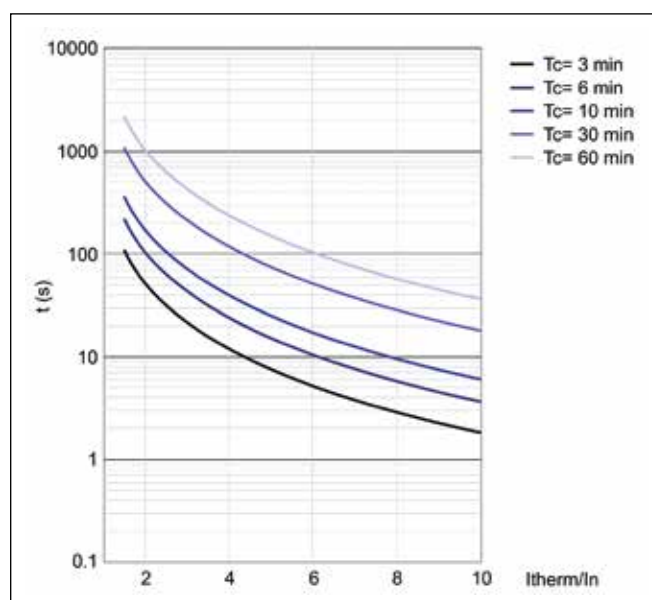
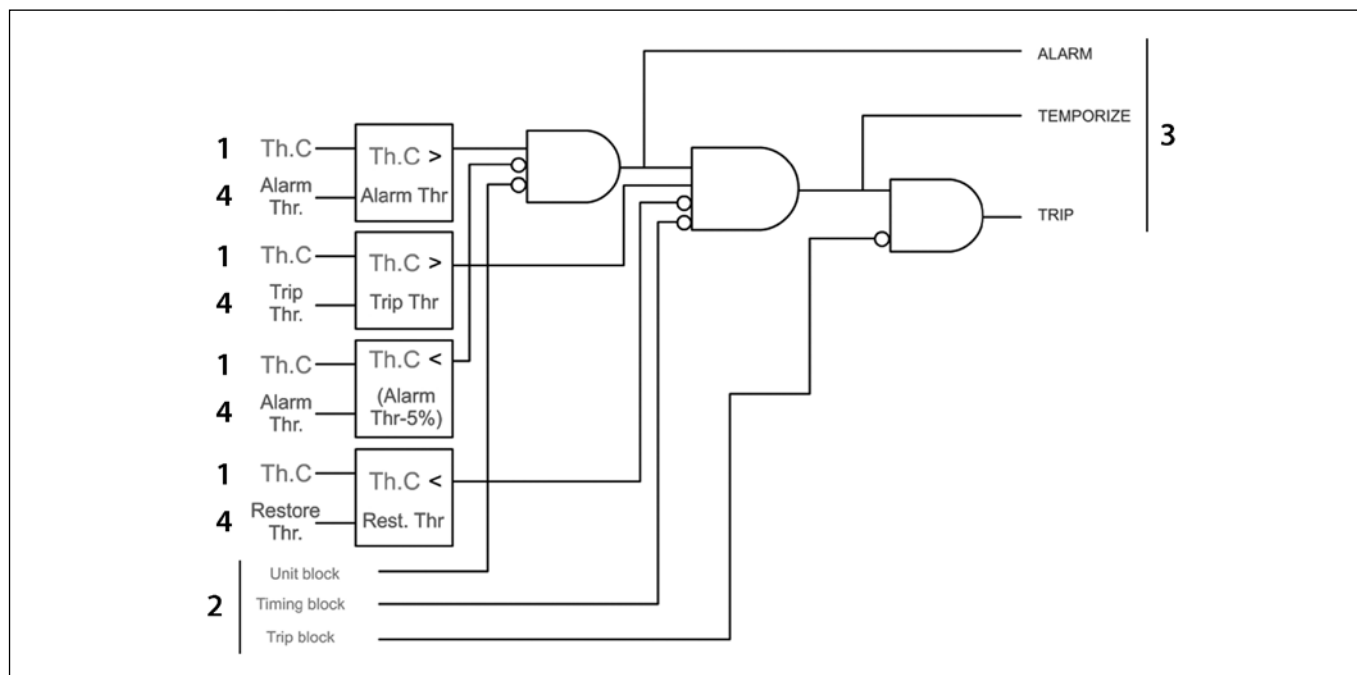


Рис. 4.7. Время срабатывания защиты

4.4.3. Блок-схема

Блок тепловой защиты соответствует блок-схеме, приведенной ниже:



1	Измерение
2	Входной сигнал
3	Выходной сигнал
4	Настройки

Рис. 4.8. Блок-схема

Блок тепловой защиты выдает следующие сигналы:

- **«Alarm» (Аварийный сигнал):** активируется, когда расчетная абсолютная величина теплоемкости (Th. C) превышает уставку «Порог аварийного сигнала», и деактивируется, когда расчетная величина теплоемкости (Th. C) падает ниже уставки «Порог аварийного сигнала – 5%»;
- **«Temporize» (Ожидание):** активируется, когда расчетная абсолютная величина теплоемкости (Th. C) превышает уставку «Порог срабатывания», и деактивируется, когда расчетная величина теплоемкости (Th. C) падает ниже уставки «Возврат порога в исходное состояние»;
- **«Trip» (Отключение):** активируется, когда сигнал «Ожидание» активируется, и деактивируется, когда расчетное значение теплоемкости (Th. C) падает ниже уставки «Возврат порога в исходное состояние»;

Кроме того, блок тепловой защиты может блокироваться узлом блокирования максимального тока, подробное описание которого представлено в последующих разделах.

Блок тепловой защиты может блокироваться тремя различными путями:

- **блокирование блока:** блокирует блок, предотвращая запуск, пока этот вход остается активным;
- **блокирование времени отсчета:** блокирует блок, разрешая запустить аварийный сигнал, но запрещая сигналы «Ожидание» или «Отключение»;
- **блокирование отключения:** блоку разрешается продвигаться, и он блокируется до выдачи команды отключения.

4.5. Блок максимальной токовой защиты обратной последовательности

Системы **ekor.rpa-100**, модель 120, снабжены блоком максимальной токовой защиты обратной последовательности (46BC).

Обычные функции защиты не могут обнаружить условия, при которых один из проводов оборван.

Блок максимальной токовой защиты обратной последовательности (46 *Обрыв провода*) может использоваться для обнаружения оборванных проводов путем контроля токов последовательности, а также обнаружения других групп условий, подробное описание которых представлено в данном разделе.

4.5.1. Расчет токов обратной последовательности

В блок максимальной токовой защиты обратной последовательности подаются токи обратной последовательности (I_1 , I_2 и I_0), предварительно вычисленные системой.

Вычисление токов обратной последовательности выполняется по следующим формулам:

$$\bar{I}a^{(0)} = \frac{1}{3} \cdot [\bar{I}a + \bar{I}b + \bar{I}c]$$

$$\bar{I}a^{(1)} = \frac{1}{3} \cdot [\bar{I}a + a \cdot \bar{I}b + a^2 \cdot \bar{I}c]$$

$$\bar{I}a^{(2)} = \frac{1}{3} \cdot [\bar{I}a + a^2 \cdot \bar{I}b + a \cdot \bar{I}c]$$

где

$$a = 1 \angle 120^\circ = e^{j\frac{2\pi}{3}} = -\frac{1}{2} + j \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

При известных составляющих последовательности фазы А составляющие последовательности В и С будут идентичны по модулю, но с угловым расхождением 120° в случае прямой и обратной последовательности, и с тем же самым углом в случае нулевой последовательности.

На рисунке, представленном ниже, показан пример расчета последовательности на основе несимметричной системы. Наблюдается, что система имеет значительную обратную

составляющую, но нулевая последовательность отсутствует (ситуация, которая может возникнуть в линиях, которые неоднородно нагружены по трем фазам).

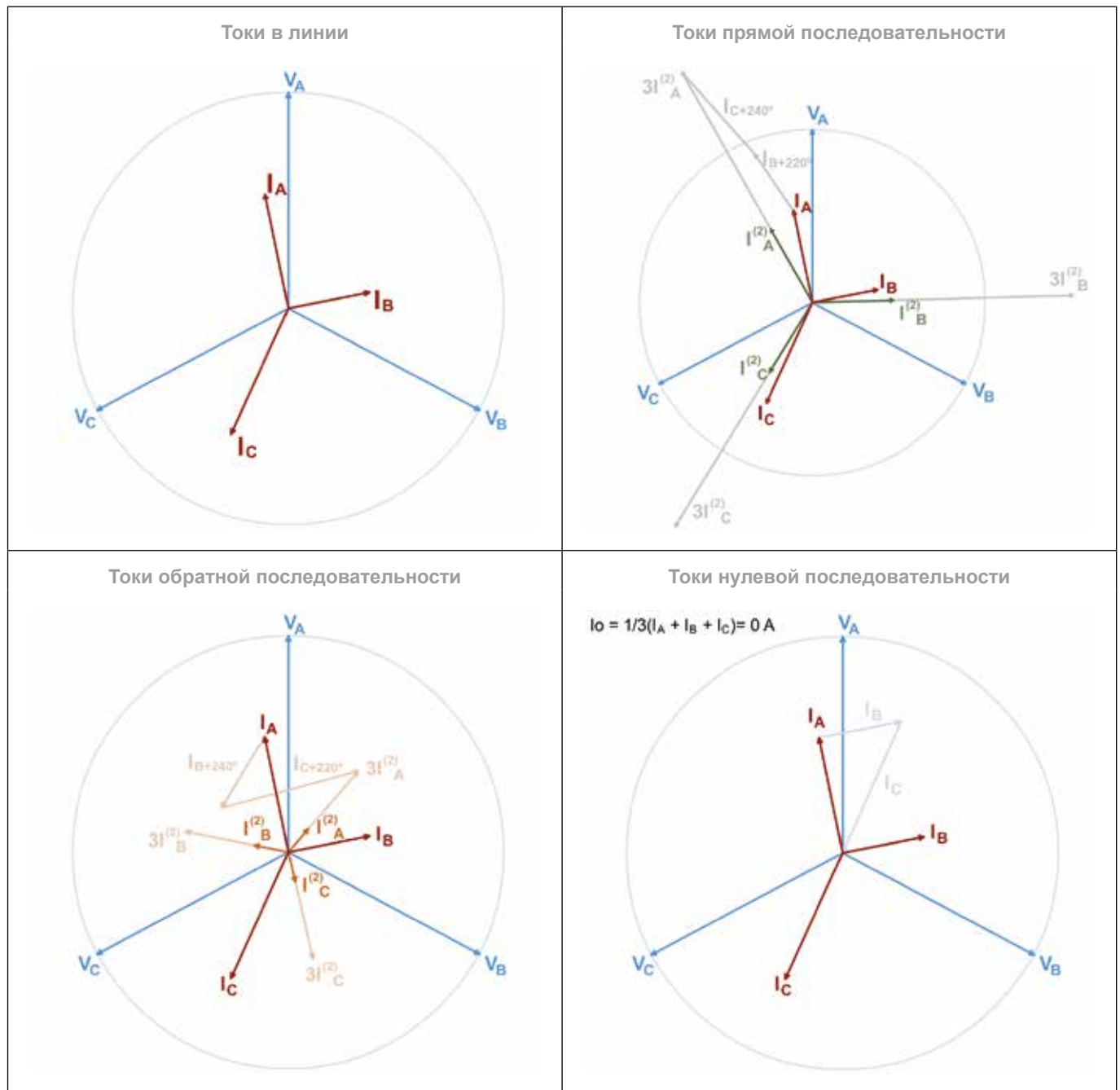


Рис. 4.9. Расчет последовательностей

Другим примером, который применим для случая обрыва провода, может быть следующий: в одной из фаз нет тока (без

емкостных токов, которые могут протекать через оборванный провод), а две других — фазы противоположного направления:

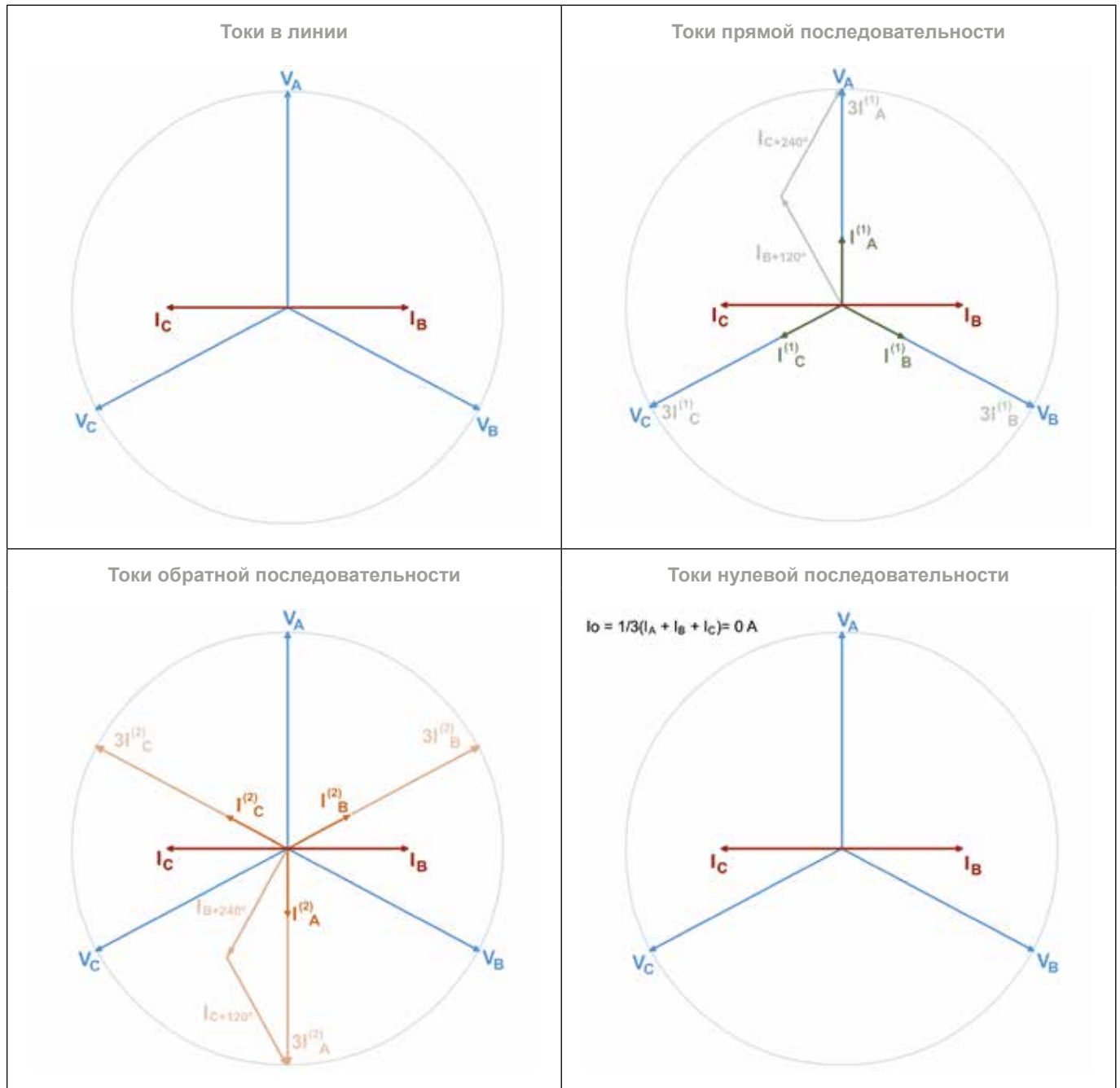


Рис. 4.10. Расчет последовательностей

4.5.2. Функциональные возможности

Блок максимальной токовой защиты обратной последовательности включается при выполнении ряда условий, описание которых представлено ниже, и возвращается в исходное состояние при обнулении любого из этих условий. Отключение происходит, когда блок запускается по уставке времени.

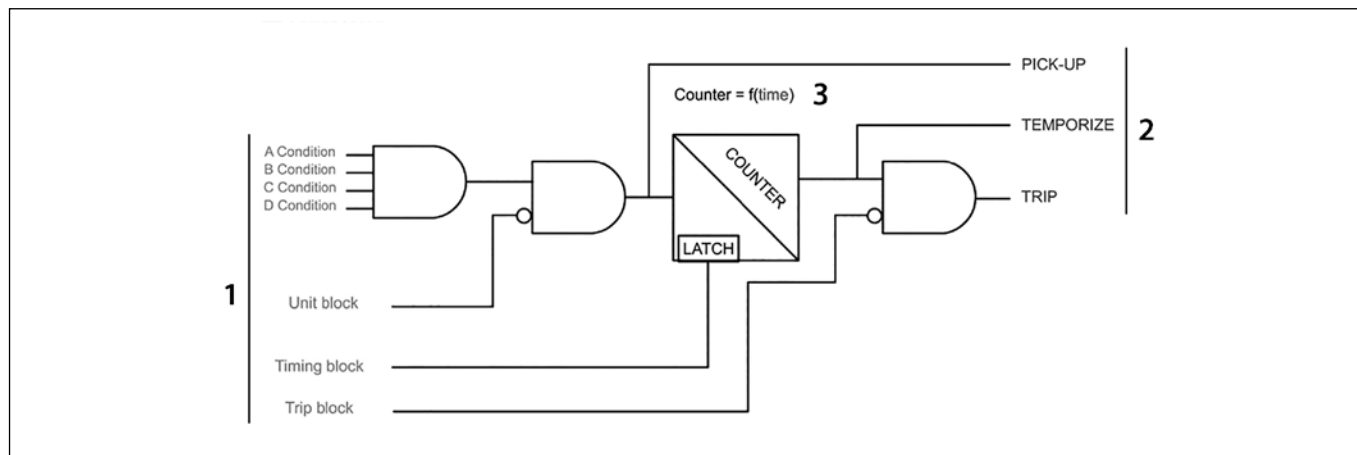
Настройки для блока обнаружения обрыва провода:

- **включение блока:** включение/выключение блока (ВКЛ./ВЫКЛ.);
- **базовый ток:** абсолютная величина, используемая для вычисления соотношений. Может быть I_1 (прямая последовательность) или I_n (номинальный ток в первичной обмотке трансформатора тока). Значение I_n меняется в зависимости от используемых трансформаторов тока;
- **пуск блока:** пусковая величина I_2 (обратная последовательность)/ I_b (базовый ток) (от 0,05 до 0,5 броска тока).
- **выдержка времени блока:** время выдержки срабатывания блока (от 0,05 с до 600,00 с).

- **минимальный порог тока для фаз:** величина фазного тока, ниже которой считается, что линия разомкнута. Несмотря на то, что линия действительно разомкнута, может существовать ток, протекающий через эту фазу (через емкостные элементы линий, поскольку эта линия продолжает снабжать электроэнергией некоторые станции, расположенные перед оборванным проводом). Различные диапазоны в соответствии с используемыми трансформаторами тока;
- **максимальный порог тока для нулевой последовательности:** максимальное отношение I_0 (нулевая последовательность)/ I_b (базовый ток), при котором считается произошедшим однофазное короткое замыкание, а не обрыв провода (от 0,00 до 0,5 броска тока). Если уставка равна 0,00, то блок 46BS не выполняет никакой проверки тока нулевой последовательности.

4.5.3. Блок-схема

Блок максимальной токовой защиты обратной последовательности соответствует блок-схеме, приведенной ниже:



1	Входной сигнал
2	Выходной сигнал
3	Настройки

Рис. 4.11. Блок-схема

Существуют четыре условия для запуска блока обнаружения обрыва провода:

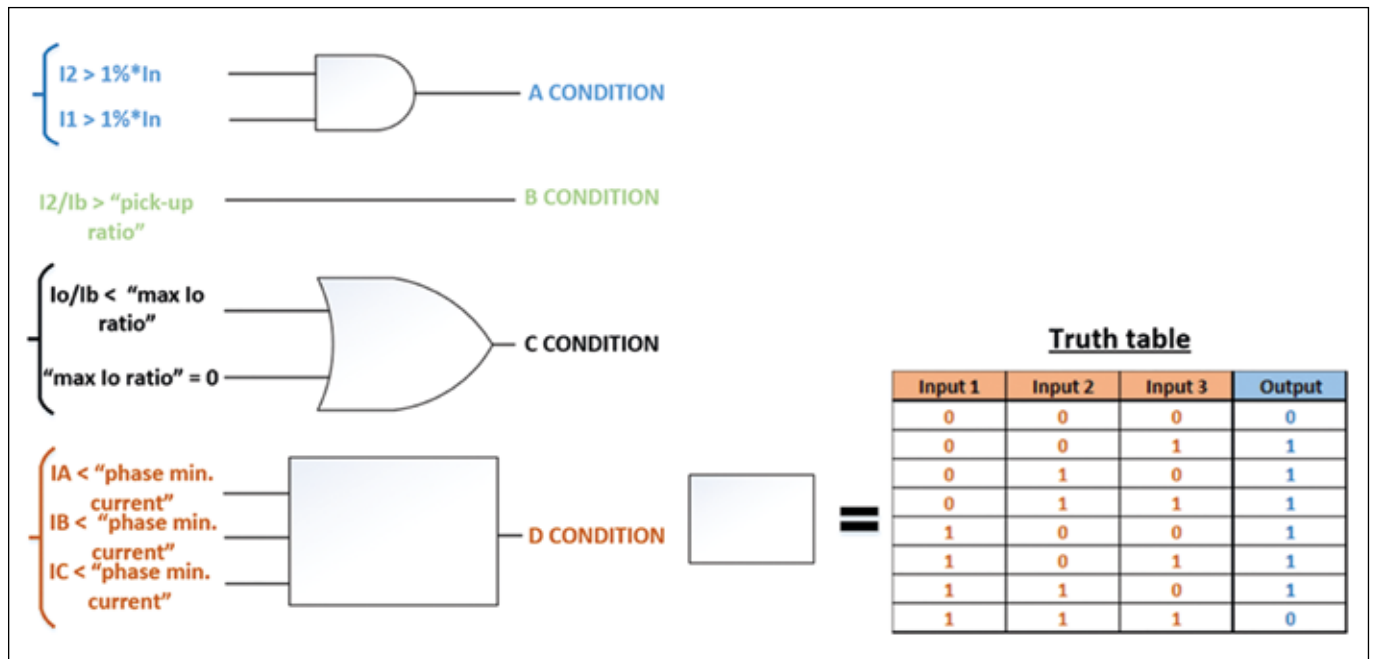


Рис. 4.12. Условия A, B, C и D

Блок максимальной токовой защиты обратной последовательности выдает следующие сигналы:

- **«Pick up» (Бросок тока):** активируется, когда одновременно возникают четыре условия, и деактивируется, когда любое из четырех условий более не выполняется;
- **«Temporize» (Ожидание):** активируется, когда сигнал «Бросок тока» остается активным в установленный промежуток времени, и деактивируется, когда любое из четырех условий более не выполняется;
- **«Trip» (Отключение):** активируется, когда сигнал «Ожидание» активируется, и деактивируется, когда любое из четырех условий более не выполняется.

Кроме того, блок максимальной токовой защиты обратной последовательности может блокироваться узлом **блокирования максимального тока**, подробное описание которого представлено в последующих разделах.

Блок максимальной токовой защиты обратной последовательности может блокироваться тремя различными путями:

- **блокирование блока:** блокирует блок, предотвращая запуск, пока этот вход остается активным;
- **блокирование времени отсчета:** значение счетчика времени замораживается, пока этот вход остается активным;
- **блокирование выключения:** блоку разрешается продвигаться, и он блокируется до выдачи команды выключения.

4.6. Блоки защиты максимального и минимального напряжения

Системы ekor.rpa-100, модель 120, снабжены следующими блоками защиты максимального и минимального напряжения:

Фазные:

1. Три фазных блока защиты максимального и минимального напряжения с выдержкой времени (3 x 59_TEMP).
2. Три фазных блока защиты максимального напряжения без выдержки времени (3 x 59_INST).
3. Три фазных блока защиты минимального напряжения с выдержкой времени (3 x 27_TEMP).
4. Три фазных блока защиты минимального напряжения без выдержки времени (3 x 27_INST).

Нулевой последовательности (вычислительные):

1. Блок защиты максимального напряжения нулевой последовательности с выдержкой времени (1 x 59N_TEMP).
2. Блок защиты максимального напряжения нулевой последовательности без выдержки времени (1 x 59N_INST).

4.6.1. Блоки защиты максимального напряжения с выдержкой времени

Блоки фазной защиты и защиты нулевой последовательности с выдержкой времени запускаются, если величина абсолютного значения (единичное или комплексное напряжение, которое может быть установлено пользователем) для каждого блока ниже величины уставки срабатывания в 1,05 раза, и возврата в исходное состояние, когда эта величина превышает 0,95 от величины уставки.

Отключение происходит, когда блок запускается по уставке времени. Это время может регулироваться путем выбора различных типов кривых в соответствии со стандартами IEC (Международная электротехническая комиссия) и ANSI (Американский национальный институт стандартов). Кривые, реализованные в блоках защиты от перенапряжения или пониженного напряжения, идентичны кривым, реализованным в блоках защиты от максимальных токов.

Настройки для блоков с выдержкой времени:

- **включение блока:** включение/выключение блока (ВКЛ./ВЫКЛ.);
- **рабочее напряжение:** выбор абсолютной величины для работы: единичное или комплексное напряжение («Фаза-нейтраль» или «Фаза-фаза»);
- **пуск блока:** пусковое напряжение блока (от 0,5 кВ до 72,0 кВ);
- **кривая зависимости от времени:** тип кривой (IEC DT, IEC NI, IEC VI, IEC EI, IEC LTI, IEC STI, ANSI LI, ANSI NI, ANSI VI, ANSI EI);
- **временной индекс обратозависимой кривой:** временной индекс, также известный как шкала уставок времени (от 0,05 до 1,60). Эта настройка применяется ко всем типам кривых, за исключением IEC DT;
- **заданное время:** время выдержки срабатывания блока (от 0,00 с до 100,00 с). Эта настройка применяется только к кривым типа IEC DT.

4.6.2. Блоки защиты максимального напряжения без выдержки времени

Блоки фазной защиты и защиты нулевой последовательности с выдержкой времени запускаются, если величина абсолютного значения для каждого блока превышает величину уставки срабатывания в 1,00 раза, и возврата в исходное состояние, когда эта величина падает ниже 0,95 от величины уставки.

Отключение происходит, когда блок запускается по уставке времени.

Настройки для блоков без выдержки времени:

- **включение блока:** включение/выключение блока (ВКЛ./ВЫКЛ.);
- **рабочее напряжение:** выбор абсолютной величины для работы: единичное или комплексное напряжение («Фаза-фаза» или «Фаза-нейтраль»);
- **пуск блока:** пусковое напряжение блока (от 0,5 кВ до 72,0 кВ);
- **заданное время:** время выдержки срабатывания блока (от 0,00 с до 100,00 с).

4.6.3. Блоки защиты от минимального напряжения с выдержкой времени

Блоки фазной защиты с выдержкой времени запускаются, если величина абсолютного значения (единичное или комплексное напряжение, которое может быть установлено пользователем) для каждого блока ниже 0,95 величины уставки срабатывания, и возврата в исходное состояние, когда эта величина превышает 1,05 от величины уставки.

Отключение происходит, когда блок запускается по уставке времени. Это время может регулироваться путем выбора различных типов кривых в соответствии со стандартами IEC (Международная электротехническая комиссия) и ANSI (Американский национальный институт стандартов). Кривые, реализованные в блоках защиты максимального или минимального напряжения, идентичны кривым, реализованным в блоках максимальной токовой защиты.

Настройки для блоков с выдержкой времени:

- **включение блока:** включение/выключение блока (ВКЛ./ВЫКЛ.);
- **рабочее напряжение:** выбор абсолютной величины для работы: единичное или комплексное напряжение («Фаза-нейтраль» или «Фаза-фаза»);
- **пуск блока:** пусковое напряжение блока (от 0,5 кВ до 72,0 кВ);
- **кривая зависимости от времени:** тип кривой (IEC DT, IEC NI, IEC VI, IEC EI, IEC LTI, IEC STI, ANSI LI, ANSI NI, ANSI VI, ANSI EI);
- **временной индекс обратнозависимой кривой:** временной индекс, также известный как шкала уставок времени (от 0,05 до 1,60). Эта настройка применяется ко всем типам кривых, за исключением IEC DT;
- **заданное время:** время выдержки срабатывания блока (от 0,00 с до 100,00 с). Эта настройка применяется только к кривым типа IEC DT.

4.6.4. Блоки защиты минимального напряжения без выдержки времени

Блоки фазной защиты без выдержки времени запускаются, если величина абсолютного значения (единичное или комплексное напряжение, которое может быть установлено пользователем) для каждого блока ниже 1,00 величины уставки срабатывания, и возврата в исходное состояние, когда эта величина превышает 1,05 от величины уставки.

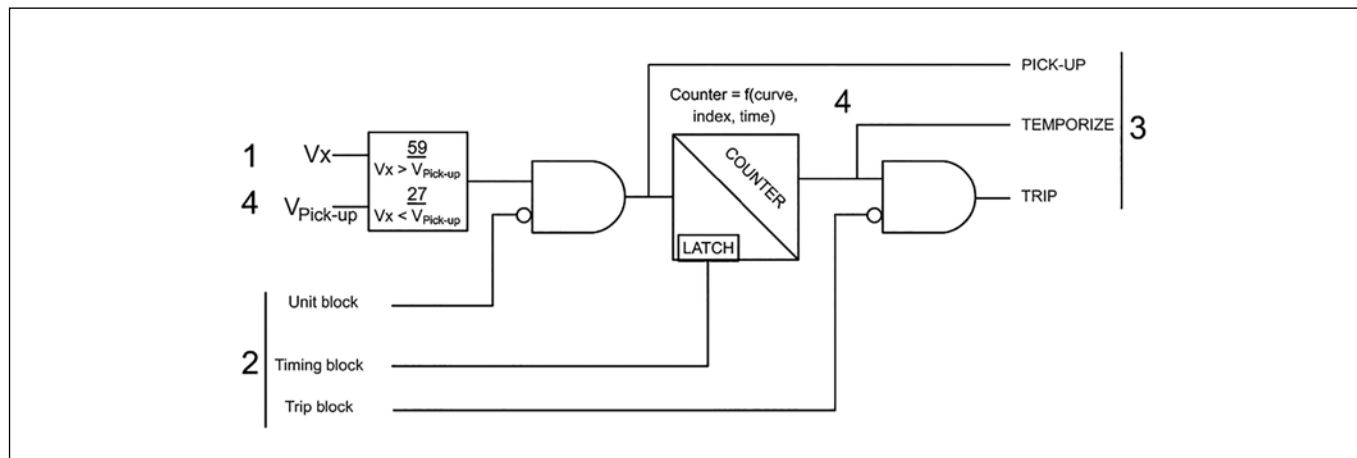
Отключение происходит, когда блок запускается по уставке времени.

Настройки для блоков без выдержки времени:

- **включение блока:** включение/выключение блока (ВКЛ./ВЫКЛ.);
- **рабочее напряжение:** выбор абсолютной величины для работы: единичное или комплексное напряжение («Фаза-фаза» или «Фаза-нейтраль»);
- **пуск блока:** пусковое напряжение блока (от 0,5 кВ до 72,0 кВ);
- **заданное время:** время выдержки срабатывания блока (от 0,00 с до 100,00 с).

4.6.5. Блок-схема

Любой блок защиты максимального и минимального напряжения соответствует схеме, приведенной ниже.



1	Измерение
2	Входной сигнал
3	Выходной сигнал
4	Настройки

Рис. 4.13. Блок-схема

Схема представляет, что каждый раз, когда абсолютное значение в реальном масштабе времени (V_x): а) выше, в случае блоков защиты максимального напряжения: 59; или б) ниже, в случае блоков защиты минимального напряжения: 27, чем значение уставки ($V_{pick-up}$), счетчик времени выполняет обратный отсчет (счетчик: f (кривая, индекс, время) срабатывания до полного истечения времени.

Если измеренная абсолютная величина (V_x) падает (блоки защиты максимального напряжения: 59) или возрастает (блоки защиты минимального напряжения: 27) относительно уставки ($V_{pick-up}$), то блок и счетчик возвращаются в исходное состояние и блок не выполняет никаких действий.

Все блоки выдают следующие сигналы:

- **«Pick-up» (Бросок тока):** активируется, если измеренная абсолютная величина (V_x) выше (блоки защиты максимального напряжения: 59) или ниже (блоки защиты минимального напряжения: 27) значения уставки (уставка $I_{pick-up}$), и деактивируется, когда измеренное значение ниже (блоки защиты максимального напряжения: 59) или выше (блоки защиты минимального напряжения: 27) значения уставки;
- **«Temporize» (Ожидание):** активируется, когда счетчик времени завершает отсчет, и деактивируется, когда измеренное значение ниже (блоки защиты максимального напряжения: 59) или выше (блоки защиты минимального напряжения: 27) значения уставки;
- **«Trip» (Отключение):** активируется, когда сигнал «Ожидание» активируется, и деактивируется, когда измеренное значение ниже (блоки защиты максимального напряжения: 59) или выше (блоки защиты минимального напряжения: 27) значения уставки.

Кроме того, блоки защиты максимального напряжения или минимального напряжения могут блокироваться узлом **блокирования максимального тока**, подробное описание которого представлено в последующих разделах.

Также блоки защиты максимального напряжения или минимального напряжения могут блокироваться тремя различными путями:

- **блокирование блока:** блокирует блок, предотвращая запуск, пока этот вход остается активным;
- **блокирование времени отсчета:** значение счетчика времени замораживается, пока этот вход остается активным;
- **блокирование выключения:** блоку разрешается продвигаться, и он блокируется до выдачи команды отключения.

4.7. Узел блокировки второй гармоники

Системы ekor.rpa-100 снабжены узлом блокировки второй гармоники.

Эта функция блокирует блоки максимальной токовой защиты каждый раз при выполнении условий подачи напряжения на трансформатор:

- высокое значение фундаментального тока;
- высокое значение второй гармоники тока.

4.7.1. Функциональные возможности

Узел блокировки второй гармоники имеет 5 модулей, по одному для каждого тока (I_A , I_B , I_C , I_N и I_{NS}). Каждый из этих модулей выдает блокирующие сигналы, связанные с блоком максимальной токовой защиты, при одновременном выполнении следующих условий:

- отношение между второй гармоникой и соответствующим фундаментальным током должно превышать уставку «*Пороговое отношение второй гармоники*»;
- фундаментальное значение соответствующего тока должно превышать уставку «*Мин. ток фазы / нулевой последовательности / чувствительной нулевой последовательности*».

Кроме того, следующие условия должны выполняться в модулях трехфазного тока (I_A , I_B и I_C):

- фундаментальное значение соответствующего тока должно быть ниже уставки «*Макс. фазный ток*».

Деактивация узла выполняется при возникновении любого из следующих условий:

- отношение между второй гармоникой и соответствующим фундаментальным током должно быть ниже уставки «*Порог второй гармоники*»;
- фундаментальное значение соответствующего тока должно быть ниже уставки «*Мин. ток фазы / нулевой последовательности / чувствительной нулевой последовательности*»;
- время, на протяжении которого узел остается заблокированным, должно быть ниже уставки «*Макс. время блокировки*»;
- фундаментальное значение соответствующего тока должно превышать уставку «*Макс. фазный ток*» (только модули для I_A , I_B и I_C).

Настройки для узла блокировки второй гармоники:

- **включение блока:** включение/выключение блока (ВКЛ./ВЫКЛ.);
- **порог второй гармоники:** порог второй гармоники тока (как процент относительно фундаментального тока), при котором условие второй гармоники выполняется (от 5,0% до 100,0%);
- **перекрестная блокировка:** настройка для выбора того, каким образом блокировка фазы (А, В или С) влияет на другие фазы (также известная под названием перекрестная блокировка). Возможные настройки:
 - **«OFF» (ВЫКЛ.):** указывает на отсутствие перекрестной блокировки. Другими словами, сигнал блокировки второй гармоники активируется только в тех фазах, в которых выполняются условия;
 - **1 OUT OF 3 (1 ИЗ 3):** указывает на наличие перекрестной блокировки. Другими словами, если в любой из трех фаз имеются условия блокировки, сигнал блокировки второй гармоники активируется во всех фазах (А, В и С);
 - **2 OUT OF 3 (2 ИЗ 3):** аналогично предыдущему случаю, за исключением того, что условия блокировки должны присутствовать как минимум в двух из трех фаз для того, чтобы активировать сигнал блокировки второй гармоники во всех фазах (А, В и С);
- **минимальный порог тока для фаз:** фундаментальный фазный ток, при котором условие соответствия минимальному фундаментальному току выполняется. Различные диапазоны в соответствии с используемыми трансформаторами тока;
- **минимальный порог тока для нулевой последовательности:** фундаментальный ток нулевой последовательности, при котором условие соответствия минимальному фундаментальному току выполняется. Различные диапазоны в соответствии с используемыми трансформаторами тока;
- **минимальный порог тока для чувствительной нулевой последовательности:** фундаментальный измеренный ток нулевой последовательности, при котором условие соответствия минимальному фундаментальному току выполняется. Различные диапазоны в соответствии с используемыми трансформаторами тока;
- **максимальный порог тока для фаз:** фундаментальный фазный ток, ниже которого условие соответствия максимальному фундаментальному фазному току выполняется. Различные диапазоны в соответствии с используемыми трансформаторами тока;
- **максимальное время блокировки:** максимальное время, в течение которого блокировка будет оставаться активной (от 0,01 с до 5,00 с). Если блок продолжает удерживать состояние по истечении этого времени, то узел будет приведен в исходное состояние, расцепляя блоки защиты от максимальных токов;
- **режим блокировки блоков защиты от максимальных токов:** режим, при котором может быть выполнено блокирование соответствующего блока защиты от максимальных токов («OFF» (ВЫКЛ.), «UNIT» (БЛОК), «TIMING» (ВЫДЕРЖКА ВРЕМЕНИ) или «TRIP» (ВЫКЛЮЧЕНИЕ)).

4.7.2. Блок-схема

Узел блокировки второй гармоники соответствует блок-схеме, приведенной ниже:

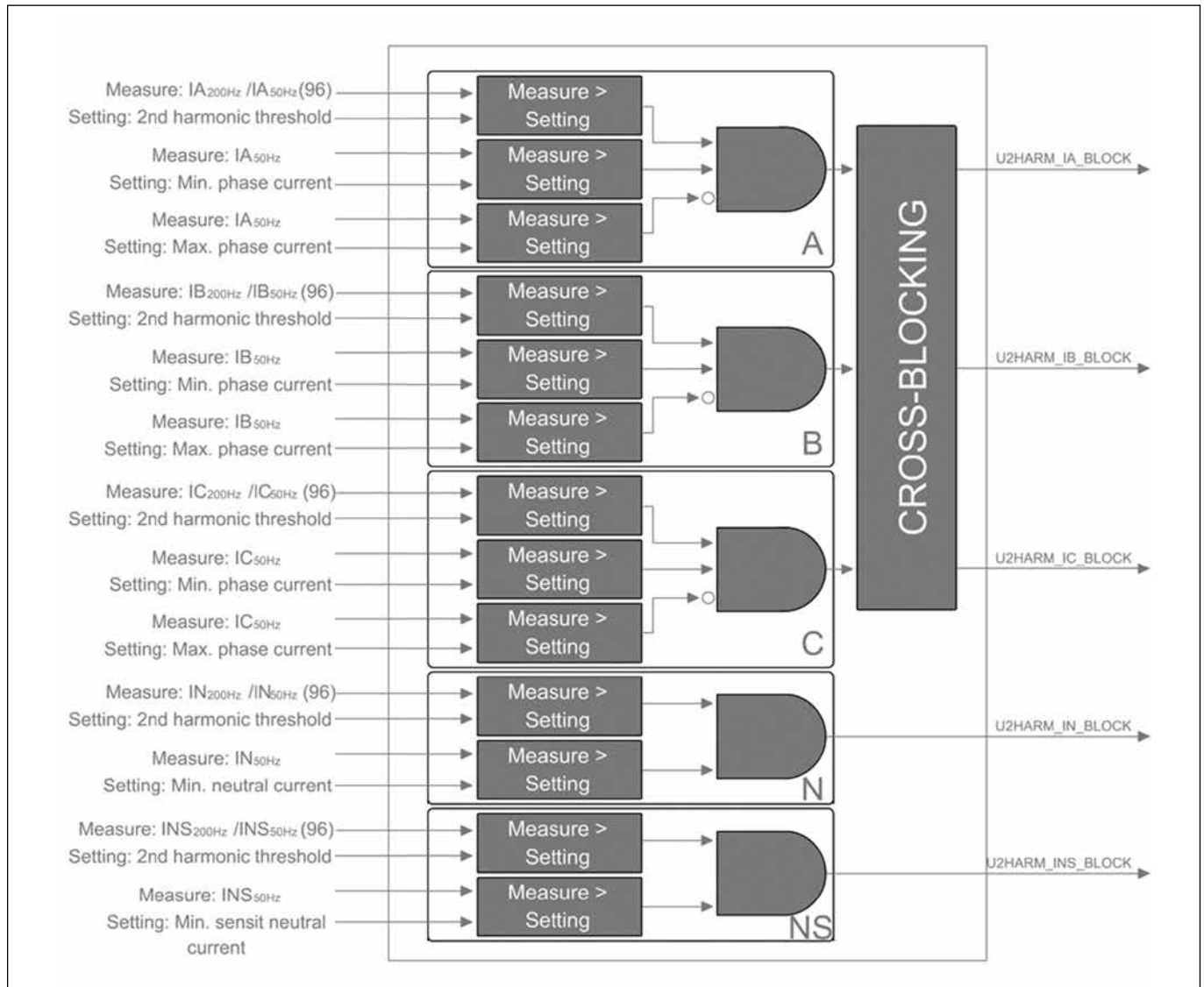


Рис. 4.14. Блок-схема

Узел блокировки второй гармоники выдает следующие сигналы:

- **UHARM_IA_BLOCK:** сигнал, который показывает, соответствует ли фаза А условиям, необходимым для блокировки второй гармоники;
- **UHARM_IB_BLOCK:** сигнал, который показывает, соответствует ли фаза В условиям, необходимым для блокировки второй гармоники;
- **UHARM_IC_BLOCK:** сигнал, который показывает, соответствует ли фаза С условиям, необходимым для блокировки второй гармоники;

- **UHARM_IN_BLOCK:** сигнал, который показывает, соответствует ли расчетная нейтраль условиям, необходимым для блокировки второй гармоники;
- **UHARM_INS_BLOCK:** сигнал, который показывает, соответствует ли компенсированная условиям, необходимым для блокировки второй гармоники.

Схема, представленная ниже, показывает прохождение сигналов блокировки второй гармоники к блокам максимальной токовой защиты:

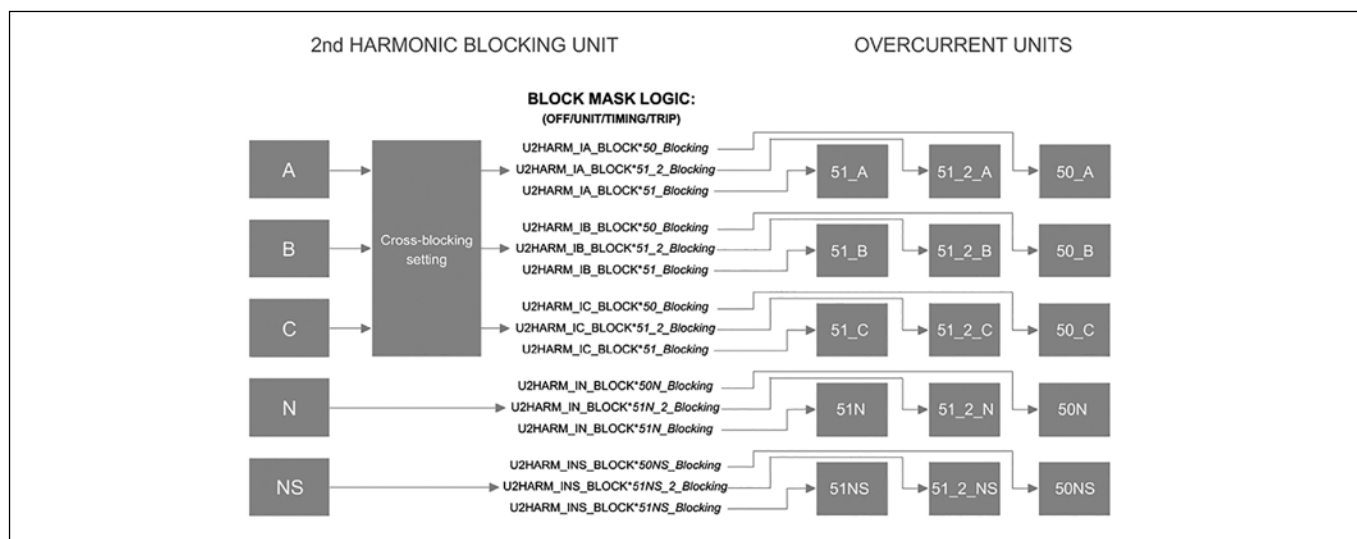


Рис. 4.15. Разводка по второй гармонике

Входные сигналы блокирования блоков максимальной токовой защиты являются результатом логики, реализуемой между сигналом блокирования «U2HARM_IX_BLOCK», который выдает узел блокировки второй гармоники, и настройкой «Blocking mode» (Режим блокировки) соответствующего блока максимальной токовой защиты. В результате каждый раз при существовании условий блокирования соответствующий блок максимальной токовой защиты блокируется тем путем, который указывается настройкой «Blocking mode» (Режим блокировки) связанного блока.

Возможные режимы блокирования:

- «**OFF**» (**ВЫКЛ.**): блок не блокируется даже при возникновении условий, необходимых для блокировки;
- «**UNIT**» (**БЛОК**): блокирует блок, предотвращая включение, каждый раз при возникновении условий, необходимых для блокировки;
- «**TIMING**» (**ВЫДЕРЖКА ВРЕМЕНИ**): величина счетчика времени замораживается каждый раз при возникновении условий, необходимых для блокировки;
- «**TRIP**» (**ОТКЛЮЧЕНИЕ**): позволяет блоку продвигаться вперед и блокирует его до выдачи команды выключения каждый раз при возникновении условий, необходимых для блокировки.

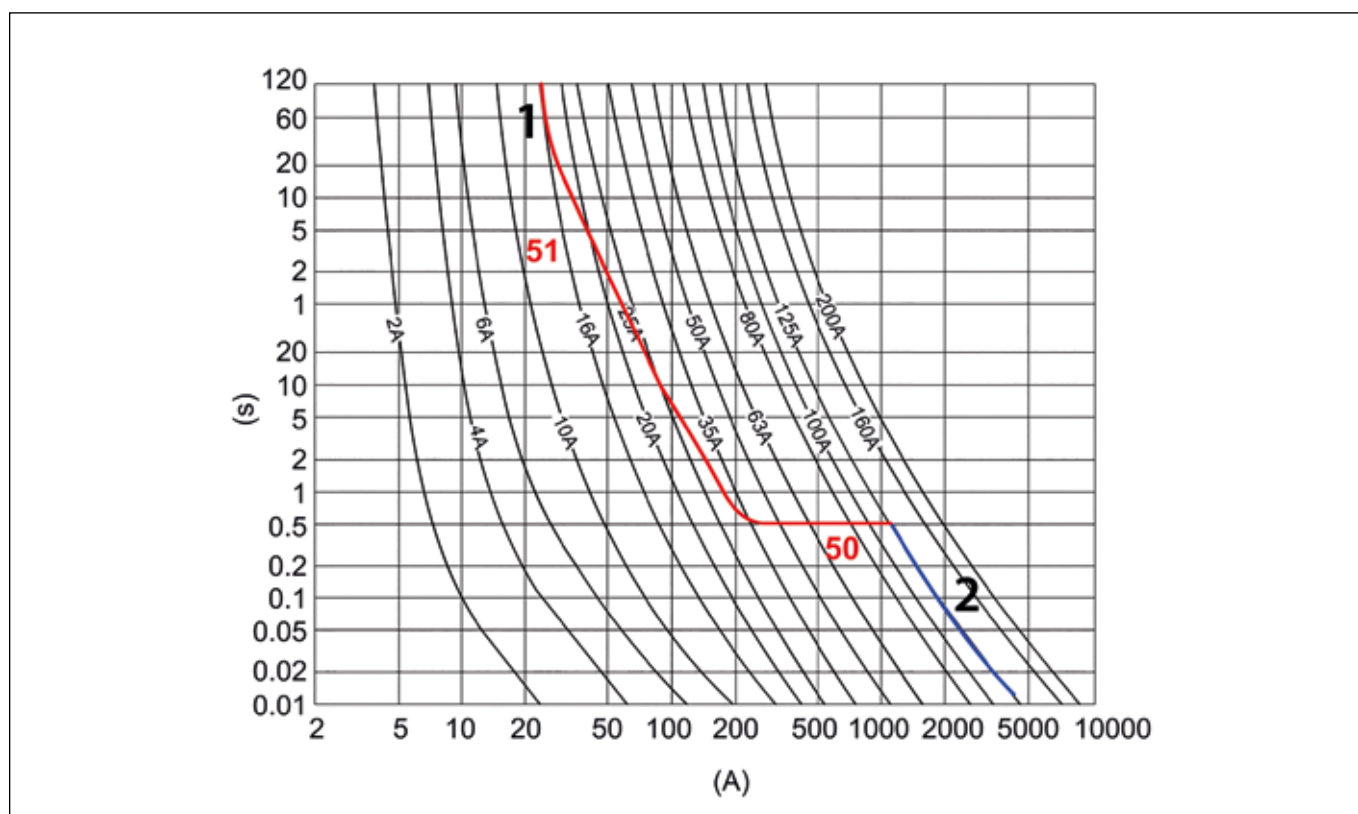
4.8. Блокировка максимальным током I_{max}

Узел блокировки максимального тока встроен в систему **ekor.rpa-100** типа «р» и используется в шкафах с защитой плавкими вставками, позволяя защитным устройства блокироваться при превышении определенных настроенных значений тока в линии.

Для величин ниже настройки тока в узлах блокировки максимального тока блок **ekor.rpa-100** будет элементом, ответственным за защиту. В противном случае, если ток превышает это значение, блок будет блокироваться, при этом ответственность за защиту возлагается на плавкие вставки.

Если ток в любой из трех фаз выше установленного значения в узле блокировки максимального тока, то **все защитные устройства будут заблокированы** до тех пор, пока значение тока не упадет ниже величины уставки.

Уставки для таких блоков недоступны пользователям и устанавливаются изготовителем в соответствии с характеристиками шкафа, в котором будет установлен блок **ekor.rpa-100**.



1	Релейная защита
2	Защита плавкими вставками

Рис. 4.16. Блокировка максимальным током I_{max}

5. Функции обнаружения, автоматизации и управления

5.1. Автоматизация устройства повторного включения

5.1.1. Функциональные возможности

Автоматизация повторного включения встраивается в системы **ekor.rpa-100**, которые используются в ячейках с автоматическим выключателем. Это позволяет выполнить автоматическое повторное включение линии, как только один из блоков защиты максимальной токовой защиты выдал команду на выключение и выключатель отключился.

Эта функция применяется главным образом в сетях с воздушными линиями электропередач, в которых большинство коротких замыканий представляют собой неустойчивые короткие замыкания: электрические дуги из-за сближения двух проводов, вызванного ветром, падением веток и т. п. Неустойчивые короткие замыкания могут устраняться мгновенным обесточиванием линии. По истечении промежутка времени, достаточного для деионизации воздуха, существует очень высокая вероятность того, что короткое замыкание вновь не произойдет после восстановления электроснабжения.

Устройство повторного включения, встроенное в системы **ekor.rpa-100**, трехполюсного типа, с одновременным повторным включением для трех фаз. Устройство повторного включения может выполнить до четырех попыток повторного включения и способно определить различные времена повторного включения для каждой из них. Кроме того, для однофазного замыкания на землю или между фазами существуют независимые уставки времени устройства повторного включения.

5.1.2. VREF

Существует опция управления повторным включением через статус, программируемый в пользовательском ПЛК (ESP_VREF). При использовании данной функции этот статус должен быть активным после отключения, чтобы обеспечить повторное включение. Когда этот статус активен, устройство продолжит цикл повторного включения согласно приведенному выше объяснению. В противном случае автоматизация будет ждать на протяжении времени, равного уставке T_{vref} , если выше-означенный статус деактивирован после отключения, и определено выполнит выключение, если он не будет активирован на протяжении этого времени.

Цикл устройства повторного включения запускается, когда любой из блоков максимальной токовой защиты срабатывает, а это устройство находится в автоматическом режиме и не заблокировано. В таких условиях реле ожидает на протяжении первого времени повторного включения и направляет командный сигнал автоматическому выключателю на включение.

Когда выключатель отключился, начинается отсчет времени блокировки. Аналогично временам устройства повторного включения, существуют 2 независимых времени блокировки: одно связано с однофазным замыканием на землю, а другое связано с коротким замыканием между фазами. Повторное включение считается успешным, если по истечении отсчета времени блокировки короткое замыкание исчезает после включения автоматического выключателя. Любое отключение, происходящее после этого, рассматривается как вызванное новым коротким замыканием, и повторно запускается первое время повторного включения.

Если после первого повторного включения возникает новое отключение до того, как время блокирования истекло, то оно рассматривается как вызванное тем же самым коротким замыканием, что означает, что функция начнет отсчет времени второго повторного отключения.

Объясненная выше логическая последовательность будет продолжаться до тех пор, пока не закончится количество настроенных повторных включений. Это означает, что короткое замыкание является устойчивым, и будет выполнено изменение на условие окончательного выключения.

Эта рабочая характеристика может быть полезной при контроле напряжения в шинах. Повторные включения могут быть сделаны зависимыми от присутствия напряжения в шинах путем связывания напряжения в шинах с программируемым статусом.

По умолчанию статус ESP_VREF будет 1, при этом функция, относящаяся к V_{ref} , остается деактивированной.

5.1.3. Настройки

Параметры настройки автоматизации устройства повторного включения следующие:

- **включение блока:** соответствует активации автоматизации устройства повторного включения («ON/OFF» (ВКЛ./ВЫКЛ.));
- **количество повторных включений:** определяет количество повторных включений (от 1 до 4);
- **время повторного включения для фаз:** время, которое проходит с момента выключения одного из фазных блоков защиты от максимальных токов до выдачи команды на повторное включение. Это можно использовать для определения разного отсчета времени для каждой из команд повторного включения, с 1-й по 4-ю (от 0,05 с до 600,00 с для первого повторного включения и от 1,00 с до 600,00 с для остальных повторных включений);
- **время повторного включения для нулевой последовательности:** время, которое проходит с момента отключения одного из блоков максимальной токовой защиты нулевой последовательности до выдачи команды на повторное включение. Это можно использовать для определения разного отсчета времени для каждой из команд повторного включения, с 1-й по 4-ю (от 0,05 с до 600,00 с для первого повторного включения и от 1,00 с до 600,00 с для остальных повторных включений);
- **разрешение повторного включения блока X:** эту уставку можно использовать для индивидуальной настройки — одни блоки защиты от максимальных токов будут обеспечивать повторное включение, а другие после своего срабатывания этого не сделают (ВКЛ./ВЫКЛ.);

- **время ожидания опорного напряжения:** определяет время ожидания после того, как блок максимальной токовой защиты сработает, и до тех пор, пока программируемый статус Vref не будет установлен на 1 (от 1,00 с до 600,00 с). Автоматизация переходит к окончательному отключению, если в течение этого времени статус не установится на 1;
- **время безопасности после повторного включения для фазных коротких замыканий:** определяет время, прошедшее с момента выдачи устройством повторного включения команды на повторное включение, и до тех пор, пока новый цикл не будет выполнен (от 1,00 с до 600,00 с). Это время используется в том случае, если повторное включение вызвано коротким замыканием между фазами;
- **время безопасности после повторного включения для однофазных замыканий на землю:** определяет время, прошедшее с момента выдачи устройством повторного включения команды на повторное включение, и до тех пор, пока новый цикл не будет выполнен (от 1,00 с до 600,00 с). Это время используется в том случае, если повторное включение вызвано однофазным замыканием на землю;
- **время безопасности после внешнего ручного включения:** определяется как время, в течение которого устройство повторного включения переходит в режим ожидания после ручного, локального или дистанционного включения (от 1,00 с до 600,00 с). Если в течение этого периода времени происходит отключение, то устройство повторного включения будет выдавать сигнал об окончательном отключении после ручного включения. Устройство повторного включения не переходит в режим ожидания, пока этот промежуток времени не закончится.

5.1.4. Состояния устройства повторного включения

Автоматизация повторного включения, встроенная в систему ekor.rpa-100, выдает ряд сигналов, информирующих об ее состоянии. Такими состояниями являются:

- **ручное/автоматическое:** в зависимости от настройки активации и полученных команд устройство повторного включения может находиться в состоянии ручного или автоматического режима:

Состояние	Настройка активации	Ручная/автоматическая команда
Автоматический	Вкл.	Автоматическая команда
Ручной	Вкл.	Автоматическая команда
Ручной	Откл.	Любая команда

Таблица 5.1. Состояние ручного/автоматического режима

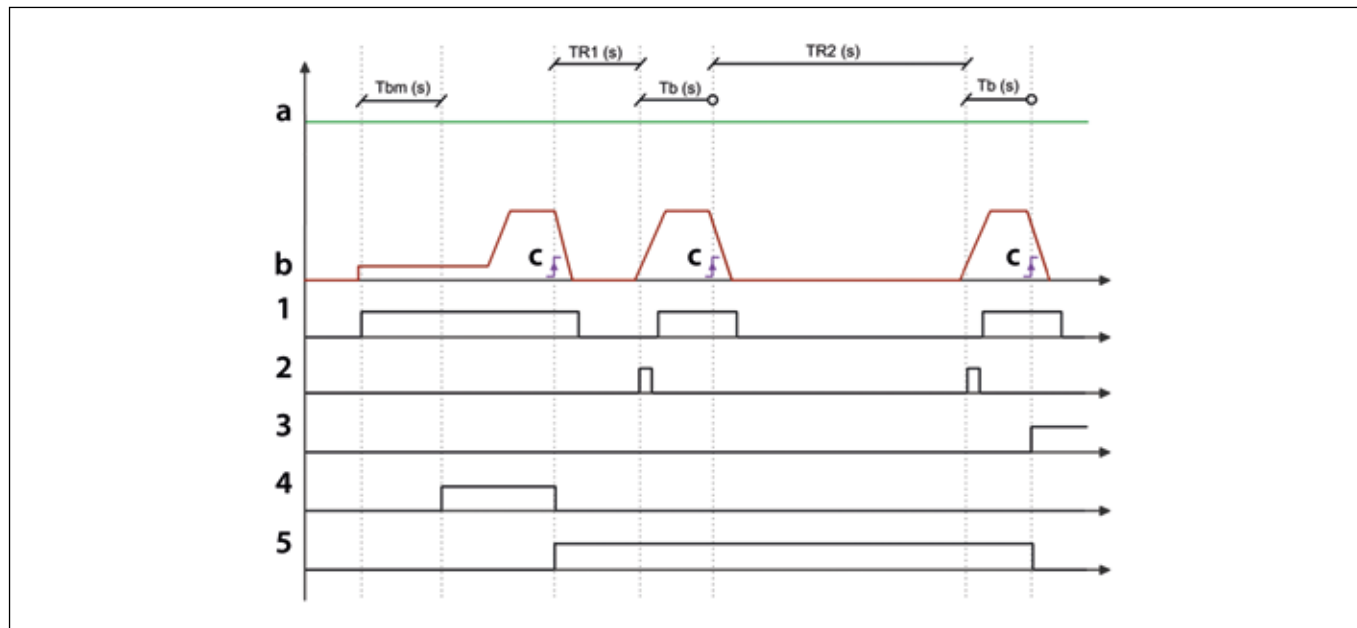
Когда настройка активации меняется с «ОТКЛ.» на «ВКЛ.», устройство запускается из автоматического состояния. Если устройство находится в состоянии ручного режима (по причине текущей настройки активации или полученной команды), то автоматизация устройства не будет работать в случае отключения по максимальному току;

- **заблокированное/разблокированное:** независимо от того, находится автоматизация устройства повторного включения в ручном или автоматическом состоянии, оно может блокироваться по причине ошибок, обнаруженных автоматизацией ошибки выключателя. Если такая автоматизация обнаруживает любой отказ в выключателе, то устройство повторного включения будет переключено в заблокированное состояние, таким образом предотвращая его дальнейшее функционирование в случае отключения по максимальному току.

Автоматизация устройства повторного включения будет работоспособной в случае различных отключений по максимальному току, только если она находится в автоматическом состоянии и не заблокирована. В этих состояниях она выдает следующие сигналы:

- **ожидание:** указывает на то, что устройство повторного включения ожидает отключения по максимальному току, чтобы запустить цикл устройства повторного включения;
- **действует:** указывает на то, что устройство повторного включения находится в цикле устройства повторного включения. Отсчитывается время устройства повторного включения либо отсчитывается время безопасности после повторного включения.

- **ОКОНЧАТЕЛЬНОЕ ОТКЛЮЧЕНИЕ:** указывает на то, что отключение, вызванное блоком защиты от максимальных токов, окончательное, и последующего повторного включения не произойдет.
- **КОМАНДА ПОВТОРНОГО ВКЛЮЧЕНИЯ:** это команда на замыкание выключателя, которую выдает автоматизация после выдержки времени соответствующего устройства повторного включения.



a	Напряжение на сборной шине
b	Токи в линии
c	Команда на отключение
1	Состояние переключателя
2	Команда повторного включения
3	Окончательное отключение
4	Ожидание
5	Действует

TR = Время повторного включения
 Tb = Время безопасности после повторного включения
 Tbm = Время безопасности после отключения вручную

Рис. 5.1. Команда повторного включения

5.2. Автоматизация наличия/отсутствия напряжения

5.2.1. Функциональные возможности

Данная автоматизация позволяет обнаружить наличие или отсутствие напряжения в тех линиях, где установлен блок ekor.гра.

Автоматизация наличия/отсутствия напряжения отдельно проверяет наличие или отсутствие напряжения в каждой из фаз линии. Существуют три входных сигнала — по одному на каждую фазу.

Кроме того, автоматизация определяет наличие напряжения в каждой фазе, когда измеренное напряжение превышает значение «уровня напряжения для наличия», представляющего процент от «напряжения сети», на протяжении времени, превышающего установленное значение «времени наличия напряжения». Подобным же образом автоматизация определяет отсутствие напряжения, когда напряжение падает ниже значения «уровня напряжения для отсутствия», представляющего процент от напряжения сети, на протяжении времени, превышающего установленное значение «времени отсутствия напряжения». Параметр «напряжение сети» является обычным номинальным междуфазным эксплуатационным напряжением линии среднего напряжения.



Рис. 5.2. Наличие/отсутствие напряжения

5.2.2. Настройки

Параметры настройки для наличия/отсутствия напряжения следующие:

- **включение блока:** соответствует активации автоматизации наличия/отсутствия напряжения («ON/OFF» (ВКЛ./ВЫКЛ.));
- **напряжение в сети:** уставка напряжения сети (от 0,5 кВ до 72,0 кВ);
- **уровень наличия напряжения:** процент напряжения в сети, выше которого автоматизация считает, что напряжение присутствует (от 10% до 120% напряжения сети);

- **уровень отсутствия напряжения:** процент напряжения сети, ниже которого автоматизация считает, что напряжение отсутствует (от 10% до 120% напряжения сети);
- **гистерезис наличия/отсутствия напряжения:** гистерезис наличия/отсутствия напряжения (от 10% до 120% напряжения сети);
- **время наличия напряжения:** отсчет времени для индикации наличия напряжения (от 0,05 с до 200,00 с);
- **время отсутствия напряжения:** отсчет времени для индикации отсутствия напряжения (от 0,05 с до 200,00 с).

5.2.3. Состояния автоматизации наличия/отсутствия напряжения

Автоматизация наличия/отсутствия напряжения, встроенная в систему ekor.гра-100, выдает ряд сигналов, которые информируют о ее состоянии. Такими сигналами являются:

- **наличие напряжения для каждой фазы:** независимая индикация наличия напряжения для каждой фазы;
- **отсутствие напряжения для каждой фазы:** независимая индикация отсутствия напряжения для каждой фазы;

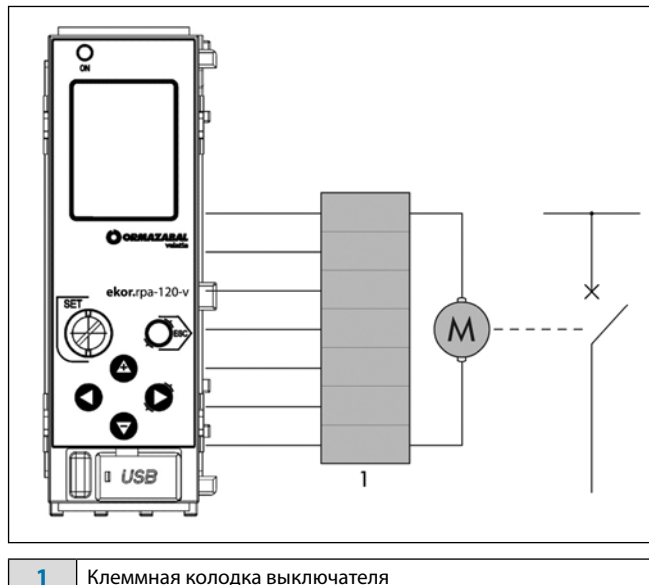
- **наличие напряжения в сети:** индикация наличия напряжения в сети. Может настраиваться пользователем ПЛК. По умолчанию эта индикация будет результатом операции логического ИЛИ наличия напряжений фаз;
- **отсутствие напряжения в сети:** индикация отсутствия напряжения в сети. Может настраиваться пользователем ПЛК. По умолчанию эта индикация будет результатом операции логического И отсутствия напряжений фаз.

5.3. Управление выключателем

5.3.1. Введение

Блоки **ekor.rpa-100** снабжены входами и выходами для управления выключателями, установленными в ячейках, и функциями контроля, которые служат для обнаружения состояния первичных цепей. Блок контролирует чтобы операция выключателя выполнялась в промежуток времени, позволяемый оборудованием. Блоки **ekor.rpa-100** также показывают положение заземляющих ножей. Кроме того, блок может контролировать цепь отключения выключателя.

Не считая функций управления и контроля состояния выключателя, а также других упомянутых выше функций, в блок управления выключателями встроена автоматизация ошибки выключателя (50BF/State method). Эта автоматизация включает в себя отсчет времени с использованием настраиваемого счетчика после активирования системой команды отключения (по причине срабатывания защиты, операции дистанционного отключения, внешнего отключения и т. п.) или команды автоматического повторного включения команд дистанционного включения и т. п. Если счетчик заканчивает отсчет до того, как система обнаружила изменение в состоянии выключателя, то он выдает индикацию ошибки выключателя с указанием источника команды отключения или включения. Если система видит изменение в состоянии выключателя до того, как счетчик заканчивает отсчет, то он выдает индикацию правильного отключения или включения с указанием источника команды отключения или включения.



1 Клемная колодка выключателя

Рис. 5.3. Управление выключателем

5.3.2. Настройки

Параметры настройки, связанные с управлением выключателем, осуществляемым автоматизацией ошибки выключателя (50BF/State method), следующие:

- **время отказа отключения выключателя:** время для контроля правильности отключения выключателя (от 0,10 с до 600,00 с);
- **время отказа включения выключателя:** время для контроля правильности включения выключателя (от 0,10 с до 600,00 с).

5.3.3. Состояния управления выключателем

Блок управления выключателем, встроенный в систему **ekor.rpa-100**, выдает ряд сигналов, информирующих о его состоянии. Такими сигналами являются:

- **состояние выключателя:** извещает о текущем состоянии выключателя: отключен или включен;
- **правильное отключение при срабатывании защиты:** извещает о том, что отключение выключателя, вызванное срабатыванием защиты или внешним отключением, было правильным;
- **отказ отключения при срабатывании защиты:** извещает о том, что при отключении выключателя, вызванном срабатыванием защиты или внешним отключением, произошла ошибка;
- **правильное отключение по команде дистанционного отключения:** извещает о том, что отключение выключателя, вызванное командой дистанционного управления, было правильным;

- **отказ отключения по команде дистанционного замыкания:** извещает о том, что при отключении выключателя, вызванном командой дистанционного управления, произошла ошибка;
- **правильное включение при повторном включении:** извещает о том, что включение выключателя, вызванное командой на повторное включение, было правильным;
- **отказ включения при повторном включением:** извещает о том, что при включении выключателя, вызванном командой замыкания, произошла ошибка;
- **правильное включение по команде дистанционного включения:** извещает о том, что включение выключателя, вызванное командой дистанционного управления, было правильным;
- **отказ включения по команде дистанционного включения:** извещает о том, что при включении выключателя, вызванном командой дистанционного управления, произошла ошибка.

5.4. Дистанционное управление

Блоки **ekor.rpa-100** имеют последовательный порт связи, который может использоваться для дистанционного управления по стандарту RS-485, **обеспечивая соединение до 32 блоков в единую шину**. Порт 485 предназначен для подключения витой пары. Терминал дистанционного управления распределительной или трансформаторной подстанцией направляет кодированные кадры для каждого блока **ekor.rpa-100**, с которыми они соединены через шину RS-485. Связь между связным терминалом и диспетчерским центром зависит от используемого протокола.

Некоторые функции, доступные для реализации через дистанционное управление:

- отображение положения выключателя;
- отображение положения заземляющих ножей;
- управление выключателем;
- контроль ошибок выключателя;

- контроль обмоток;
- измерение фазного тока и тока нулевой последовательности по модулю и углу относительно мощности;
- измерение фазного напряжения и напряжения нулевой последовательности по модулю и углу относительно мощности;
- измерение активной, реактивной и полной мощности;
- счетчик электроэнергии;
- отображение наличия/отсутствия напряжения в каждой фазе А, В и С;
- отображение и настройка параметров устройства;
- запись отчетов об отказах;
- запись событий;
- синхронизация времени;
- индикация ошибок / аварийных сигналов.

6. Датчики

6.1. Датчики тока

Датчики разработаны для оптимальной адаптации к технологии существующего цифрового оборудования. Блоки защиты, измерения и управления для таких датчиков работают по таким же алгоритмам и имеют такую же точность повторных действий, что и обычные устройства, но обладают более современными алгоритмами и функциями.

Основные преимущества систем, основанных на использовании датчиков, заключаются в следующем:

1. **Малый объем.** Пониженное энергопотребление этих трансформаторов дает возможность кардинально уменьшить их объем.
2. **Повышенная точность.** Обнаружение сигнала намного точнее благодаря высоким коэффициентам трансформации.
3. **Широкий диапазон.** Отсутствует необходимость замены датчиков другими, с повышенными коэффициентами, при увеличении мощности установки.
4. **Повышенная безопасность.** Отсутствуют наружные детали, находящиеся под напряжением, что повышает безопасность персонала.
5. **Повышенная надежность.** Полная изоляция всей установки предоставляет повышенный уровень защиты от внешних факторов.
6. **Простое обслуживание.** Отсутствует необходимость отсоединения датчиков при испытаниях кабеля или шкафа.

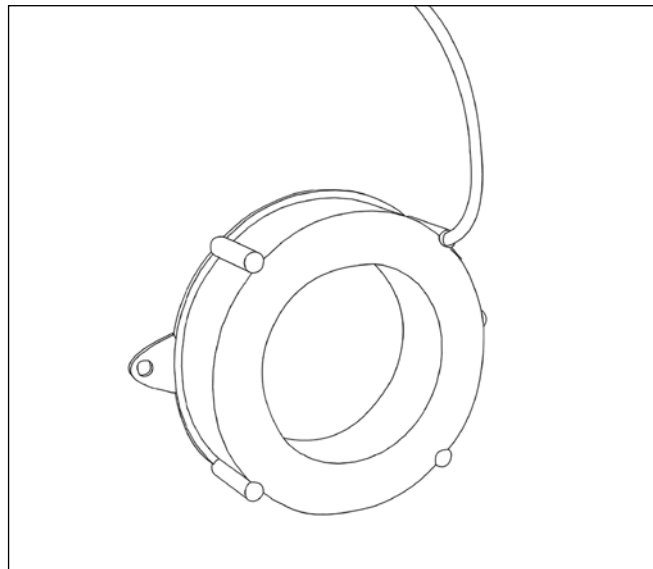


Рис. 6.1. Датчик тока

6.1.1. Функциональные характеристики датчиков тока

Датчики тока представляют собой тороидальные трансформаторы тока с высоким коэффициентом трансформации и низкой

номинальной нагрузкой. Эти датчики залиты в самогасящуюся полиуретановую смолу.

Фазные тороидальные трансформаторы тока			
Коэффициент	300/1 А	1000/1 А	2500/1 А
Диапазон измерения	Расширенный 130%	Расширенный 130%	Расширенный 130%
Класс точности измерения	0,5	0,5	0,2S
Класс точности измерения в нижнем диапазоне измерения	При 1% от I_n $\pm 0,4\%$ по амплитуде и ± 85 мин по фазе	При 0,5% от I_n $\pm 0,35\%$ по амплитуде и ± 25 мин по фазе	При 0,5% от I_n при 12,5 А: $\pm 0,3\%$ по амплитуде и ± 20 мин. по фазе
Класс защиты	5P20	5P20	5P13
Нагрузка	0,18 ВА	0,2 ВА	0,2 ВА
Тепловой ток	31,5 кА — 3 с	31,5 кА — 3 с	31,5 кА — 3 с
Динамический ток	2,5 I_{th}	2,5 I_{th}	2,6 I_{th}
Частота	50—60 Гц	50—60 Гц	50—60 Гц
Изоляция	0,72/3 кВ	0,72/3 кВ	0,72/3 кВ
Наружный диаметр	139 мм	139 мм	139 мм
Внутренний диаметр	82 мм	82 мм	82 мм
Высота	38 мм	38 мм	38 мм
Масса	1,350 кг	1,650 кг	1,225 кг
Полярность	S1 голубой, S2 коричневый	S1 голубой, S2 коричневый	S1 голубой, S2 коричневый
Оболочка	Самогасящаяся полиуретановая смола	Самогасящаяся полиуретановая смола	Самогасящаяся полиуретановая смола
Тепловой класс	B (130° C)	B (130° C)	B (130° C)
Стандарт	IEC 60044-1	IEC 60044-1	IEC 61869-2

Таблица 6.2. Датчики тока

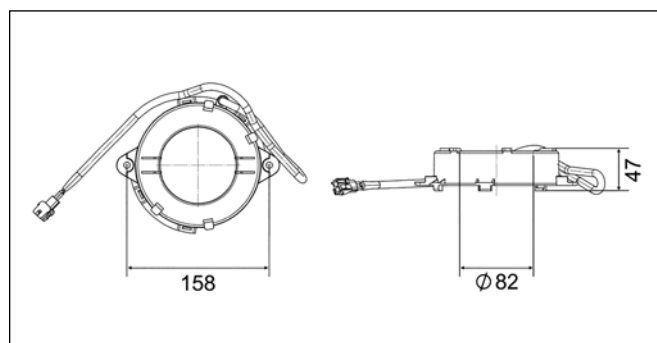


Рис. 6.2. Фазные тороидальные трансформаторы

Эти тороидальные трансформаторы устанавливаются на заводе во вводах в ячейку, что значительно упрощает сборку и подключение на месте эксплуатации. Это означает, что устройства защиты оперативны, как только кабели среднего напряжения подключаются в ячейку. Ошибки при установке датчиков, связанные с заземляющим экраном кабеля, полярностью и т. п., исключены, поскольку они заранее установлены и проверены на заводе.

Все датчики тока имеют встроенную защиту от размыкания вторичных контуров, которые защищают от бросков напряжения.

6.1.2. Подключение датчиков тока для вычисления или измерения тока нулевой

Вышеупомянутые трансформаторы могут быть подсоединены двумя способами, в зависимости от того, используется тороидальный трансформатор тока нулевой последовательности или нет.

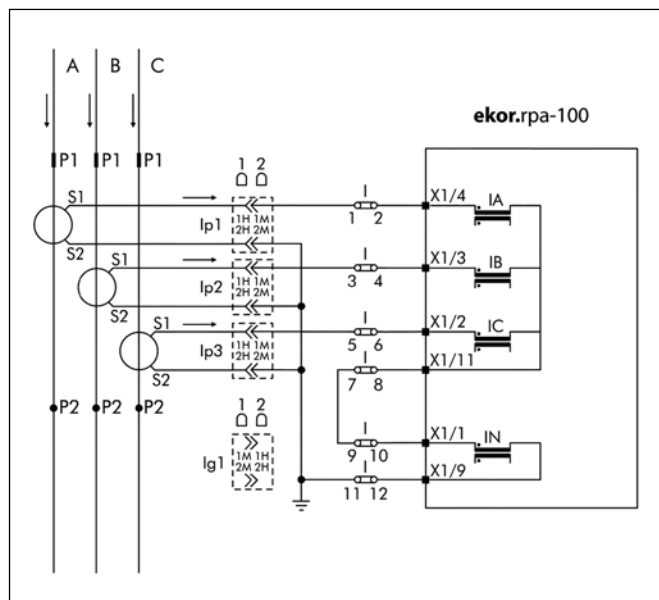


Рис. 6.3. Обнаружение тока замыкания на землю векторным сложением

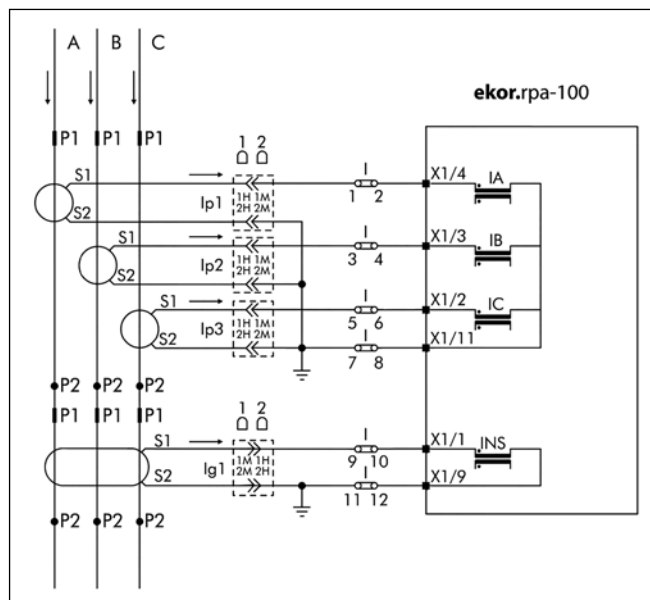


Рис. 6.4. Обнаружение тока замыкания на землю трансформатором нулевой последовательности

Тороидальные трансформаторы тока нулевой последовательности		
Коэффициент	300/1 А	1000/1 А
Диапазон измерения	Расширенный 130%	Расширенный 130%
Класс защиты	5P10	5P10
Измерение	Класс 3	Класс 3
Нагрузка	0,2 ВА	0,2 ВА
Тепловой ток	31,5 кА — 3 с	31,5 кА — 3 с
Динамический ток	2,6 I _{th}	2,6 I _{th}
Частота	50—60 Гц	50—60 Гц
Изоляция	0,72/3 кВ	0,72/3 кВ
Наружные размеры	330 x 105 мм	330 x 105 мм
Внутренние размеры	272 x 50 мм	272 x 50 мм
Высота	41 мм	41 мм
Масса	0,98 кг	0,98 кг
Полярность	S1 голубой, S2 коричневый	S1 голубой, S2 коричневый
Оболочка	Самогасящаяся полиуретановая смола	Самогасящаяся полиуретановая смола
Тепловой класс	B (130° C)	B (130° C)
Стандарт	IEC 60044-1	IEC 60044-1

Таблица 6.3. Трансформаторы тока нулевой последовательности

6.2. Датчики напряжения

6.2.1. Проходные изоляторы

Напряжение в шкафу обнаруживается с помощью емкостного делителя, встроенного во ввод ячейки. Согласно типу обнаружения обеспечивается следующий класс точности:

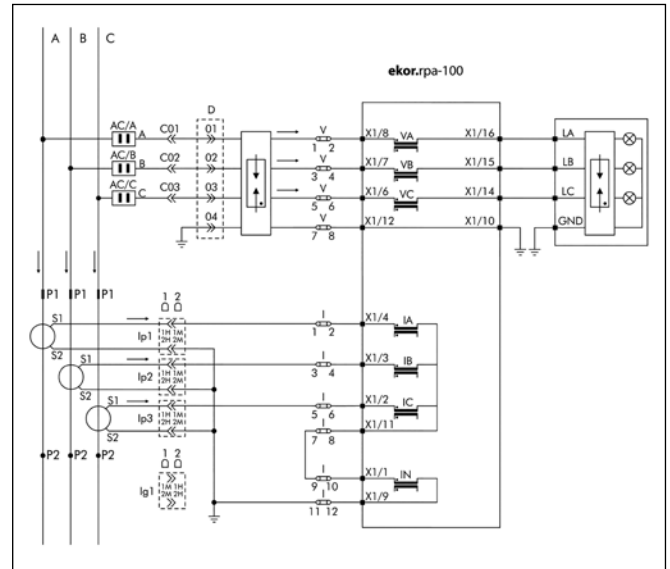


Рис. 6.5. Потенциометрический датчик

Тип	Ввод		Двойной экран
	Стандарт	Калибровка на месте эксплуатации	
Максимальное напряжение	40,5 кВ		
Коэффициент трансформации	10 кВ/60—100 мкА		10 кВ/70—100 мкА
Класс точности измерения (вместе с устройством)	5	3	1
Класс защиты (вместе с устройством)	6P	6P	6P
Нагрузка	0,0025—0,25 мВА		
Частота	50—60 Гц		
Диапазон напряжения	10—40,5 кВ		
Класс пылевлагозащитности	IP65		
Диапазон температур	от -10° С до +60° С		
Стандарт	IEC 61869-3 IEC 60044-7		

Таблица 6.4. Ввод

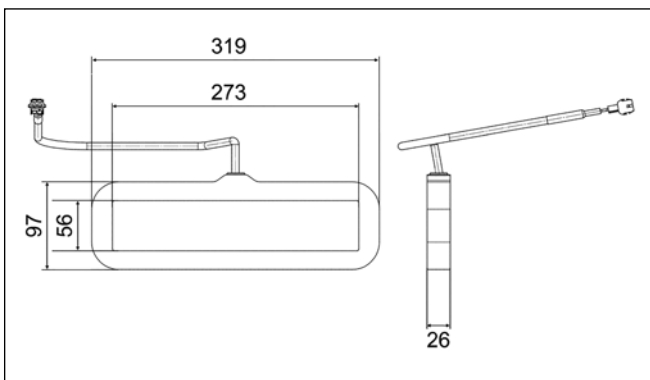


Рис. 6.6. Торoidalный трансформатор нулевой последовательности

6.2.2. ekor.evt-c

Датчик ekor.evt-c состоит из двух элементов: первичного элемента EPOXI, в котором установлен герметизированный конденсатор, и который соединяет средневольтную часть с низковольтной частью с применением коэффициента трансформации на выходе. Выходной сигнал будет согласовываться вторым элементом, пластиковой коробкой, в которой размещается электроника и выходы с байонетными разъемами, к которым подсоединяется реле или соответствующее измерительное оборудование.

Датчик измеряет напряжение через емкостную связь. Этот замер напряжения может передаваться с помощью сигналов тока или напряжения, адаптированных ко входам различных реле производителей. Они также могут измерять частичные разряды и устанавливать связь через программируемый логический контроллер.

Электронный контур имеет два выхода с байонетными разъемами. Первый служит для измерения напряжения, а второй — для фильтрации высокочастотных сигналов, связи с ПЛК и измерения частичных разрядов.

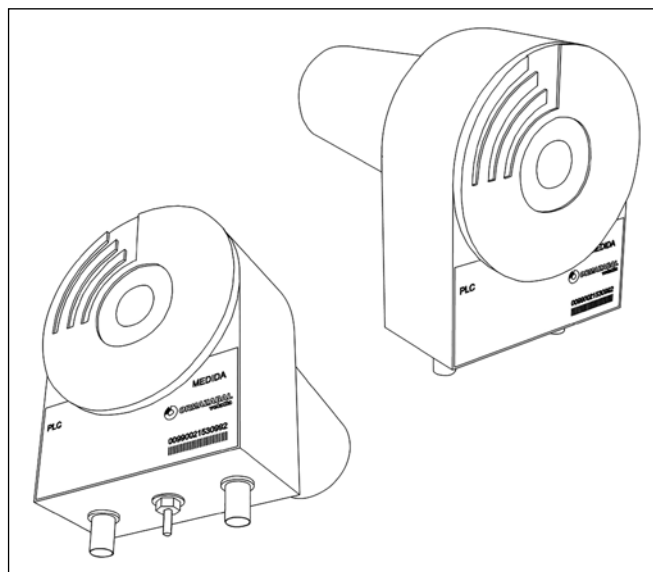


Рис. 6.7. ekor.evt-c

Датчики напряжения ekor.evt-c (измерительный выход с байонетным разъемом)

Максимальное напряжение	36 кВ
Коэффициент трансформации	10 кВ/100 мкА
Класс точности измерения (вместе с устройством)	0,5
Класс защиты (вместе с устройством)	3P
Нагрузка	0,01—0,15 мВА
Частота	50—60 Гц
Диапазон напряжения	12,1—33 кВ
Класс пылевлагозащитности	IP65
Диапазон температур	от -10° С до +60° С
Разъемы	Байонет
Измерительный кабель	Коаксиальный, 50 Ом, модель RG1747/U
Стандарт	IEC 61869-3 IEC 60044-7

Для получения информации о байонетном выходе, указанном для связи с ПЛК, обратитесь в технико-коммерческий отдел компании **Ormazabal**

Таблица 6.5. Датчик ekor.evt-c

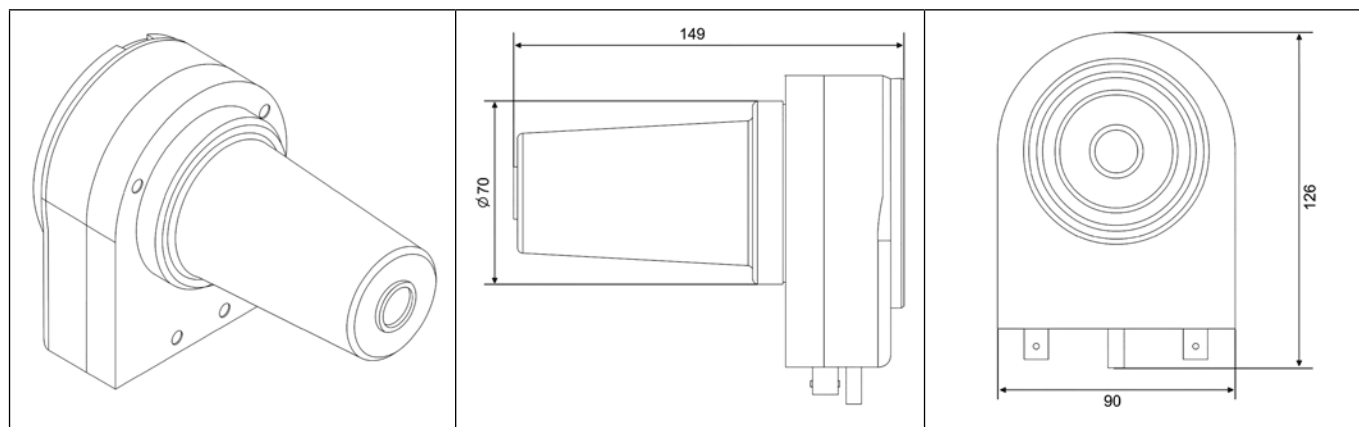


Рис. 6.8. Размеры ekor.evt-c

7. Технические характеристики оборудования

7.1. Номинальные значения

Электропитание	Переменный ток		40—90 В перем. тока $\pm 20\%$; 12 ВА
	Постоянный ток		24—120 В пост. тока $\pm 10\%$; 6 Вт
Входы тока 1 А	Вторичная фаза	Измерение	1 мА—1,3 А
		Класс защиты	1,3—25 А
	Вторичное заземление	Измерение	0,25—325 мА
		Класс защиты	325 мА—6,25 А
	I тепловой/ динамический		31,5 А (3 с) — 2,5 I _{тепл}
Полное сопротивление		0,02 Ом	
Входы напряжения	Измерение и защита		1—350 мкА
	Полное сопротивление		2,7 кОм
Точность	Отсчет времени		$\pm 5\%$
	Ток	Класс точности измерения	0,5
		Класс защиты	5P25
	Напряжение	Класс точности измерения	0,5
		Класс защиты	3P
	Пиковая мощность		$\pm 1,5\%$
	Измерение электроэнергии (проверка на соответствие стандартов электросчетчика)	UNE EN 50470-3	Активный, класс В
IEC 62053-21 IEC 62053-23		Активный, класс 1 Реактивный, класс 2	
Частота		50 Гц; 60 Гц $\pm 1\%$	
Выходные контакты	Напряжение		250 В перем. тока
	Ток		6 А (перем. ток)
	Коммутируемая мощность		1500 ВА (активная нагрузка)
Цифровые входы	ED1—5		С внутренней поляризацией
	ED6—9		Внешняя поляризация (макс. 48 В пост. тока + 15%)
Температура	Эксплуатация		от -40°C до $+70^{\circ}\text{C}$
	Хранение		от -40°C до $+70^{\circ}\text{C}$
Средства связи	Передний порт		Мини-USB, класс В
	Задние порты		4 x RJ-45: — COM0: 1 x RS-485: — COM1: 2 x RS-485: — ETH0: Ethernet — ETH1: Ethernet LOCAL
		Протокол	

Таблица 7.1. Номинальные значения

7.2. Конструктивное исполнение

Класс защиты	Клеммы	IP2X
	В ячейке	IP3X
Размеры (высота x ширина x длина)		146 x 47 x 165 мм
Масса		0,3 кг
Соединение	Кабель/клемма	0,5—2,5 мм ²

Таблица 7.2. Механическая конструкция

7.3. Испытания изоляции

Сопrotивление изоляции	IEC 60255-5 (2000)	500 В пост. тока; > 100 МОм
Электрическая прочность диэлектрика	IEC 60255-5 (2000)	2 кВ перем. тока; 50 Гц; 1 мин 1 кВ перем. тока; 50 Гц; 1 мин
Испытательное напряжение грозового импульса	IEC 60255-5 (2000)	— Общий режим: ±2 кВ; 1,2/50 мкс; 0,5 Дж ±5 кВ; 1,2/50 мкс; 0,5 Дж — Дифференциальный режим: ±1 кВ; 1,2/50 мкс; 0,5 Дж

Таблица 7.3. Проверки изоляции

7.4. Электромагнитная совместимость

Радиоэлектрические помехи			
Кондуктивное радиоизлучение	EN 55022 (2010)	Класс «В»	0,15—30 МГц;
Излученное радиоизлучение	EN 55022 (2010)	Класс «А»	30—1000 МГц
Помехоустойчивость			
Электростатические разряды	IEC 61000-4-2 (2008)	УРОВЕНЬ 4	— Режим пробоя изоляции: ±8 кВ — Воздушный режим: ±15 кВ
Радиочастотное электромагнитное поле	IEC 61000-4-3 (2010)	УРОВЕНЬ 3	10 В/м; 80—3000 МГц
Кратковременные электрические броски	IEC 61000-4-4 (2012)	УРОВЕНЬ 4	±4 кВ; 5 кГц ±2 кВ; 5 кГц
Ударные волны	IEC 61000-4-5 (2005)	УРОВЕНЬ 4	— Общий режим: ±4 кВ ±2 кВ ±1 кВ — Дифференциальный режим: ±2 кВ ±1 кВ
Кондуктивные помехи	IEC 61000-4-6 (2008)	УРОВЕНЬ 3	10 В _{св} ; 0,15—80 МГц
Промышленное радиочастотное электромагнитное поле	IEC 61000-4-8 (2009)	УРОВЕНЬ 5	— Постоянно: 100 А/м; 50 Гц; 1 мин. — Кратковременно: 1000 А/м; 50 Гц; 2 с
Затухающее магнитное поле	IEC 61000-4-10 (2001)	УРОВЕНЬ 5	100 А/м; 2 с
Затухающая волна	IEC 61000-4-18 (2011)	УРОВЕНЬ 3	— Общий режим: ±2,5 кВ — Дифференциальный режим: ±1 кВ
Кратковременные посадки напряжения, изменения и нулевое напряжение, постоянный ток	IEC 61000-4-29 (2000)		Кратковременные посадки напряжения: номинальное напряжение 48 В пост. тока — Кратковременно: 100% посадки, 100 мс — Длительно: 60% посадки, 1 с Короткие прерывания: 0%, 1 с Изменения напряжения: шаги 10%, от 38 В пост. тока до 62,5 В пост. тока
Электропитание постоянным током	PNI 35.60.01 (Январь 2013)		Максимальное напряжение без сбоев: 72 В пост. тока (+50% V _{номин.}) Максимальное и минимальное напряжение в эксплуатационном диапазоне: –38,5 В пост. тока (–20% V _{номин.}) –62,5 В пост. тока (+30% V _{номин.}) Напряжение ниже эксплуатационного диапазона: –33,6 В пост. тока (70% V _{номин.}) –24 В пост. тока (50% V _{номин.}) –14,4 В пост. тока (30% V _{номин.}) –4,8 В пост. тока (10% V _{номин.})
Пики постоянного тока	PNI 35.60.01 (Январь 2013)		Максимальное и минимальное напряжение в эксплуатационном диапазоне: –38,5 В пост. тока (–20% V _{номин.}) < 2,5 А –62,5 В пост. тока (+30% V _{номин.}) < 4 А

Таблица 7.4. Электромагнитная совместимость

7.5. Климатические испытания

Влажный нагрев	IEC 60068-2-78 (2001)	40° C; 93% влажность; 96 часов
Сухой нагрев	IEC 60068-2-2 (2007)	70° C; 16 часов
Холод	IEC 60068-2-1 (2001)	25° C; 16 часов
Изменение температуры	IEC 60068-2-14 (2009)	-25° C/70° C; 3 + 3 часа, 5 циклов

Таблица 7.5. Климатические испытания

7.6. Механические испытания

Вибрация	IEC 60068-2-64 (2008)	Высокая частота	7,82 м/с ² ; 3 x 30 мин; оси X, Y, Z: 5—20 Гц: 1 м ² /с ³ 20—200 Гц: -3 дБ/октава
	ETSI EN 300 019-2-2 (2012-01)	КЛАСС 2.3 (случайная)	
Класс защиты IP	IEC 60529 (1989) + A1 (1999)	IP2XB	

Таблица 7.6. Механические испытания

7.7. Испытания на мощность

Включение и отключение кабеля без нагрузки	IEC 60265-1 (1999)	24—36 кВ, 85 А
Включение и отключение с преимущественно активной нагрузкой	IEC 60265-1 (1999)	24—36 кВ, 200 А; cos(φ) = 0,7 24—36 кВ, 630 А; cos(φ) = 0,7
Включение и отключение при замыкании на землю	IEC 60265-1 (1999)	24—36 кВ, 200 А; IN = 50 А; cos(φ) = 0,7 24—36 кВ, 200 А; IN = 5 А; cos(φ) = 0,7
Включение и отключение при коротком замыкании	IEC 60265-1 (1999)	3 кВ; 1 кА 10 кВ; 3 кА 3 кВ; 10 кА 3 кВ; 16 кА

Таблица 7.7. Испытания на мощность

7.8. Соответствие стандартам ЕС

Данное оборудование соответствует директивам Европейского союза **2014/30/EU** по электромагнитной совместимости и международному регламенту IEC 60255. Блок разработан и изготовлен для использования на промышленных участках

в соответствии со стандартами по электромагнитной совместимости. Данное соответствие является результатом испытаний, выполненных в соответствии со статьей 7 Директивы.

8. Модели защиты, измерения и управления

8.1. Описание моделей и их функций

Далее приводится описание моделей **ekor.rpa-110** и **ekor.rpa-120**. Эти модели снабжены v-типом (устанавливаются в ячейках с автоматическими выключателями) и p-типом (устанавливаются в ячейках с выключателем нагрузки и плавким предохранителем).

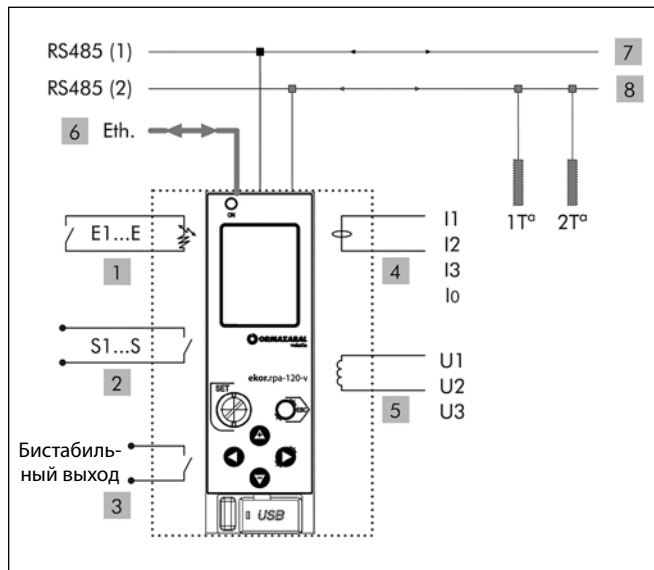
Эти блоки размещаются внутри ячейки и подсоединены к оборудованию ячейки через цифровые входы и выходы. Блоки защиты собирают информацию от элементов ячейки и управляют его приводами. Соединение между оборудованием ячейки и блоком осуществляется через специальную соединительную клеммную колодку.

Датчики напряжения и тока, также размещенные внутри ячейки, имеют свою собственную клеммную колодку для подключения к блоку.

Ячейки (присоединения) соединены друг с другом и с узлом **ekor.uct** (компактный блок дистанционного управления **IG-151**) с помощью соединительного рукава, таким образом расширяя шину связи (шина дистанционного управления) и распространяя сигналы мощности и управления к каждому присоединению (ячейке).

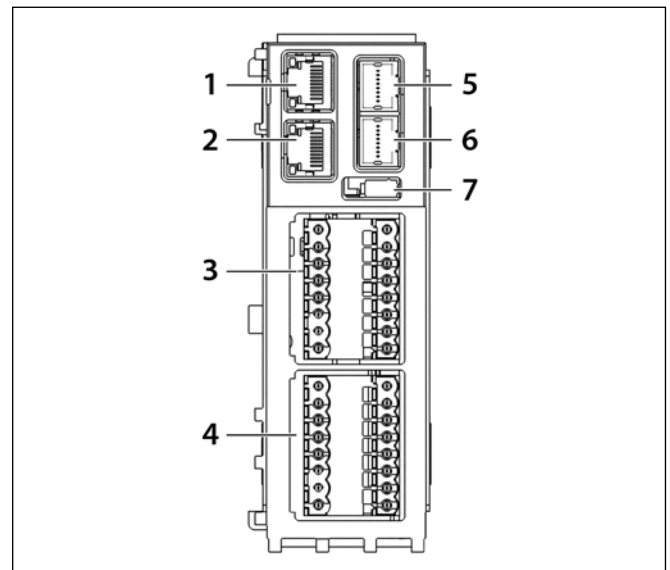
Конфигурация системы выполняется через веб-сервер. Для этих целей система снабжена портом Ethernet. В случае отсутствия внешнего электропитания (блок выключен) передний порт мини-USB (порт технического обслуживания) может использоваться для электропитания блока и настройки конфигурации с помощью **ekor.soft-xml**.

Модель **ekor.rpa-120** имеет шину (в качестве опции) для подключения датчика температуры.



1	Цифровые входы: состояние выключателя, состояние заземляющих ножей, внешнее отключение и т. п.	Клеммы X2
2	Цифровые выходы: сигнал отключения. Отключить выключатель. Включить выключатель. Ошибка (WD) и т. д.	Клеммы X2
3	Выходной сигнал бистабильного расцепляющего устройства Vinox	Клеммная колодка выключения
4	Входы считывания тока (I_1 , I_2 , I_3 и I_n)	Клеммы X1
5	Входы считывания напряжения (V_1 , V_2 и V_3)	Клеммы X1
6	Порт Ethernet RJ-45 (локальная конфигурация): • отображение измерений, положение выключателя, аварийных сигналов, уставки и т. п.; • параметризация системы; • сбор зарегистрированных неисправностей и событий.	Ethernet 0/1
7	Порт RS-485 (дистанционное управление): • выдаваемые сигналы: состояния положение выключателя, состояния автоматизации, сигналы запуска и срабатывания, аварийные сигналы подстанций, наличие напряжения и т. п.; • выдаваемые измерения: токи, напряжение, мощность и т. п.; • выдаваемые счетчики: активная энергия и т. п.; • получение команд: отключить/включить, ввод в работу автоматики и т. п.; • синхронизация времени; • выгрузка и загрузка настроек; • сбор зарегистрированных неисправностей и событий и т. д.	COM0
8	Порт RS-485 (шина датчиков температуры) * Опция только для модели ekor.rpa-120	COM1

Рис. 8.1. Соединения ekor.rpa-100



1	ETH-0
2	ETH-1
3	Клеммная колодка X1
4	Клеммная колодка X2
5	COM0
6	COM1
7	Выходной сигнал расцепляющего устройства Vinox

Рис. 8.2. Соединения ekor.rpa-100

8.1.1. ekor.rpa-110

Блок защиты **ekor.rpa-110** представляет собой устройство с функциями многоуровневой максимальной токовой защиты (50/51(1)/51(2)/50N/51N(1)/51N(2)/50NS/51NS(1)/51NS(2)), автоматическим устройством повторного включения (79), контроль и управление выключателем (52) и т. п.

Блок осуществляет контроль за измерениями тока и обнаруживает наличие/отсутствие напряжения.

8.1.2. ekor.rpa-120

Блок защиты **ekor.rpa-120** является многофункциональным устройством и имеет дополнительные функции в сравнении с **ekor.rpa-110**. Блоки максимальной токовой защиты дополняются блоками направленной максимальной токовой защиты в фазах (67) и блоками максимальной токовой направленной защиты от замыканий на землю с вычислением или измерением тока нулевой последовательности (67N/67NS). Также встроены функции максимальной токовой защиты обратной последовательности (46) и тепловой защиты (49). Поскольку он имеет измерение напряжения с защитой и класс точности, то также добавлены функции защиты максимального напряжения фазы (59_TEMP/59_INST), остаточного (59N_TEMP/59N_INST) и фазного (27_TEMP/27_INST) защиты минимального напряжения.

Основными областями применения являются электроустановки, на которых требуются направленные методы определения короткого замыкания, а также повышенный контроль и управление электроустановки.

Блок также снабжен трехфазным электросчетчиком и тремя однофазными счетчиками для выполнения функций детального контроля за сетями.

Для сбора прямых показаний температуры различных компонентов оборудования в реальном времени имеется опция подключения ряда электронных датчиков температуры к оборудованию через линии связи.

Эти датчики подразделяются на два типа:

- измерение окружающей среды;
- внутреннее измерение трансформатора.

Измерения, полученные с помощью этих датчиков, можно использовать для контроля ячейки или автоматизации управления выключателем.

8.1.3. ekor.rpa-100-v/ekor.rpa-100-p

Модели ekor.rpa-110 и ekor.rpa-120 включают в себя два типа блоков: типа v для ячеек с автоматическими выключателями или типа p для ячеек с выключателем нагрузки и плавким предохранителем. Исходя из этого, определены четыре различные системы:

- ekor.rpa-110-v
- ekor.rpa-110-p
- ekor.rpa-120-v
- ekor.rpa-120-p

Основными применениями блоков типа v (**ячейка с автоматическим выключателем**) являются общая защита линий, частные установки, трансформаторы, конденсаторные батареи и т. п. Блок имеет входы и выходы для управления и контроля выключателя.

Блоки типа p (**ячейка с выключателем нагрузки и плавким предохранителем**) электронное устройство выполняет все защитные функции за исключением полифазных коротких замыканий большой величины, которые происходят в первичной обмотке трансформатора. Он снабжен входами и выходами для управления и контроля выключателя.

Блоки защиты, измерения и управления ekor.rpa-100				
Модель	ekor.rpa-110		ekor.rpa-120	
	v	p	v	p
Общие характеристики				
Фазные датчики тока	3	3	3	3
Датчик тока замыкания на землю (с трансформатором тока нулевой последовательности)	Опция	Опция	Опция	Опция
Датчики напряжения	3	3	3	3
Электропитание 24—120 В пост. тока $\pm 10\%/40—90$ В перем. тока $\pm 20\%$	Да	Да	Да	Да
Измерение 50/60 Гц	Да	Да	Да	Да
Синхронизация времени (согласно часовому поясу)	Да	Да	Да	Да
Типы кривой зависимости от времени: IEC и ANSI/IEEE	Да	Да	Да	Да
Токовая защита				
Максимальная токовая защита от замыкания между фазами (50-51(1)-51(2))	Да	Да	Да	Да
Максимальная токовая защита от замыканий на землю с вычислением тока нулевой последовательности (50 N-51(1) N-51(2) N)	Да	Да	Да	Да
Максимальная токовая защита от замыканий на землю с измерением тока нулевой последовательности (50 Ns-51(1) Ns-51(2) Ns)	Да	Да	Да	Да
Блокирование 2-й гармоники	Да	Да	Да	Да
Максимальная токовая направленная защита в фазах (67)	Нет	Нет	Да	Да
Максимальная токовая направленная защита от замыканий на землю с вычислением тока нулевой последовательности (67N) и максимальная токовая направленная защита от замыканий на землю измерением тока нулевой последовательности (67Ns)	Нет	Нет	Да	Да
Максимальная токовая защита обратной последовательности (46FA)	Нет	Нет	Да	Да
Координация с плавкими предохранителями	Нет	Да	Нет	Да
Защита от напряжения				
Защита максимального напряжения (59) и защита минимального напряжения (27)	Нет	Нет	Да	Да
Остаточное перенапряжение (59N)	Нет	Нет	Да	Да
Тепловая защита				
Тепловая защита (49)	Нет	Нет	Да	Да
Обнаружение, автоматизация и управление				
Обнаружение наличия/отсутствия напряжения	Да	Да	Да	Да
Обнаружение линии под напряжением / без напряжения	Опция	Опция	Опция	Опция
Управление и выдача команд на выключатель	Да	Да	Да	Да
Автоматическое Повторное включение	Да	Нет	Да	Нет
Управление и контроль выключателя по температуре	Нет	Нет	Опция	Опция
Другие автоматизации	Нет	Нет	Опция	Опция
9 входов / 4 выхода	Да	Да	Да	Да
Индикации				
Индикация причины отключения	Да	Да	Да	Да
Индикация причины ошибки	Да	Да	Да	Да
Измерения				
Ток	Да	Да	Да	Да
Напряжение	Нет	Нет	Да	Да
Углы векторов напряжения и тока	Нет	Нет	Да	Да

Продолжение на следующей странице

Содержание

Блоки защиты, измерения и управления ekor.rpa-100				
Модель	ekor.rpa-110		ekor.rpa-120	
Тип	v	p	v	p
Активная/реактивная/полная мощность	Нет	Нет	Да	Да
Энергия P+, P-, Q1, ..., Q4	Нет	Нет	Да	Да
Накопление информации тепловой защиты	Нет	Нет	Да	Да
Температура*	Нет	Нет	Опция	Опция
Проверка (испытание)				
Тестовые блоки для ввода напряжения и тока	Да	Нет	Да	Нет
Средства связи				
MODBUS (RTU)	Да	Да	Да	Да
PROCOM slave	Да	Да	Да	Да
Порты связи				
Мини-USB (передний), локальная конфигурация с помощью ekor.soft-xml	Да	Да	Да	Да
2 x Ethernet, локальная конфигурация с помощью веб-сервера	Да	Да	Да	Да
2 x RS-485 для дистанционного управления	Да	Да	Да	Да

* Для получения дополнительной информации обратитесь в технико-коммерческий отдел компании Ormazabal

Таблица 8.1. Характеристики ekor.rpa

8.1.4. Конфигуратор реле

Для выбора правильного блока в серии ekor.rpa-100 будет использоваться следующий конфигуратор согласно характеристикам установки:

Семейство	Диапазон	Модель	Тип	Функции I>	ED/SD	I	Мощность	V
ekor	.rpa	-120	-v	20	2	1	B	p

Таблица 8.2. Конфигуратор

Модель:

- 110 — ненаправленное реле максимального тока
- 120 — направленное реле максимального тока с функциями защиты от максимального и минимального напряжения

Тип:

- v — для ячеек с автоматическим выключателем
- p — для ячеек с выключателем нагрузки и плавкими вставками

Функции максимальной токовой защиты:

- 10 — нет защиты
- 20 — трехфазная, защита от замыканий на землю с вычислением или измерением (векторным сложением) тока нулевой последовательности
- 30 — трехфазная, защита от замыканий на землю с вычислением или измерением тока нулевой последовательности с тороидальными трансформаторами нулевой последовательности

Входы/выходы:

- 2 — 9 входов / 4 выхода

Тороидальные трансформаторы:

- 0 — нет тороидальных трансформаторов, только управление
- 1 — коэффициент трансформации 300/1
- 2 — коэффициент трансформации 1000/1
- 4 — коэффициент трансформации 2500/1

Источник питания:

- B — вспомогательный источник питания (аккумулятор, источник бесперебойного питания и т. п.)

Датчики напряжения

- P — ввод с обычным/двойным экраном (в соответствии с конфигурацией шкафа)
- EVT — датчик напряжения

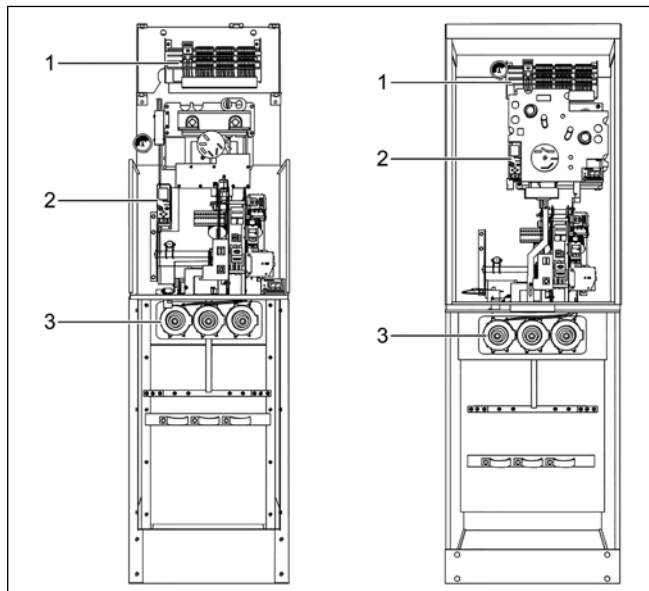
8.2. Блоки типа «v» ekor.rpa-110-v и ekor.rpa-120-v

8.2.1. Функциональное описание

Блоки ekor.rpa-110-v и ekor.rpa-120-v спроектированы для общей защиты линий, защиты трансформатора и т. п. Они устанавливаются в ячейках с автоматическим выключателем, в которых все защитные функции осуществляются электронным блоком.

Основная функция данного оборудования заключается в защите, т. е. оно обладает возможностью быстро, правильно и оперативно **обнаружить** аномалии в сети и направить **команду на отключение** ячейки, в котором оно установлено, безопасным способом и без промедления. Безопасность всей цепи отключения начинается с правильного чтения измерений и заканчивается отсоединением участка, на котором неблагоприятно воздействует короткое замыкание или происшествие. Вся эта цепь состоит из нескольких различных частей, которые взаимосвязаны последовательным образом, что означает, что отказ в любой из них может привести к ошибке в отключении или ложному срабатыванию. Учитывая их важность, инженерные решения, поставляемые с данными системами, выполнены для всех частей в целом.

Оборудование может выдать команду на отключение непосредственно (с использованием энергии, хранящейся в самой системе) на маломощное бистабильное расцепляющее устройство (Binoh) и/или на отключающую катушку путем активации физического выхода.



1	Соединительная клеммная колодка
2	Блок ekor.rpa-110-v или ekor.rpa-120-v
3	Датчики напряжения и тока

Рис. 8.3. ekor.rpa-100-v

8.2.2. Описание цифровых входов/выходов

Блоки защиты, измерения и управления **ekor.rpa-110-v** и **ekor.rpa-120-v** снабжены рядом физических входов и выходов, которые изолированы от других независимых цепей (клеммы X2). Стандартное описание входов и выходов следующее:

Физические входы	
E1	Внешнее отключение
E2	Выключатель включен
E3	Выключатель отключен
E4	Выключатель нагрузки в положении сборной шины
E5	Выключатель нагрузки в отключенном
E6	Выключатель нагрузки в положение заземлено
E7	Пружины заведены/натянуты
E8	Реле защиты от повторного включения
E9*	Контроль катушки включения (в отключенном и включенном положениях)

Физические выходы	
S1	Индикация выключения
S2	Самоконтроль
S3	Последовательность отключения
S4	Последовательность включения

* Там, где E9 должно быть связано с контролем катушки отключения

Таблица 8.3. Входы/выходы **ekor.rpa**



Представленная функциональность входов и выходов является типичной для любой установки в ячейках. Однако всегда существует вариант внедрения других или новых конфигураций. Обратитесь в технико-коммерческий отдел компании **Ormazabal** за подтверждением надлежащего монтажа новых конфигураций в функциональном блоке или за получением новой информации и разъяснений.

Конфигурация входов и выходов реле, а также сигналы, доступные на клеммных колодках **ekor.rpa-110-v** и **ekor.rpa-120-v**, показаны ниже.

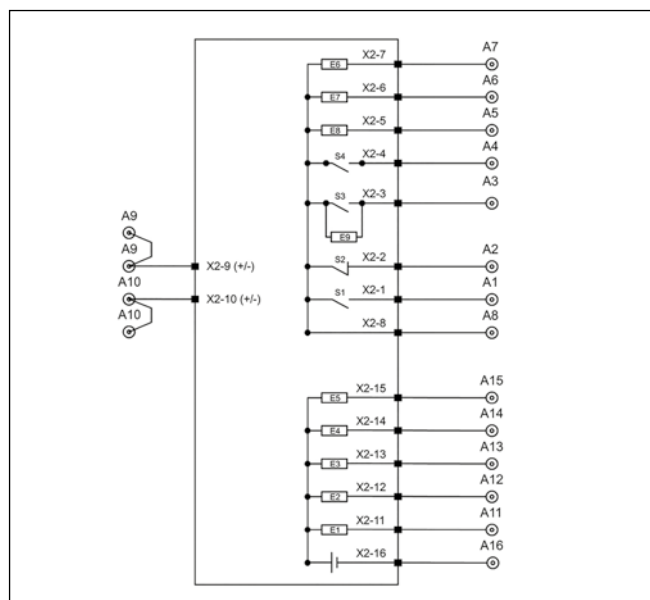


Рис. 8.4. Конфигурация входов/выходов **ekor.rpa**

8.2.3. Монтаж в ячейке

В состав блоков **ekor.rpa-110-v** и **ekor.rpa-120-v** входят электронное реле, датчики напряжения и тока, бистабильное устройство выключения (Vinox) катушка отключения и клеммные колодки для подключения.

Электронное реле крепится к приводному механизму ячейки с помощью анкеров. Передняя панель устройства, на которой размещаются компоненты пользовательского интерфейса, дисплей, клавиши, порт мини-USB и т. п. имеет доступ снаружи без необходимости демонтажа крышки механизма.

Разъемы реле (клеммная колодка реле) которые соединяются с разъемами приводного механизма (клеммная колодка А),

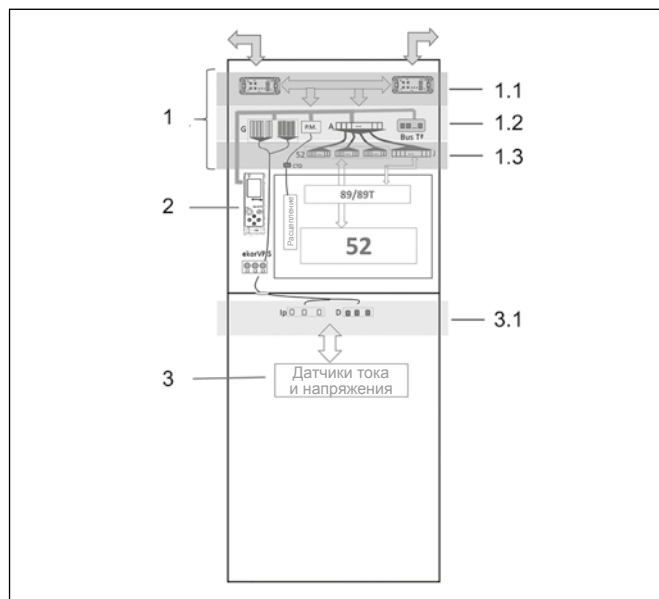
датчиками напряжения и тока (клеммная колодка G: тестовые блоки для ввода напряжения и тока) размещаются на верхней части реле и задней стороне приводного механизма.

Ячейка со встроенным блоком **ekor.rpa-100** соединен с другими ячейками, блоком электропитания и блоком дистанционного управления с помощью соединительного рукава (шина связи и питания). Через эти соединения подается питание к различным устройствам ячейки (реле, катушки, двигателя и т. п.) и замыкается локальная шина связи подстанции.

Установка по своим функциональным узлам может быть разбита на следующие части:

Клеммная группа	Подгруппа	Клеммы	Функциональность и общее использование
1. Соединительная клеммная колодка	1.1 Шина электропитания и связи	Соединительные разъемы	<ul style="list-style-type: none"> • Соединения между ячейками. • Соединения шины электропитания и связи. • Электропитание ячейки (реле, катушки, двигателя и т. п.). • Связь с реле. • Кабельный обмен сигналами.
	1.2 Клеммная колодка реле	Клеммная колодка — А	<ul style="list-style-type: none"> • Клеммная колодка соединений между клеммной колодкой ячейки и реле. • Точки доступа для проверки или испытаний.
		Клеммная колодка — G	<ul style="list-style-type: none"> • Отключаемые и закорачиваемые клеммы вторичных цепей напряжения и тока. • Ввод тока и напряжения для испытаний реле через вторичный контур.
		Разъем шины температуры	<ul style="list-style-type: none"> • Разъем соединений связи между реле и датчиками температуры и электропитания. • Точка для подсоединения новых датчиков и проверки датчика.
	1.3. Клеммная колодка ячейки	Электросчетчик	<ul style="list-style-type: none"> • Дополнительный модуль энергии для бистабильного расцепления.
		Клеммная колодка — 52	<ul style="list-style-type: none"> • Клеммная колодка соединений между клеммной колодкой реле и управлением выключателя.
		Клеммная колодка — J	<ul style="list-style-type: none"> • Клеммная колодка соединений между приводом секционным разъединителем заземления и сборной шины и клеммной колодкой реле.
		Разъем CTD	<ul style="list-style-type: none"> • Разъем, который соединяет реле (факультативно с модулем энергии) и бистабильное устройство Vinox. • Контрольная точка правильности срабатывания реле и активации бистабильного устройства Vinox.
2. Электронное реле ekor.rpa-110-v или ekor.rpa-120-v	* См. клеммы реле.		* См. функциональность клемм реле.
3. Датчики напряжения и тока	3.1. Разъемы трансформатора тока	Разъем — Ip	<ul style="list-style-type: none"> • Разъем соединений между датчиками тока и тестовой клеммной колодкой. • Отсоединение датчика в кабельном отсеке.
	3.2. Разъемы емкостного датчика	Разъем — D	<ul style="list-style-type: none"> • Разъем соединений между датчиками напряжения и тестовой клеммной колодкой. • Отсоединение датчика в кабельном отсеке.

Таблица 8.4. Установка



1	Соединительная клеммная колодка
1.1	Шина электропитания и связи
1.2	Клеммная колодка реле
1.3	Клеммная колодка ячейки
2	Электронное реле ekor.rpa-110-v или ekor.rpa-120-v
3	Датчики напряжения и тока
3.1	Соединение датчиков

Рис. 8.5. Установка ekor.rpa

8.2.4. Проверка и техническое обслуживание

Блоки управления **ekor.rpa-110-v** и **ekor.rpa-120-v** разработаны для выполнения проверок в процессе работы, которые необходимы как при вводе в эксплуатацию, так и при регулярных проверках в ходе технического обслуживания. В зависимости от возможностей прерывания работы и доступа к кабельному отсеку среднего напряжения ячейки возможны различные уровни.

Проверка первичных цепей (для токовой цепи)

В данном случае проверки выполняются, когда ячейка полностью отключена, поскольку они включают в себя оперирование автоматического выключателя и заземляющих ножей для заземления подходящего кабеля. Ток вводится через тороидальные трансформаторы тока, и необходимо проверить, чтобы защита сработала и дала команду на отключение автоматического выключателя сети в течение выбранного времени. Кроме того, необходимо убедиться, что показания отключения правильные и что все события записываются в журнал.



Описание представлено для стандартной конфигурации. При желании могут быть рассмотрены другие варианты, например размещение блока в отдельном отсеке установленном над ячейкой.

Для получения дополнительной информации по конфигурации (схеме и т. п.) обратитесь в ближайший технико-коммерческий отдел компании **Ormazabal**.

В ячейках с автоматическим выключателем, трансформаторы тока устанавливаются во вводе ячейки (для большинства типов разъемов). Это означает, что исключены ошибки подключения экрана кабельных линий к заземляющему контуру. Кроме того, эти тороидальные трансформаторы тока оснащены испытательным соединением (испытательная шина) для проведения технического обслуживания.

Для выполнения этой проверки выполните следующие действия:

1. Для доступа к кабельному отсеку выполните последовательность операций для заземления ячейки.
2. Откройте кабельный отсек и подключите испытательный кабель к тестовому разъему тороидальных трансформаторов тока.
3. Подключите испытательный кабель к токовой цепи прибора для проверки.

4. Подключите сигнал индикации отключения (в зависимости от запрограммированной функции) к входу останова таймера прибора для проверки.
5. Подведите испытательные токи, а также напряжение вторичной цепи, чтобы проверить блоки направленных защит и блоки защит минимального и максимального напряжения, и убедитесь, что выключатель отключен и времени выключения правильные.
6. Испытания на отключение должны быть выполнены для всех тороидальных трансформаторов с целью проверки правильной работы всего блока.



1. Для испытаний отключения фазы испытательный кабель должен быть подключен к тестовым плоским стержням двух тороидальных трансформаторов тока. Таким образом ток проходит через них в противоположном направлении, и ток нулевой последовательности не вырабатывается. В случае проверки отключений замыканий нулевой последовательности испытательный кабель подключается к одному тороидальному трансформатору тока (нулевая последовательность или фаза, в зависимости от того, доступен трансформатор с нулевой последовательностью или нет).
2. Ввод через эти тестовые плоские стержни означает, что направление тока противоположно направлению выхода из шкафа. Это необходимо учитывать при проведении испытаний, включающих направление тока.

Проверка вторичных цепей

Испытания с вводом тока и напряжения для проверок вторичным током выполняются через тестовые клеммы, активируемые для этой цели. Эти клеммы позволяют отсоединять датчики блока, оставляя цепи датчиков замкнутыми, а входы блока разомкнутыми для того, чтобы подключить испытательный комплект.



Важно: необходимо обеспечить правильное соединение между датчиками и реле после завершения испытаний.

Проверка вторичных цепей с оперированием автоматического выключателя

В этом случае испытания проводятся на оборудовании, когда кабельный отсек недоступен. Это происходит из-за того, что выходящие из ячейки кабели находятся под напряжением и не могут быть заземлены. В этом случае испытательный кабель не может быть подключен к тестовому соединению в тороидальных трансформаторах тока, и ввод тока осуществляется через испытательную клеммную колодку.

Этот метод испытания также используется, когда значения тока испытываемой первичной цепи намного больше, чем те, которые производятся испытательным оборудованием (обычно более 100 А), и, следовательно, испытания не могут быть выполнены током первичной цепи.

1. Для выполнения этой проверки выполните следующие действия:
2. Откройте верхний отсек приводного механизма, где находится клеммная колодка для проверок и испытаний.
3. Закоротите и затем отсоедините клеммы цепи напряжения и тока. Этим создается замыкание вторичных цепей трансформатора тока и отводится сигнал датчика напряжения на землю.
4. Подключите испытательный кабель к клеммам, принимая во внимание различие между цепями тока и напряжения и канал, через который он должен быть введен.
5. Подключите испытательный кабель к токовой цепи и/или цепи напряжения прибора для проверки.
6. Подключите выход индикации отключения (в зависимости от запрограммированной функциональности) к входу останова таймера прибора для проверки.
7. Если автоматический выключатель может быть отключен, переведите его в включенное положение. Если управление автоматическим выключателем невозможно, убедитесь в том, что бистабильное расцепляющее устройство (BINOX) и отключающая катушка отсоединены, и запустите проверку согласно описанию в следующем разделе «Проверка вторичных цепей без оперирования автоматического выключателя».
8. Введите вторичные испытательные напряжения и токи, принимая во внимание коэффициенты трансформатора тока, и откалибруйте ввод напряжения с помощью испытательных конденсаторов.

Проверка вторичных цепей без оперирования автоматического выключателя

Часто управление автоматического выключателя невозможно, поэтому проверки технического обслуживания выполняются исключительно на электронном блоке. В этих случаях следует учитывать следующие моменты:

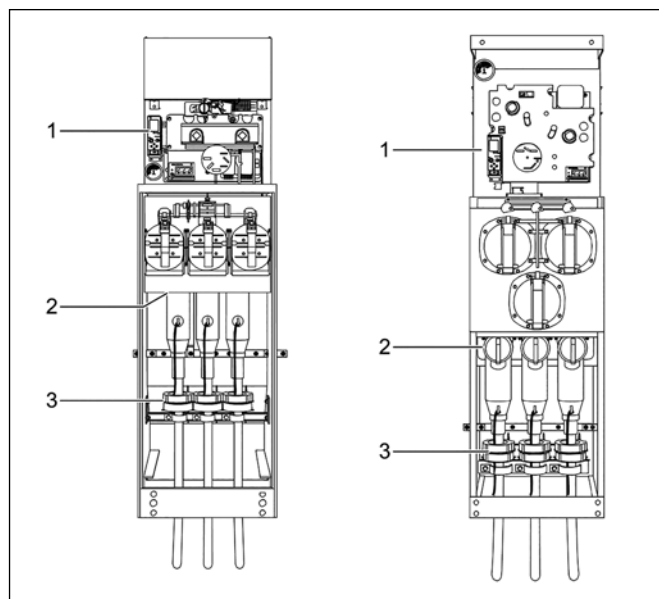
1. Всегда отключайте бистабильное устройство расцепления и катушку отключения. Таким образом реле может выполнить отключение, не воздействуя на механизм отключения.
2. Затем введите ток согласно предыдущему разделу «Проверка вторичных цепей с оперированием автоматического выключателя».

8.3. Блоки типа «р» ekor.rpa-110-р и ekor.rpa-120-р

8.3.1. Описание функционирования

Блоки защиты, измерения и управления ekor.rpa-110-р и ekor.rpa-120-р предназначены для защиты распределительных трансформаторов. Они устанавливаются в ячейках с выключателем нагрузки и предохранителем, поэтому электронная система выполняет все функции защиты, за исключением полифазных коротких замыканий большой величины, которые устраняются с помощью плавких вставок.

При обнаружении максимального тока, находящегося в пределах значений, при которых выключатель нагрузки может отключиться, реле действует на маломощное бистабильное устройство расцепления, которое отключает выключатель нагрузки. Если ток короткого замыкания больше, чем отключающая способность выключателя нагрузки, срабатывание выключателя блокируется так, что плавкие предохранители будут сгорать, чтобы защитить оборудование. С другой стороны, достигается отключение оборудования и изолирование дефекта, тем самым снимается напряжение с предохранителей.



1	Клемная колодка
2	Электронное реле ekor.rpa-110-р или ekor.rpa-120-р
3	Датчики напряжения и тока

Рис. 8.6. ekor.rpa-100-р

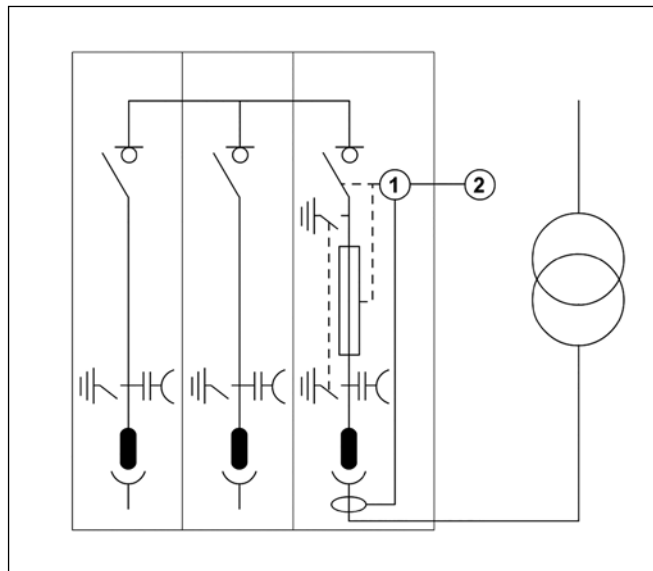


Рис. 8.7. Защита трансформатора

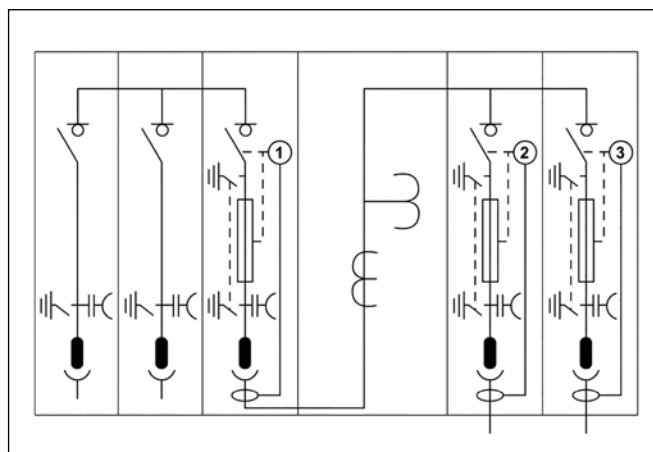


Рис. 8.8. Общая защита (электропитание потребителей среднего напряжения)

8.3.2. Описание цифровых входов/выходов

Блоки защиты, измерения и управления **ekor.rpa-110-р** и **ekor.rpa-120-р** снабжены рядом физических входов и выходов, которые изолированы от других независимых цепей (клеммы X2). Стандартное описание входов и выходов следующее:

Физические входы	
E1	Внешнее отключение
E2	Выключатель включен
E3	Выключатель отключен
E4	Разъединитель включен
E5	Сгорание плавкой вставки включено
E6	Общее назначение
E7	Общее назначение
E8	Общее назначение
E9	Общее назначение

Физические выходы	
S1	Индикация отключения
S2	Самоконтроль
S3	Последовательность отключения
S4	Последовательность включения

Таблица 8.5. Соотношение сигналов, доступных для модуля с девятью входами и четырьмя выходами



Конкретные функции входов и выходов зависят от установки и могут отличаться от указанных в приведенных выше таблицах. Ознакомьтесь со схемой установки для проверки конкретных функций этих входов и выходов.

Конфигурация входов и выходов реле, а также сигналы, доступные на клеммных колодках **ekor.rpa-110-р** и **ekor.rpa-120-р** для 9 входов и 4 выходов, показаны ниже.

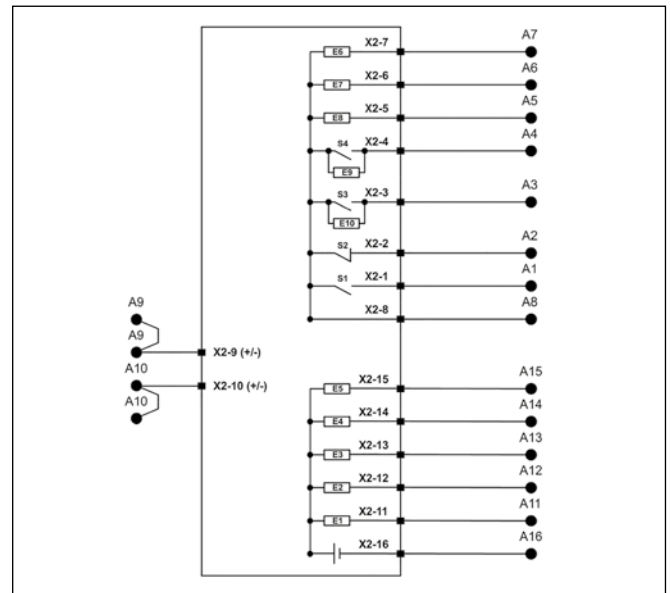


Рис. 8.9. Конфигурация входов и выходов реле

8.3.3. Защита плавкими предохранителями

Блок ekor.rpa-110/120-р используется для защиты трансформатора и работает совместно с защитой плавким предохранителем.

Процесс выбора параметров защиты для шкафа ekor.rpa-110/120-р состоит в следующем:

1. Определить требуемый номинальный параметр плавкого предохранителя для защиты трансформатора в соответствии с таблицей плавких предохранителей каждого семейства ячеек. Проверить максимальный и минимальный калибры (в каталоге IG) для каждой системы ячеек в соответствии с уровнем напряжения в системе, где они должны использоваться.
2. Вычислить номинальный ток силового трансформатора $I_n = S/\sqrt{3} \times U_n$.
3. Определить уровень длительной перегрузки $I >$. Нормальные значения в трансформаторах до 2000 кВА составляют 20% для распределительных установок и 5% для генерирующих установок.
4. Выбрать кривую переходной перегрузки. Корреляция между кривыми реле и предохранителями низкого напряжения выполняется с помощью кривой типа EI.
5. Определить выдержку времени при переходной перегрузке K. Этот параметр определяется тепловой константой трансформатора. Таким образом, чем больше константа, тем больше времени требуется для повышения температуры трансформатора при условии воздействия перегрузки. Следовательно, срабатывание защиты может задерживаться дольше. Нормальное значение для распределительных трансформаторов составляет $K = 0,2$, что означает, что он срабатывает через 2 с, если перегрузка составляет 300% на кривой EI.
6. Уровень короткого замыкания $I >>$. Необходимо определить максимальное значение тока намагничивания трансформатора. Пик тока, создаваемый при подключении трансформатора в режиме холостого хода, из-за эффекта намагниченного сердечника в несколько раз превышает номинальный ток. Это пиковое значение, в 12 раз превышающее номинальное значение (10-кратное для мощности выше 1000 кВА), имеет очень высокое содержание гармоник, поэтому его основная гармоника 50 Гц намного меньше. Поэтому обычное значение уставки для этого параметра составляет от 7 до 10.
7. Мгновенное время $T >>$. Это значение соответствует времени срабатывания защиты в случае возникновения короткого замыкания. Оно зависит от согласования с другими защитами, а нормальные значения составляют от 0,1 до 0,5 с. Каждый раз, когда значение короткого замыкания велико, плавкие предохранители будут действовать в течение времени, определенного их характеристической кривой.
8. Определить текущее значение в случае вторичного трехфазного короткого замыкания. Это короткое замыкание должно быть устранено плавкими предохранителями, и оно соответствует максимальному значению точки пересечения между кривыми реле и плавких предохранителей. Если точка пересечения больше, чем значение вторичного короткого замыкания, то уставки должны быть скорректированы для выполнения этого требования.
Пример: защита трансформатора со следующими характеристиками в системе ячеек **cgmcosmos** до 24 кВ:
 - a. Выбор плавкого предохранителя в соответствии с **IG-078**. Плавкий предохранитель 10/24 кВ; 125 А
 - b. Номинальный ток.
 $I = S/\sqrt{3} \times U = 1250 \text{ кВА}/\sqrt{3} \times 15 \text{ кВ} = 48 \text{ А}$
 - c. Допустимая постоянная перегрузка 20%.
 $I_n \times I > = 48 \text{ А} \times 1,2 = 58 \text{ А}$
 - d. Тип кривой: чрезвычайно обратозависимая времятоковая кривая. EI.
 - e. Коэффициент переходной перегрузки. $K = 0,2$
 - f. Уровень короткого замыкания. $I > \times I >> = 58 \times 7 = 404 \text{ А}$
 - g. Мгновенное время $T >> = 0,4 \text{ с}$.
 - h. Вторичное короткое замыкание.
 $I_{cs} = I_n \times 100/U_k = 48 \text{ А} \times 100/5 = 960 \text{ А}$

Настройка блока земляных защит зависит от характеристик сети, в которую установлен блок. В общем случае значения короткого замыкания на землю достаточно велики, чтобы их можно было обнаружить как максимальный ток. Даже в сетях с изолированной нейтралью или с дугогасящей катушкой величина короткого замыкания в установках защиты трансформаторов явно отличается от емкостных токов линий. Значения параметров настройки должны гарантировать селективность головными выключателями. Учитывая множество критериев

защиты и режимов нуля, используемых в сетях, нельзя указать единственное определение параметров. Для каждого случая требуется специфическое определение параметров. Для трансформаторов до 2000 кВА приведенные ниже настройки приведены в качестве общего примера. Должно быть обеспечено, чтобы они надлежащим образом применялись к защите оборудования, расположенного перед установкой (в т. ч. защиты общие, защита линии, головные выключатели и т. д.).

Блок	Тип	Обозначение	Значение
Блок защиты фаз с выдержкой времени (1) (UNIT_51)	Активация блока	Enable	ВКЛ.
	Пуск блока	Pick_up*	58 А
	Кривая зависимости от времени	Curve	EI
	Временной индекс обратнoзависимой кривой	Index	0,20
	Заданное время	Time	---
	Контроль направления тока повреждения	Direction	ВЫКЛ.
Блок защиты фаз без выдержки времени (1) (UNIT_50)	Активация блока	Enable	ВКЛ.
	Пуск блока	Pick_up	404 А
	Выдержка времени блока	Time	0,40 с
	Контроль направления тока повреждения	Direction	---
Блок защиты от замыканий на землю с измерением тока нулевой последовательности с выдержкой времени (1) (UNIT_51NS)	Активация блока	Enable	ВКЛ.
	Пуск блока	Pick_up	2 А
	Кривая зависимости от времени	Curve	NI
	Временной индекс обратнoзависимой кривой	Index	0,20
	Заданное время	Time	---
	Контроль направления тока повреждения	Direction	ВЫКЛ.
Блок защиты от замыканий на землю с измерением тока нулевой последовательности без выдержки времени (UNIT_50NS)	Активация блока	Enable	ВКЛ.
	Пуск блока	Pick_up	10 А
	Выдержка времени блока	Time	0,40 с
	Контроль направления тока повреждения	Direction	ВЫКЛ.

Таблица 8.6. Настройки

8.3.4. Монтаж в ячейке

В состав блоков **ekor.rpa-110-p** и **ekor.rpa-120-p**, как и в случае **ekor.rpa-110/120-v**, входят электронное реле, датчики напряжения и тока, бистабильное устройство отключения (Vinox) катушка отключения и соединительная клеммная колодка.

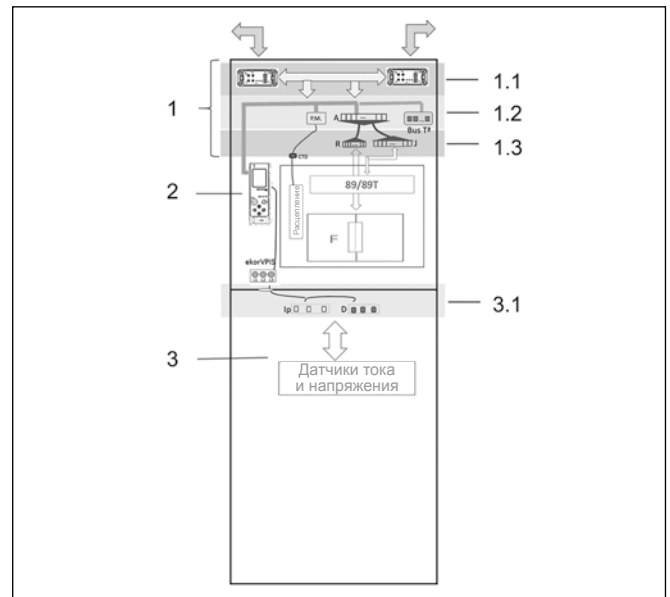
Основное различие заключается в том, что в шкафу с автоматическим выключателем имеется клеммная колодка — 52 (клеммная колодка управления выключателем), а в шкафу с защитой плавким предохранителем имеется клеммная колодка — R (клеммная колодка индикации состояния плавкого предохранителя). Кроме того, испытательные клеммные колодки — G не включены в стандартную конфигурацию ячейки с защитой плавким предохранителем.

Установка в присоединениях может быть разбита на следующие части:



Описание представлено для стандартной конфигурации. При желании могут быть добавлены другие конфигурации или испытательные клеммные колодки, а блок может быть размещен в блоке управления, установленном в ячейке.

Для получения дополнительной информации по конфигурации (схеме и т. п.) обратитесь в ближайший технико-коммерческий отдел компании **Ormazabal**.



1	Соединительная клеммная колодка
1.1	Шина электропитания и связи
1.2	Клеммная колодка реле
1.3	Клеммная колодка ячейки
2	Электронное реле ekor.rpa-110-p или ekor.rpa-120-p
3	Датчики напряжения и тока
3.1	Соединение датчиков

Рис. 8.11. Установка **ekor.rpa**

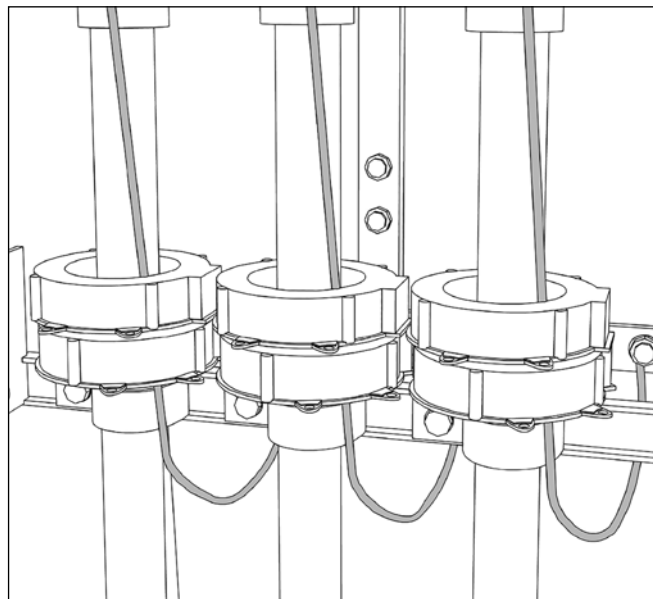
8.3.5. Проверка и техническое обслуживание

Техническое решение для промышленных потребителей с блоками **ekor.rpa-110-p** и **ekor.rpa-120-p** не имеет испытательного клеммного блока в стандартной конфигурации, обеспечивая возможность выполнения проверок только по первичной цепи.

В этом типе ячеек, трансформаторы тока устанавливаются на кабель. Это означает, что необходимо соблюдать особую осторожность, поскольку любая неправильная установка трансформаторов может привести к нежелательному отключению, которое является неправильным срабатыванием. Неправильная установка не обнаруживается в ходе испытаний при вводе в эксплуатацию и на нее необходимо обращать внимание в процессе установки.

Показания, которые необходимо учитывать, приведены ниже:

1. Тороидальные трансформаторы тока устанавливаются на выходных кабелях ячейки.
2. Заземляющий экран **ДОЛЖЕН** проходить через тороидальный трансформатор тока, когда он выходит из той части кабеля, которая остается выше тороидального трансформатора тока. В этом случае заземляющий экран проходит внутри трансформаторов до того, как экран подключается к заземляющему контуру ячейки. Заземляющий экран кабеля не должен касаться никакой металлической части, например, кабельных хомутов для фиксации кабеля или других участков кабельного отсека, прежде чем она будет подключена к заземляющему контуру ячейки.
3. Заземляющий экран **НЕ ДОЛЖЕН** проходить через тороидальный трансформатор тока, когда он выходит из той части кабеля, которая остается ниже тороидального трансформатора тока. В этом случае витая пара подключается непосредственно к заземляющему контуру ячейки. В случае отсутствия заземляющего экрана, поскольку был заземлен на другом конце (как в измерительных шкафах), заземляющий экран также не должен проходить через тороидальный трансформатор тока.



1

Заземляющий экран: он должен проходить внутри трансформаторов тока

Рис. 8.12. Установка тороидальных трансформаторов тока

9. Настройки конфигурации пользователя

Токовые блоки имеют большое количество параметров конфигурации, и правильная организация является принципиальным фактором в деле предотвращения ошибок при создании и переводе настроек. Для упрощения просмотра настройки могут быть организованы в древовидную структуру по группам разных уровней. Конечная цель состоит в облегчении правильного использования системы для конечных пользователей и исключения двусмысленности.

Формат, используемый для настроек, основан на XML (eXtensible Markup Language). XML — это стандартный язык для обмена структурированной информацией. Этот формат придает системе масштабируемость и гибкость, необходимые для последующего роста при появлении в будущем новых функций.

Приложения, необходимые для преобразования данных в информацию или для обмена информацией, используют этот же стандарт, что улучшает совместимость между системами безопасным, надежным и однозначным способом.

Файлы настроек конфигурации системы на уровне пользователя состоят из следующих основных групп:

- настройки локальной защиты и автоматизации;
- настройки даты и времени;
- настройки удаленной связи;
- настройки автоматизации для объекта.

9.1. Настройки локальной защиты и автоматизации.

Список настроек классифицируется следующим образом:

- системная информация (INFORMATION). Только для чтения;
- системные настройки (SETTINGS);
 - общие настройки (GENERAL_SETTINGS);
 - настройки защиты (PROTECTION);
 - настройки автоматизации (AUTOMATISM);
 - настройки локального порта связи (COMMUNICATION).

Системная информация (INFORMATION)

Узел дерева структуры	Информация			
	Тип	Обозначение	Возможные значения	Значение по умолчанию
Система	Система	Device	ekor.rpa-100	Только чтение
	Модель оборудования	Model	10202021/2022/2024/3021/3022/3024	Только чтение
	Диапазон	Range	110/120	Только чтение
	Тип	Type	V/P	Только чтение
	Тип соединения	Coupling	Один сердечник / три сердечника / калиброванный / EVTC / сборная шина 1 / сборная шина 2 / сборная шина 3 / сборная шина 4 / сборная шина 5 / сборная шина 6 / cgm3 / cosmos / и т. п.	Только чтение
	Серийный номер системы	Serial_Number	Aaabbccddd (семейство/год/неделя/блок)	Только чтение
	Версия системной микропрограммы	FW_Version	aa.bb.cc (версия. подверсия. редакция)	Только чтение
	Идентификатор логической схемы	Logic_Configuration_Id.	6 цифр с идентификатором логической схемы	Только чтение

Таблица 9.1. Информация

Системные настройки (SETTINGS)

Общие настройки (GENERAL_SETTINGS)

Узел дерева структуры	Настройки				
	Тип	Обозначение	Диапазон		
			Мин.	Макс.	Шаг (ед. изм.)
Общие	Частота сети	Frequency	50—60 Гц		
	Часовой пояс	Time_Zone			

Таблица 9.2. Настройки

Настройки защиты (PROTECTION)

Тип	Класс	Узел дерева структуры	Настройки				
			Тип	Обозначение	Диапазон		
					Мин.	Макс.	Шаг (ед. изм.)
Токовая защита (CURRENT_PROTECTION)	Защита от максимального тока (OVERCURRENT)	Блок защиты фаз с выдержкой времени (1) (UNIT_51)	Активация блока	Enable	ВКЛ./ВЫКЛ.		
			Пуск блока	Pick_up*	5,0 15,0 37,5	6000,0 20 000,0 50 000,0	0,1 A 0,1 A 0,1 A
			Кривая зависимости от времени	Curve	IEC: DT, NI, VI, EI, STI и LTI ANSI: NI, VI, EI и LI		
			Временной индекс обратнoзависимой кривой	Index	0,05	1,60	0,01
			Заданное время	Time	0,00	100,00	0,01 с
			Контроль направления тока повреждения	Direction	ВЫКЛ./ВПЕРЕД/НАЗАД		
		Блок защиты фаз с выдержкой времени (2) (UNIT_51_2)	Активация блока	Enable	ВКЛ./ВЫКЛ.		
			Пуск блока	Pick_up*	5,0 15,0 37,5	6000,0 20 000,0 50 000,0	0,1 A 0,1 A 0,1 A
			Кривая зависимости от времени	Curve	IEC: DT, NI, VI, EI, STI и LTI ANSI: NI, VI, EI и LI		
			Временной индекс обратнoзависимой кривой	Index	0,05	1,60	0,01
			Заданное время	Time	0,00	100,00	0,01 с
			Контроль направления тока повреждения	Direction	ВЫКЛ./ВПЕРЕД/НАЗАД		
		Блок защиты фаз без выдержки времени (1) (UNIT_50)	Активация блока	Enable	ВКЛ./ВЫКЛ.		
			Пуск блока	Pick_up*	5,0 15,0 37,5	6000,0 20 000,0 50 000,0	0,1 A 0,1 A 0,1 A
			Выдержка времени блока	Time	0,00	100,00	0,01 с
			Контроль направления тока повреждения	Direction	ВЫКЛ./ВПЕРЕД/НАЗАД		
			Активация блока	Enable	ВКЛ./ВЫКЛ.		
		Блок защиты нулевой последовательности с выдержкой времени (1) (UNIT_51N)	Пуск блока	Pick_up*	5,0 15,0 37,5	6000,0 20 000,0 50 000,0	0,1 A 0,1 A 0,1 A
			Кривая зависимости от времени	Curve	IEC: DT, NI, VI, EI, STI и LTI ANSI: NI, VI, EI и LI		
			Временной индекс обратнoзависимой кривой	Index	0,05	1,60	0,01
			Заданное время	Time	0,00	100,00	0,01 с
			Контроль направления тока повреждения	Direction	ВЫКЛ./ВПЕРЕД/НАЗАД		
		Блок защиты нулевой последовательности с выдержкой времени (2) (UNIT_51_2_N)	Активация блока	Enable	ВКЛ./ВЫКЛ.		
			Пуск блока	Pick_up*	5,0 15,0 37,5	6000,0 20 000,0 50 000,0	0,1 A 0,1 A 0,1 A
			Кривая зависимости от времени	Curve	IEC: DT, NI, VI, EI, STI и LTI ANSI: NI, VI, EI и LI		
			Временной индекс обратнoзависимой кривой	Index	0,05	1,60	0,01
			Заданное время	Time	0,00	100,00	0,01 с
			Контроль направления тока повреждения	Direction	ВЫКЛ./ВПЕРЕД/НАЗАД		
Блок защиты нулевой последовательности без выдержки времени (UNIT_50N)	Активация блока	Enable	ВКЛ./ВЫКЛ.				
	Пуск блока	Pick_up*	5,0 15,0 37,5	6000,0 20 000,0 50 000,0	0,1 A 0,1 A 0,1 A		
	Выдержка времени блока	Time	0,00	100,00	0,01 с		
	Контроль направления тока повреждения	Direction	ВЫКЛ./ВПЕРЕД/НАЗАД				
	Активация блока	Enable	ВКЛ./ВЫКЛ.				

Продолжение на следующей странице

Содержание

Тип	Класс	Узел дерева структуры	Настройки					
			Тип	Обозначение	Диапазон			
					Мин.	Макс.	Шаг (ед. изм.)	
Токовая защита (CURRENT_PROTECTION)	Максимальная токовая защита (OVERCURRENT)	Блок защиты от замыканий на землю с измерением тока нулевой последовательности с выдержкой времени (1) (UNIT_51NS)	Активация блока	Enable	ВКЛ./ВЫКЛ.			
			Пуск блока	Pick_up* (с векторным сложением)	0,5 1,5 1,5	1500,0 5000,0 5000,0	0,1 A 0,1 A 0,1 A	
				Pick_up* (с тороидальным трансформатором нулевой последовательности)	0,3 0,3 0,3	1500,0 5000,0 5000,0	0,1 A 0,1 A 0,1 A	
				Кривая зависимости от времени	Curve	IEC: DT, NI, VI, EI, STI и LTI ANSI: NI, VI, EI и LI		
			Временной индекс обратнозависимой кривой	Index	0,05	1,60	0,01	
			Заданное время	Time	0,00	100,00	0,01 с	
			Контроль направления тока повреждения	Direction	ВЫКЛ./ВПЕРЕД/НАЗАД			
		Блок защиты от замыканий на землю с измерением тока нулевой последовательности с выдержкой времени (2) (UNIT_51_2_NS)	Активация блока	Enable	ВКЛ./ВЫКЛ.			
			Пуск блока	Pick_up* (с векторным сложением)	0,5 1,5 3,7	1500,0 5000,0 12 500,0	0,1 A 0,1 A 0,1 A	
				Pick_up* (с тороидальным трансформатором нулевой последовательности)	0,3 0,3 0,3	1500,0 5000,0 5000,0	0,1 A 0,1 A 0,1 A	
				Кривая зависимости от времени	Curve	IEC: DT, NI, VI, EI, STI и LTI ANSI: NI, VI, EI и LI		
			Временной индекс обратнозависимой кривой	Index	0,05	1,60	0,01	
			Заданное время	Time	0,00	100,00	0,01 с	
			Контроль направления тока повреждения	Direction	ВЫКЛ./ВПЕРЕД/НАЗАД			
		Блок защиты от замыканий на землю с измерением тока нулевой последовательности без выдержки времени (UNIT_50NS)	Активация блока	Enable	ВКЛ./ВЫКЛ.			
	Пуск блока		Pick_up* (с векторным сложением)	0,5 1,5 3,7	1500,0 5000,0 12 500,0	0,1 A 0,1 A 0,1 A		
			Pick_up* (с тороидальным трансформатором нулевой последовательности)	0,3 0,3 0,3	1500,0 5000,0 5000,0	0,1 A 0,1 A 0,1 A		
			Выдержка времени блока	Time	0,00	100,00	0,01 с	
	Контроль направления тока повреждения		Direction	ВЫКЛ./ВПЕРЕД/НАЗАД				
	Направленная максимальная токовая защита (DIRECTIONAL)		Направленный блок фазной защиты (UNIT_67)	Характеристический угол сдвига фаз	Characteristic Angle	90,0	90,0	0,1°
				Минимальное фазное напряжение	V_min	0,5	72,0	0,1 кВ
		Неопределенная зона		Indeterminate_zone	0,0	90,0	0,1°	
		Направленный блок защиты нулевой последовательности (UNIT_67N)	Тип определения направления	Type	ANG/WAT			
			Характеристический угол нулевой последовательности	Characteristic Angle	-90,0	90,0	0,1°	
			Минимальная активная мощность нулевой последовательности	P_min	2,5	15 000,0	0,1 кВт	
			Минимальное напряжение нулевой последовательности	V_min	0,5	72,0	0,1 кВ	
			Неопределенная зона	Indeterminate_zone	0,0	90,0	0,1°	
		Направленный блок защиты от замыканий на землю с измерением тока нулевой последовательности (UNIT_67NS)	Тип определения направления	Type	ANG/WAT			
			Характеристический угол чувствительной нулевой последовательности	Characteristic Angle	-90,0	90,0	0,1°	
			Минимальная активная мощность нулевой последовательности	P_min	2,5	15 000,0	0,1 кВт	
Минимальное напряжение нулевой последовательности			V_min	0,5	72,0	0,1 кВ		
Неопределенная зона			Indeterminate_zone	0,0	90,0	0,1°		

Продолжение на следующей странице

Содержание

Тип	Класс	Узел дерева структуры	Настройки				
			Тип	Обозначение	Диапазон		
					Мин.	Макс.	Шаг (ед. изм.)
Токовая защита (CURRENT_PROTECTION)	Максимальная токовая защита обратной последовательности (NEGATIVE SEQUENCE)	Блок максимальной токовой защиты обратной последовательности (UNIT_46BC)	Активация блока	Enable	ВКЛ./ВЫКЛ.		
			Базовый ток	Base_current	I _n /11		
			Пуск блока ((I2/I1))	Pick_up_ratio	0,05	0,50	0,01 (броска тока)
			Выдержка времени блока	Time	0,05	600,00	0,01 с
			Порог тока для фаз	Min_phase_current*	0,3 10,0 25,0	300,0 1000,0 2500,0	0,1 А 0,1 А 0,1 А
			Максимальный порог тока для нулевой последовательности	Max_homo_current_ratio	0,00	0,50	0,01 с
	Узлы блокировки (BLOCKING)	Узел блокировки второй гармоники (SECOND_HARMONIC)	Активация блока	Enable	ВКЛ./ВЫКЛ.		
			Порог второй гармоники	Second_harmonic_threshold	5,0	100,0	0,1%
			Тип перекрестной блокировки	Cross_blocking	ВЫКЛ. / 1 ИЗ 3 / 2 ИЗ 3		
			Минимальный порог тока для фаз	Min_phase_current	5,0	6000,0	0,1 А
					15,0	20 000,0	0,1 А
					37,5	50 000,0	0,1 А
			Минимальный порог тока для вычислительной нулевой последовательности	Min_neutral_current	5,0	6000,0	0,1 А
					15,0	20 000,0	0,1 А
					37,5	50 000,0	0,1 А
			Минимальный порог тока для измерительной нулевой последовательности	Min_sensit_neutral_current	0,3	1500,0	0,1 А
					0,3	5000,0	0,1 А
					0,3	5000,0	0,1 А
			Максимальный порог тока для фаз	Max_phase_current	5,0	6000,0	0,1 А
					15,0	20 000,0	0,1 А
					37,5	50 000,0	0,1 А
			Максимальное время блокировки	Max_blocking_time	0,01	5,00	0,01 с
			Режим блокировки узла 51	Blocking_51	ВЫКЛ. / ВЫКЛЮЧЕНИЕ / ВЫДЕРЖКА ВРЕМЕНИ / БЛОК		
			Режим блокировки узла 51_2	Blocking_51_2	ВЫКЛ. / ВЫКЛЮЧЕНИЕ / ВЫДЕРЖКА ВРЕМЕНИ / БЛОК		
	Режим блокировки узла 50	Blocking_50	ВЫКЛ. / ВЫКЛЮЧЕНИЕ / ВЫДЕРЖКА ВРЕМЕНИ / БЛОК				
	Режим блокировки узла 51N	Blocking_51N	ВЫКЛ. / ВЫКЛЮЧЕНИЕ / ВЫДЕРЖКА ВРЕМЕНИ / БЛОК				
	Режим блокировки узла 51N_2	Blocking_51N_2	ВЫКЛ. / ВЫКЛЮЧЕНИЕ / ВЫДЕРЖКА ВРЕМЕНИ / БЛОК				
	Режим блокировки узла 50N	Blocking_50N	ВЫКЛ. / ВЫКЛЮЧЕНИЕ / ВЫДЕРЖКА ВРЕМЕНИ / БЛОК				
Режим блокировки узла 51NS	Blocking_51NS	ВЫКЛ. / ВЫКЛЮЧЕНИЕ / ВЫДЕРЖКА ВРЕМЕНИ / БЛОК					
Режим блокировки узла 51NS_2	Blocking_51NS_2	ВЫКЛ. / ВЫКЛЮЧЕНИЕ / ВЫДЕРЖКА ВРЕМЕНИ / БЛОК					
Режим блокировки узла 50NS	Blocking_50NS	ВЫКЛ. / ВЫКЛЮЧЕНИЕ / ВЫДЕРЖКА ВРЕМЕНИ / БЛОК					
Защита от напряжения (VOLTAGE_PROTECTION)	Защита минимального напряжения UNDERVOLTAGE	Блок защиты минимального напряжения с выдержкой времени (UNIT_27_TEMP)	Активация блока	Enable	ВКЛ./ВЫКЛ.		
			Рабочее напряжение	Voltage	ФАЗА — НЕЙТРАЛЬ ФАЗА — ФАЗА		
			Пуск блока	Pick_up	0,5	72,0	0,1 кВ
			Кривая зависимости от времени	Curve	IEC: DT, NI, VI, EI, STI и LTI ANSI: NI, VI, EI и LI		
			Временной индекс обратозависимой кривой	Index	0,05	1,60	0,01
			Заданное время	Time	0,00	100,00	0,01 с
	Блок защиты минимального напряжения без выдержки времени (UNIT_27_INST)	Активация блока	Enable	ВКЛ./ВЫКЛ.			
		Рабочее напряжение	Voltage	ФАЗА — НЕЙТРАЛЬ ФАЗА — ФАЗА			
		Пуск блока	Pick_up	0,5	72,0	0,1 кВ	
		Выдержка времени блока	Time	0,00	1800,00	0,01 с	

Продолжение на следующей странице

Содержание

Тип	Класс	Узел дерева структуры	Настройки				
			Тип	Обозначение	Диапазон		
					Мин.	Макс.	Шаг (ед. изм.)
Защита от напряжения (VOLTAGE_PROTECTION)	Защита максимального напряжения (OVERVOLTAGE)	Блок защиты максимального напряжения с выдержкой времени (UNIT_59_TEMP)	Активация блока	Enable	ВКЛ./ВЫКЛ.		
			Рабочее напряжение	Voltage	ФАЗА — НЕЙТРАЛЬ ФАЗА — ФАЗА		
			Пуск блока	Pick_up	0,5	72,0	0,1 кВ
			Кривая зависимости от времени	Curve	IEC: DT, NI, VI, EI, STI и LTI ANSI: NI, VI, EI и LI		
			Временной индекс обратнoзависимой кривой	Index	0,05	1,60	0,01
			Заданное время	Time	0,00	100,00	0,01 с
		Блок защиты максимального напряжения без выдержки времени (UNIT_59_INST)	Активация блока	Enable	ВКЛ./ВЫКЛ.		
			Рабочее напряжение	Voltage	ФАЗА — НЕЙТРАЛЬ ФАЗА — ФАЗА		
			Пуск блока	Pick_up	0,5	72,0	0,1 кВ
			Выдержка времени блока	Time	0,00	1800,00	0,01 с
			Активация блока	Enable	ВКЛ./ВЫКЛ.		
			Пуск блока	Pick_up	0,5	72,0	0,1 кВ
	Блок защиты максимального напряжения нулевой последовательности с выдержкой времени (UNIT_59N_TEMP)	Активация блока	Enable	ВКЛ./ВЫКЛ.			
		Пуск блока	Pick_up	0,5	72,0	0,1 кВ	
		Кривая зависимости от времени	Curve	IEC: DT, NI, VI, EI, STI и LTI ANSI: NI, VI, EI и LI			
		Временной индекс обратнoзависимой кривой	Index	0,05	1,60	0,01	
		Заданное время	Time	0,00	100,00	0,01 с	
		Активация блока	Enable	ВКЛ./ВЫКЛ.			
	Блок защиты максимального напряжения нулевой последовательности без выдержки времени (UNIT_59N_INST)	Пуск блока	Pick_up	0,5	72,0	0,1 кВ	
		Выдержка времени блока	Time	0,00	100,00	0,01 с	
		Активация блока	Enable	ВКЛ./ВЫКЛ.			
		Коэффициент роста температуры	Heating_Constant	3	60	1 мин	
		Коэффициент охлаждения	Cooling_Constant	3	180	1 мин	
		Уровень аварийного сигнала	Alarm_Threshold	80	100	1%	
Тепловая защита (TEMPERATURE_PROTECTION)	Защита от перегрева (THERMALOVERLOAD)	Блок тепловой защиты (UNIT_49)	Уровень срабатывания	Trip_Threshold	100	200	1%
			Уровень возврата в исходное состояние готовности к срабатыванию	Restore_Threshold	50	99	1%
			Номинальный ток	Nominal_Current*	5,0 15,0 37,5	6000,0 20 000,0 50 000,0	0,1 А 0,1 А 0,1 А

* Различные диапазоны для этих настроек относятся к установленным трансформаторам тока (300/1, 1000/1 и 2500/1 соответственно)

Таблица 9.3. Класс защиты

Настройки автоматизации (AUTOMATISM)

Узел дерева структуры	Настройки				
	Тип	Обозначение	Диапазон		
			Мин.	Макс.	Шаг (ед. изм.)
Автоматизация устройства повторного включения (RECLOSER)	Активация блока	Enable	ВКЛ./ВЫКЛ.		
	Количество повторных включений	Reclose_Number	0	4	1
	Первое время повторного включения для фаз	Phase_Reclosing_Time_1	0,05	600,00	0,01 с
	Первое время повторного включения для нулевой последовательности	Neutral_Reclosing_Time_1	0,05	600,00	0,01 с
	Второе время повторного включения для фаз	Phase_Reclosing_Time_2	1,00	600,00	0,01 с
	Второе время повторного включения для нулевой последовательности	Neutral_Reclosing_Time_2	1,00	600,00	0,01 с
	Третье время повторного включения для фаз	Phase_Reclosing_Time_3	1,00	600,00	0,01 с
	Третье время повторного включения для нулевой последовательности	Neutral_Reclosing_Time_3	1,00	600,00	0,01 с
	Четвертое время повторного включения для фаз	Phase_Reclosing_Time_4	1,00	600,00	0,01 с
	Четвертое время повторного включения для нулевой последовательности	Neutral_Reclosing_Time_4	1,00	600,00	0,01 с
	Разрешение повторного включения для блока (50)	Mask 50	ВКЛ./ВЫКЛ.		
	Разрешение повторного включения для блока 51 (1)	Mask 51	ВКЛ./ВЫКЛ.		
	Разрешение повторного включения для блока 51 (2)	Mask 51_2	ВКЛ./ВЫКЛ.		
	Разрешение повторного включения для блока 50N	Mask 50N	ВКЛ./ВЫКЛ.		
	Разрешение повторного включения для блока 51N (1)	Mask 51N	ВКЛ./ВЫКЛ.		
	Разрешение повторного включения для блока 51N (2)	Mask 51N_2	ВКЛ./ВЫКЛ.		
	Разрешение повторного включения для блока 50NS	Mask 50NS	ВКЛ./ВЫКЛ.		
	Разрешение повторного включения для блока 51NS (1)	Mask 51NS	ВКЛ./ВЫКЛ.		
	Разрешение повторного включения для блока 51NS (2)	Mask 51NS_2	ВКЛ./ВЫКЛ.		
	Время ожидания опорного напряжения	Vref_Time	1,00	600,00	0,01 с
Время безопасности после повторного включения, вызванного фазным коротким замыканием	Phase_Blocking_Time	1,00	600,00	0,01 с	
Время безопасности после повторного включения, вызванного коротким замыканием нулевой последовательности	Neutral_Blocking_Time	1,00	600,00	0,01 с	
Время безопасности после внешнего замыкания или замыкания вручную	Manual_Blocking_Time	1,00	600,00	0,01 с	
Автоматизация ошибки выключателя (UNIT_50BF) Метод определения состояния (STATUS_METHOD)	Время отказа отключения выключателя	Opening_Error_time	0,10	600,00	0,01 с
	Время отказа включения выключателя	Closing_Error_Time	0,10	600,00	0,01 с
Автоматизация наличия/отсутствия напряжения (VOLTAGE PRESENCE_ABSENCE)	Активация блока	Enable	ВКЛ./ВЫКЛ.		
	Напряжение в сети	Grid_Voltage	0,5	72,0	0,1 кВ
	Уровень наличия напряжения	Presence_Voltage	10,0	120,0	1,0%
	Уровень отсутствия напряжения	Absence_Voltage	10,0	120,0	1,0%
	Гистерезис наличия/отсутствия напряжения	Hysteresis_Voltage	0,0	100,0	0,1%
	Время наличия напряжения	Presence_Time	0,05	200,00	0,01 с
	Время отсутствия напряжения	Absence_Time	0,05	200,00	0,01 с

Таблица 9.4. Автоматизация

Настройки связи (COMMUNICATION)

Узел дерева структуры	Настройки				
	Тип	Обозначение	Диапазон		
			Мин.	Макс.	Шаг (ед. изм.)
COM_485	Номер периферийного устройства	Perif_Num	1	99	1
	Скорость	Baud rate	1200/2400/4800/9600/19 200/38 400 бод		
	Четность	Parity	Нет/нечетная/четная		
	Длина	Length	7	8	1
	Стоповые биты	Stopbits	1	2	1
	Протокол	Протокол	CIRBUS/MODBUS/PROCOME		
COM_VIRTUAL	Номер периферийного устройства	Perif_Num	1	99	1
	Протокол	Протокол	CIRBUS/MODBUS/PROCOME		

Таблица 9.5. Связь

9.2. Настройки даты и времени

Настройки (LOCAL_TIME_CLOCK)

Узел дерева структуры	Настройки				
	Тип	Обозначение	Диапазон		
			Мин.	Макс.	Шаг (ед. изм.)
Дата (DATE)	День	Day	1	31	1 день
	Месяц	Month	1	12	1 месяц
	Год	Year	1970	9999	1 год
Время (TIME)	Время	Time	0	23	1 час
	Минуты	Min	0	59	1 минута
	Секунды	Sec	0	59	1 секунда

Таблица 9.6. Настройки даты и времени

9.3. Настройки удаленной связи

IP-адреса

Узел дерева структуры	Настройки		
	Тип	Обозначение	Формат
IP_Local	Локальный IP-адрес	IP_LOCAL	20 знаков (шаблон IP)
	Локальная IP-маска	MASK_LOCAL	20 знаков (шаблон IP)
IP_RTU1	Динамический IP-адрес	IP_DYNAMIC	20 знаков (шаблон IP)
	Удаленный IP-адрес	IP_RTU1	20 знаков (шаблон IP)
	Удаленная IP-маска	MASK_RTU1	20 знаков (шаблон IP)
	Шлюз	GTW_RTU1	20 знаков (шаблон IP)
IP_RTU2	Удаленный IP-адрес	IP_RTU2	20 знаков (шаблон IP)
	Удаленная IP-маска	MASK_RTU2	20 знаков (шаблон IP)
	Шлюз	GTW_RTU2	20 знаков (шаблон IP)

Таблица 9.7. Настройки IP

10. Запись в журнале регистраций

Как упоминалось выше, логическое оборудование организовано в функциональные модули, сгруппированные в соответствии с их состоянием, что означает, что любой тип данных представлен в определенной структуре с определенным именем.

Классификация для разных типов данных:

- цифровые сигналы: ТИП/ГРУППА или КЛАСС/ПОДГРУППА, или УЗЕЛ ДЕРЕВА / НОМЕР СИГНАЛА;
- измерения: ТИП/ГРУППА или КЛАСС/ПОДГРУППА, или УЗЕЛ ДЕРЕВА / ИЗМЕРЕНИЕ.

10.1. Отчет о коротком замыкании

В системе хранятся 10 записей о коротких замыканиях в циклическом буфере, что означает, что последние 10 коротких замыканий, обнаруженных системой, всегда сохраняются. Отчеты о коротких замыканиях выводятся в текстовом формате, что означает, что они могут отображаться в любой программе для работы с текстами.

Имя файла включает:

(Номер КЗ системы_Название типа записи_Дата_Время_Номер КЗ.txt)

aaaa_КЗ_день-месяц-аа_час-мин-с-мс_vv_.txt

Сводка каждого отчета отображается на дисплее с наиболее важными данными.

10.1.1. Логика сбора данных

Начиная с состояния простоя, система открывает новый отчет о КЗ при каждом запуске блока. Этот новый отчет правильный, если блок выдает команду отключения.

Каждый отчет о КЗ содержит информацию о 60 миллисекундах до запуска, который привел к открытию нового отчета о КЗ, что означает, что можно увидеть состояние до начала короткого замыкания.

Если запуск не удался и система не выдала команду отключения, то отчет сбрасывается и не сохраняется.

Когда во время КЗ запускается несколько блоков, все они записываются в одну и ту же запись о КЗ.

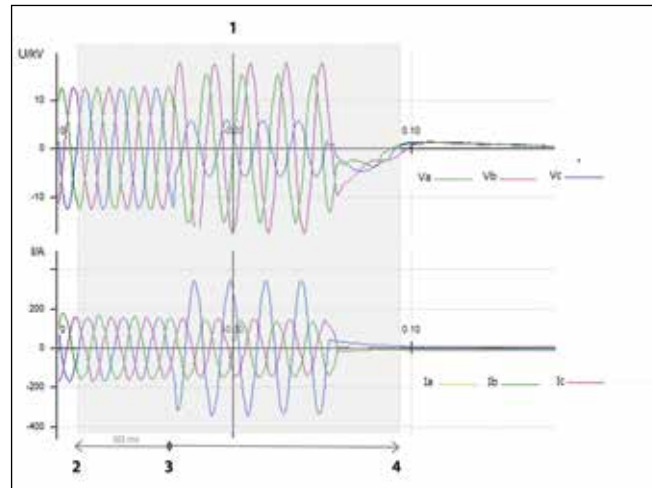
Причины закрытия отчета после отключения:

- КЗ успешно отключено;
- КЗ не удалось успешно устранить. В этом случае система ждет секунду после отключения, прежде чем закрыть отчет;
- потеря электропитания системы до завершения КЗ.



В любом из упомянутых выше случаев в каждом отчете будет сформулирована причина, по которой отчет закрыт.

Записи, запрограммированные как «внешнее отключение», также генерируют отчет о КЗ.



1	Окно фиксации отчета о коротком замыкании
2	Начало фиксации
3	Начало короткого замыкания
4	Окончание фиксации

Рис. 10.1. Короткие замыкания

10.1.2. Структура отчета

Отчет по короткому замыканию может быть разбит на следующие пять функциональных частей:

1. Информация о системе, к которой относится отчет.
2. Сводка или отчет о коротком замыкании.
3. Состояние блоков защиты системы на момент короткого замыкания.

4. Ток, отключенный выключателем.
5. Запись событий, возникших в течение временного промежутка короткого замыкания. Здесь собираются мгновенные значения измерений (модуль, аргумент) вместе с каждым событием.

Отчет о коротком замыкании					
1	Система (УСТРОЙСТВО):	ekor.rpa -XXX-v/p			
	Серийный номер:	Aaabbccddd (семейство/год/неделя/блок)			
			
2	Начало (Fault start)	Команда на отключение (Trip comand)	Окончание КЗ (Fault end)		
	день-месяц-год_ час-мин-с-мс	день-месяц-год_ час-мин-с-мс	день-месяц-год_ час-мин-с-мс		
	Tun КЗ (Trip type)	Время срабатывания защиты (Trip time)	Продолжительность КЗ (Fault duration)		
	Блок_Тун-Группа-Подгруппа	xxx.xxx.xxx (мс)	xxx.xxx.xxx (мс)		
3	Доступные блоки (Available units)	Активированный (Enable)	Запуск (Picked up)	Соответствующий кривой (Temporized)	Сработавший (Tripped)
	Блок_Узел-Фаза-Температура	Нет (пусто) / Да (X)	Нет (пусто) / Да (X)	Нет (пусто) / Да (X)	Нет (пусто) / Да (X)

4	Ток размыкания переключателя (Tripped current):	Фаза 1:	Модуль (A)	Аргумент (°)	
		Фаза 2:	Модуль (A)	Аргумент (°)	
		Фаза 3:	Модуль (A)	Аргумент (°)	
		Нулевая последовательность (Ток Н. П.):	Модуль (A)	Аргумент (°)	
		Чувствительная нулевая последовательность (Ток Ч. Н. П.):	Модуль (A)	Аргумент (°)	
5	Запись события (Запись события)	Дата/время	Векторы тока и напряжения		
	Событие до КЗ	Дата: день-месяц-год Время: час-минута-секунда_миллисекунда	Фаза 1: модуль (A/кВ) / аргумент (°) Фаза 2: модуль (A/кВ) / аргумент (°) Фаза 3: модуль (A/кВ) / аргумент (°) Фаза Нулевая последовательность: модуль (A/кВ) / аргумент (°) Фаза Чувствительная нулевая последовательность: модуль (A/кВ) / аргумент (°)		
	Блок_Тун-Группа-Подгруппа-Сигнал-ВКЛ./ВЫКЛ.	Дата: день-месяц-год Время: час-минута-секунда_миллисекунда	Фаза 1: модуль (A/кВ) / аргумент (°) Фаза 2: модуль (A/кВ) / аргумент (°) Фаза 3: модуль (A/кВ) / аргумент (°) Фаза Нулевая последовательность: модуль (A/кВ) / аргумент (°) Фаза Чувствительная нулевая последовательность: модуль (A/кВ) / аргумент (°)		
		
	Закрытие отчета о КЗ_Причина закрытия	Дата: день-месяц-год Время: час-минута-секунда_миллисекунда	Пусто		

Таблица 10.1. Отчет о коротком замыкании (ОТЧЕТ О КОРОТКОМ ЗАМЫКАНИИ)

10.1.3. Перечень имеющихся сигналов

Блок: тип/группа	Подгруппа	Тип
Записи	Блок с отчетом о КЗ	<ul style="list-style-type: none"> • Событие до КЗ • Причина окончания КЗ: • ВЫКЛ. ИБП, КЗ устранено • Потеря электропитания ($V_{\text{пост. ток}}$ КО. Автосохраненное отключение питания) • Достигнуто время ожидания. (КЗ не устранено) • КЗ сохранено, внешнее отключения • Неизвестный случай окончания КЗ
Блок максимальной токовой защиты с выдержкой времени (UNIT 51)	Phase_1,2,3,N and NS (Фазы 1, 2, 3, нулевая последовательность и чувствительная нулевая последовательность) (P1) (P2) (P3) (N) (NS)	<ul style="list-style-type: none"> • Запуск кривой (PICK UP ON/OFF) • Кривая выполнена (TEMPORIZED ON/OFF) • Блок заблокирован (UNIT BLOCK ON/OFF) • Отсчет времени заблокирован (TIMING BLOCK ON/OFF) • Отключение заблокировано (TRIPPING BLOCK ON/OFF) • Отключение (TRIP ON) • Отсутствие отключения по направлению (NO TRIP DIR ON) • Отсутствие отключения заблокированным блоком (NO TRIP BLOCK ON)
Блок максимальной токовой защиты с выдержкой времени (UNIT 51(2))	Phase_1,2,3,N and NS (Фазы 1, 2, 3, нулевая последовательность и чувствительная нулевая последовательность) (P1) (P2) (P3) (N) (NS)	<ul style="list-style-type: none"> • Запуск кривой (PICK UP ON/OFF) • Кривая выполнена (TEMPORIZED ON/OFF) • Блок заблокирован (UNIT BLOCK ON/OFF) • Отсчет времени заблокирован (TIMING BLOCK ON/OFF) • Отключение заблокировано (TRIPPING BLOCK ON/OFF) • Отключение (TRIP ON) • Отсутствие отключения по направлению (NO TRIP DIR ON) • Отсутствие отключения заблокированным блоком (NO TRIP BLOCK ON)
Блок максимальной токовой защиты без выдержки времени (UNIT 50)	Phase_1,2,3,N and NS (Фазы 1, 2, 3, нулевая последовательность и чувствительная нулевая последовательность) (P1) (P2) (P3) (N) (NS)	<ul style="list-style-type: none"> • Запуск кривой (PICK UP ON/OFF) • Кривая выполнена (TEMPORIZED ON/OFF) • Блок заблокирован (UNIT BLOCK ON/OFF) • Отсчет времени заблокирован (TIMING BLOCK ON/OFF) • Отключение заблокировано (TRIPPING BLOCK ON/OFF) • Отключение (TRIP ON) • Отсутствие отключения по направлению (NO TRIP DIR ON) • Отсутствие отключения заблокированным блоком (NO TRIP BLOCK ON)
Блок максимальной токовой защиты с выдержкой времени (UNIT 59-T)	Phase_1,2,3,N and NS (Фазы 1, 2, 3, нулевая последовательность и чувствительная нулевая последовательность) (P1) (P2) (P3) (N) (NS)	<ul style="list-style-type: none"> • Запуск кривой (PICK UP ON/OFF) • Кривая выполнена (TEMPORIZED ON/OFF) • Блок заблокирован (UNIT BLOCK ON/OFF) • Отсчет времени заблокирован (TIMING BLOCK ON/OFF) • Отключение заблокировано (TRIPPING BLOCK ON/OFF) • Отключение (TRIP ON) • Отсутствие отключения заблокированным блоком (NO TRIP BLOCK ON)
Блок защиты от максимального напряжения без выдержки времени (UNIT 59-I)	Phase_1,2,3,N and NS (Фазы 1, 2, 3, нулевая последовательность и чувствительная нулевая последовательность) (P1) (P2) (P3) (N) (NS)	<ul style="list-style-type: none"> • Запуск кривой (PICK UP ON/OFF) • Кривая выполнена (TEMPORIZED ON/OFF) • Блок заблокирован (UNIT BLOCK ON/OFF) • Отсчет времени заблокирован (TIMING BLOCK ON/OFF) • Отключение заблокировано (TRIPPING BLOCK ON/OFF) • Отключение (TRIP ON) • Отсутствие отключения заблокированным блоком (NO TRIP BLOCK ON)
Блок защиты от минимального напряжения с выдержкой времени (UNIT 27-T)	Phase_1,2,3,N and NS (Фазы 1, 2, 3, нулевая последовательность и чувствительная нулевая последовательность) (P1) (P2) (P3) (N) (NS)	<ul style="list-style-type: none"> • Запуск кривой (PICK UP ON/OFF) • Кривая выполнена (TEMPORIZED ON/OFF) • Блок заблокирован (UNIT BLOCK ON/OFF) • Отсчет времени заблокирован (TIMING BLOCK ON/OFF) • Отключение заблокировано (TRIPPING BLOCK ON/OFF) • Отключение (TRIP ON) • Отсутствие отключения заблокированным блоком (NO TRIP BLOCK ON)
Блок защиты от минимального напряжения без выдержки времени (UNIT 27-I)	Phase_1,2,3,N and NS (Фазы 1, 2, 3, нулевая последовательность и чувствительная нулевая последовательность) (P1) (P2) (P3) (N) (NS)	<ul style="list-style-type: none"> • Запуск кривой (PICK UP ON/OFF) • Кривая выполнена (TEMPORIZED ON/OFF) • Блок заблокирован (UNIT BLOCK ON/OFF) • Отсчет времени заблокирован (TIMING BLOCK ON/OFF) • Отключение заблокировано (TRIPPING BLOCK ON/OFF) • Отключение (TRIP ON) • Отсутствие отключения заблокированным блоком (NO TRIP BLOCK ON)

Продолжение на следующей странице

Содержание

Блок: тип/группа	Подгруппа	Тип
Блок защиты от максимального с выдержкой времени (UNIT 59N-T)	Phase_1,2,3,N and NS (Фазы 1, 2, 3, нулевая последовательность и чувствительная нулевая последовательность) (P1) (P2) (P3) (N) (NS)	<ul style="list-style-type: none"> • Запуск кривой (PICK UP ON/OFF) • Кривая выполнена (TEMPORIZED ON/OFF) • Блок заблокирован (UNIT BLOCK ON/OFF) • Отсчет времени заблокирован (TIMING BLOCK ON/OFF) • Отключение заблокировано (TRIPPING BLOCK ON/OFF) • Отключение (TRIP ON) • Отсутствие отключения заблокированным блоком (NO TRIP BLOCK ON)
Блок защиты от максимального без выдержки времени (UNIT 59N-I)	Phase_1,2,3,N and NS (Фазы 1, 2, 3, нулевая последовательность и чувствительная нулевая последовательность) (P1) (P2) (P3) (N) (NS)	<ul style="list-style-type: none"> • Запуск кривой (PICK UP ON/OFF) • Кривая выполнена (TEMPORIZED ON/OFF) • Блок заблокирован (UNIT BLOCK ON/OFF) • Отсчет времени заблокирован (TIMING BLOCK ON/OFF) • Отключение заблокировано (TRIPPING BLOCK ON/OFF) • Отключение (TRIP ON) • Отсутствие отключения заблокированным блоком (NO TRIP BLOCK ON)
Блок максимальной токовой защиты обратной последовательности (UNIT 46BC)	Блок максимальной токовой защиты обратной последовательности (BROKEN CONDUCTOR)	<ul style="list-style-type: none"> • Запуск кривой (PICK UP ON/OFF) • Кривая выполнена (TEMPORIZED ON/OFF) • Блок заблокирован (UNIT BLOCK ON/OFF) • Отсчет времени заблокирован (TIMING BLOCK ON/OFF) • Отключение заблокировано (TRIPPING BLOCK ON/OFF) • Отключение (TRIP ON) • Отсутствие отключения заблокированным блоком (NO TRIP BLOCK ON)
Блок тепловой защиты (UNIT 49)	Блок тепловой защиты (THERMAL OVERLOAD)	<ul style="list-style-type: none"> • Запуск кривой (ALARM ON/OFF) • Кривая выполнена (TEMPORIZED ON/OFF) • Блок заблокирован (UNIT BLOCK ON/OFF) • Отсчет времени заблокирован (TIMING BLOCK ON/OFF) • Отключение заблокировано (TRIPPING BLOCK ON/OFF) • Отключение (TRIP ON) • Отсутствие отключения заблокированным блоком (NO TRIP BLOCK ON)
Ошибка выключателя (UNIT 50BF)	Метод определения состояния (STATE METHOD)	<ul style="list-style-type: none"> • Отключение защитой от максимального тока правильное (OVERCURRENT TRIP OK ON) • Отключение защитой от максимального тока неудачное (OVERCURRENT TRIP FAIL ON) • Общее отключение правильное (GENERAL TRIP OK ON) • Общее отключение неудачное (GENERAL TRIP FAIL ON) • Непредвиденное отключение (UNEXPECTED TRIP ON) • Команда на отключение правильная (OPEN COMMAND OK ON) • Команда на отключение неправильная (OPEN COMMAND FAIL ON) • Команда на включение правильная (CLOSE COMMAND OK ON) • Команда на включение неправильная (CLOSE COMMAND FAIL ON) • Команда на повторное включение правильная (RECLOSE ORDER OK ON) • Команда на повторное включение неправильная (RECLOSE ORDER FAIL ON) • Отключение вручную (MANUAL OPEN ON) • Включение вручную (MANUAL CLOSE ON) • Ошибка автоматического выключателя BREAKER FAIL (ON/OFF)
Отключающий блок (TRIP LOGIC)	(-)	<ul style="list-style-type: none"> • Отключение максимальной токовой защиты в фазе (PHASE OVERCURRENT TRIP ON/OFF) • Отключение от максимальной токовой защиты нулевой последовательности (NEUTRAL OVERCURRENT TRIP ON/OFF) • Отключение от максимальной токовой защиты от замыканий на землю с измерением тока нулевой последовательности (SENSITIVE NEUTRAL OVERCURRENT TRIP ON/OFF) • Отключение по фазной защите от напряжения (PHASE VOLTAGE TRIP ON/OFF) • Отключение по защите от напряжения нулевой последовательности (PHASE VOLTAGE TRIP ON/OFF) • Отключение от тепловой защиты (TEMPERATURE TRIP ON/OFF) • Отключение от максимальной токовой защиты обратной последовательности (NEGATIVE SEQUENCE CURRENT TRIP ON/OFF) • Внешнее отключение (EXTERNAL TRIP ON/OFF) • Общее отключение (GENERAL TRIP ON/OFF)

Таблица 10.2. Имеющиеся сигналы

10.2. Запись событий

Журналы различных событий, которые могут быть загружены из системы, связаны с сигналами, генерируемыми блоками защиты, аварийными сигналами и работой ячейки или подстанции, журналом изменений программного обеспечения, синхронизацией и т. п.

Система хранит в циклическом буфере до 4000 событий, упорядоченных в возрастающем хронологическом порядке, т. е. когда очередь событий заполнена, самое старое из них удаляется, а новое регистрируется автоматически.

Файл событий может отображаться на веб-сайте системы или может быть загружен в формате CSV (открытый формат с простым представлением данных в таблице).

Эти события имеют определенную структуру и классифицируются по функциональным группам, чтобы использовать фильтры, которые помогают в опросе или анализе происшествий.

Определенная структура выглядит следующим образом:

№ события	Метка	Дата/время	Группа	Тип	Описание	Расположение
-----------	-------	------------	--------	-----	----------	--------------

Таблица 10.3. Структура

- № события: положение события в сохраненном перечне событий.
- Метка (синхронизация): указывает на синхронизацию событий с внешним сервером синхронизации или ее отсутствие.
- Время и дата в системе.
- Группа: относится к логическому группированию блока в соответствии с происхождением различных событий. Это группирование подразделяется на семь групп.

Группа	Обозначение	Описание
0	Собственные	Активированный перечень событий для проверки правильной работы системы.
1	Срочные	Относится к событиям, которые классифицируются как срочная техническая неисправность.
2	Аварийные сигналы	Группирование существующих аварийных сигналов.
3	Защита и автоматизация	Относится к защите и автоматизации
4	Состояния и команды приводных элементов	Относится к состояниям и командам положений
5	Другие события	Все события, которые не сохранены как особые события.
6	Высокое проявление	Относится к связи.

Таблица 10.4. Функциональные группы

- Тип: нумерация присваивается каждому событию внутри каждой группы.
 - Описание: текст описания добавляется к каждому событию.
 - Расположение: нумерация расположения, к которому принадлежит этот сигнал, внутри трансформаторной подстанции.
- Для получения дополнительной информации по перечню событий для каждой конкретной установки обратитесь в технико-коммерческий отдел компании **Ormazabal**.

11. Интерфейс пользователя

Система работает как файловый сервер (центральная файловая система), в котором файлы могут отображаться через различные пользовательские интерфейсы. Различные файлы могут быть загружены и отображены путем отправки команд на импорт и извлечение с указанием имени и адреса файла.

Эти файлы могут отображаться через различные пользовательские интерфейсы:

- через **веб**-сервер системы. Пользователь может подключиться к локальному IP-адресу системы через кабель Ethernet, чтобы отображать веб-представление и содержимое разных файлов;
- через **клавиатуру — дисплей** системы;
- путем экспорта на USB-накопитель системы (**ekor.soft-xml**). Пользователь может подключиться к системе через разъем мини-USB, используя его как привод (**EKOR_DISK(E)**), где у него будет доступ к различным файлам в соответствующих папках.

Импортируемые и экспортируемые файлы могут иметь разные форматы и расширения в соответствии с требованиями. Используются различные типы файлов:

- настройки конфигурации (формат XML);
- дата/время (формат XML);
- записи о коротком замыкании (формат TXT);
- запись событий (формат XLS);
- информация о системе (формат PDF).

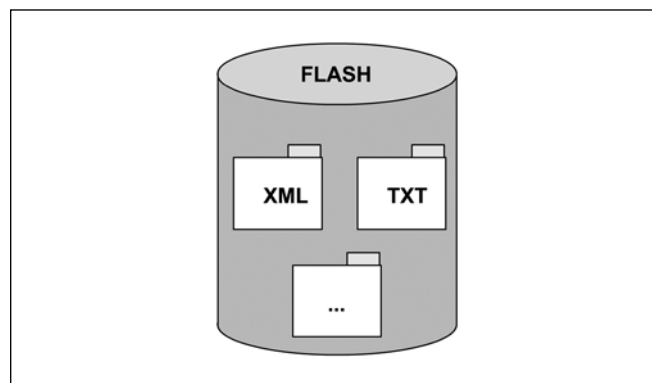


Рис. 11.1. Файлы

11.1. Веб-сервер. Проверка и конфигурирование параметров

11.1.1. Характеристики веб-сервера

Веб-сервер имеет оптимизированный дизайн, поскольку он использует стандарты CSS3 и HTML5, что делает его совместимым с большинством веб-браузеров:

- Internet Explorer, версия 8.0 или более поздняя;
- Chrome;
- Firefox;
- Safari, версия 5 или более поздняя;
- Opera, версия 10.63 или более поздняя;
- ...

Даже при медленных соединениях возможен полностью функциональный доступ. Время загрузки и количество запросов страниц сведены к минимуму благодаря небольшому размеру страниц, менее 15 кБ.

Просмотр веб-страниц, наряду с обновлением системы, был протестирован и проверен в медленных соединениях и в условиях ошибок коммуникации. Характеристики сред, в которых система была проверена:

- радиосвязь 2,4 кБайт/с и 1,2 кБайт/с;
- связь GPRS 40 кБайт/с;
- условия:
 - потеря пакетов до 90%;
 - изменение порядка пакетов до 35%;
 - дублирование пакетов до 35%;
 - задержки до 2 с.

11.1.2. Доступ к веб-серверу: локальный и удаленный доступ

Система **ekor.rpa** имеет сервер веб-приложений, который доступен через протоколы HTTP и HTTPS.

Этот доступ может осуществляться в локальном или удаленном режиме через любой из портов Ethernet системы. Запрос и/или изменение параметров, запрос записей и записи, обновление микропрограмм и т. п. осуществляются через этот сервер.

Доступ к веб-сайту можно получить через любой веб-браузер (Internet Explorer, Firefox и т. п.). Для удаленного доступа должна быть настроена система связи с доступом к глобальной сети, подключенная к блоку **ekor.rpa**.

Для осуществления веб-доступа пользователь должен войти в систему с именем пользователя и паролем, определенными клиентом.



1	IP-адрес
2	Пользователь
3	Пароль

Рис. 11.2. Вход пользователя в систему

Локальный доступ

Локальный IP-адрес доступа по умолчанию 100.0.0.1.

Существует два типа пользователей: один с правами на просмотр и/или изменение параметров подстанции и удаленного управления, а другой — только с правами на просмотр информации без внесения каких-либо изменений в конфигурацию.

Пароли по умолчанию для режима установщика (которые могут быть изменены через веб-сайт):

- *пользователь: admin;*
- *пароль: change.*

Пароли по умолчанию для пользовательского режима (которые могут быть изменены через веб-сайт):

- *пользователь: user;*
- *пароль: mira.*

Удаленный доступ

IP-адрес удаленного доступа будет одним из тех, которые указаны в IP1 и IP2, связанных с подстанцией, с использованием тех же паролей по умолчанию, которые указаны выше.

Контроль входа в систему

Режим доступа, режим отображения (без разрешения на изменение) или режим администратора может быть выбран при локальном и удаленном доступе после входа в систему с правами администратора:



Рис. 11.3. Контроль доступа

В системе могут одновременно находиться до 2 пользователей в режиме отображения и 1 в режиме администрирования. Если новый пользователь желает подключиться в режиме администрирования через интернет, когда уже есть такой подключенный пользователь, для него будут доступны следующие варианты:

- отменить сеанс предыдущего администратора и войти в систему как администратор;
- войти в режиме только для отображения (при наличии свободных сеансов);
- выйти и повторить попытку позже.

У подключенного пользователя есть возможность открывать вкладки в разных окнах одновременно.

Проверка и изменение параметров через веб-сервер

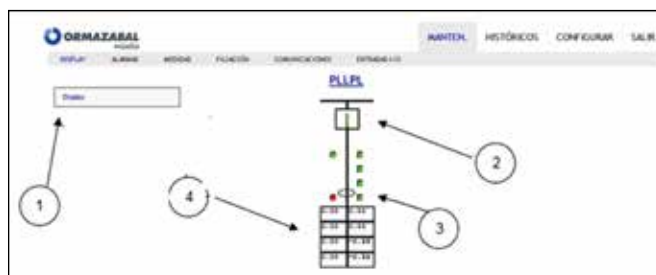
Веб-сайт разделен на четыре основные вкладки: *техническое обслуживание, журналы, конфигурация и выход.*

Техническое обслуживание

Эта вкладка используется для информирования пользователей о данных в режиме реального времени и предоставления информации о состоянии шкафа, аварийных сигналах, измерениях тока и напряжения и т. п.

Она в свою очередь разделена на 5 меню: *отображение, аварийные сигналы, измерения, описание и связь.*

- **Отображение:** отображается информация о шкафе, показывающая состояние установленных шкафов в реальном масштабе времени.



1	Вкладка «Отображение»
2	Состояние распределительного устройства
3	Индикаторы состояния ячейки
4	Измерения

Рис. 11.4. Вкладка «Отображение»

- **Аварийные сигналы:** отображается перечень всех определенных аварийных сигналов и состояния в реальном времени для каждого из них. Когда аварийный сигнал активирован, его состояние изменяется с «Выкл.» на «Вкл.», а окно аварийного сигнала становится красным.



1	Активный аварийный сигнал
2	Неактивный аварийный сигнал

Рис. 11.5. Вкладка «Аварийные сигналы»

- **Измерения:** показаны различные измерения системы.

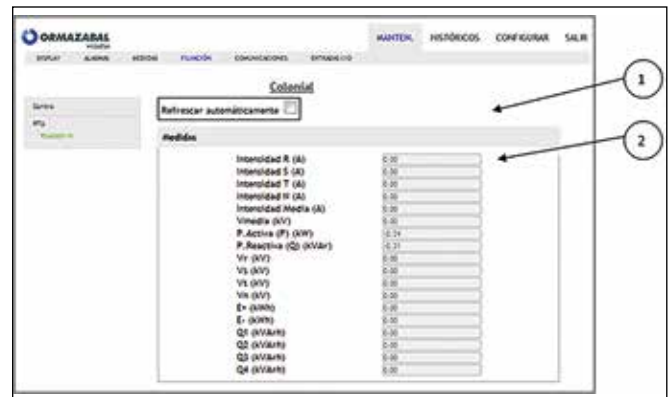


Рис. 11.6. Вкладка «Измерения для одного шкафа»

- **Ответвление:** позволяет пользователям вводить текст, предоставляющий информацию о подстанции и о каждом шкафе в установке. Отображается серийный номер ekor.rpa и блоки защиты.



Рис. 11.7. Ответвление

- **Входы и выходы:** отображение состояния входов и выходов системы в режиме реального времени. Когда аварийный сигнал активирован, его состояние изменяется с «Выкл.» на «Вкл.», а поле индикации становится красным.



1	Вход не активирован
2	Вход активирован

Рис. 11.8. Вкладка «Входы и выходы»

Журналы

На этой вкладке показаны различные журналы, которые можно загрузить из системы: журнал событий и аварийных сигналов подстанции, журнал КЗ и журнал изменения версии программного обеспечения.

- **Запись событий и операций:** показывает подробную информацию о событиях и аварийных сигналах подстанции и каждой ячейки, упорядоченную в обратном хронологическом порядке в формате:

№ события	Метка	Дата/время	Группа	Тип	Описание	Расположение
-----------	-------	------------	--------	-----	----------	--------------

Таблица 11.1. Структура

Эта вкладка может использоваться для применения фильтров для отображения событий, зарегистрированных в **ekor.rpa**: Отфильтруйте по дате, группе и/или типу события, выберите количество событий, которое будет отображаться на странице, и т. п.



1	Фильтр отображения
2	Сохранить
3	События
4	Сводка событий
5	События блока защиты

Рис. 11.9. Запись событий

- **Короткие замыкания:** можно загрузить сведения о коротких замыканиях в системе.
Запись о КЗ может быть загружена по запросу. Сначала пользователь должен загрузить индекс отчетов о КЗ, чтобы выбрать загружаемые записи. Это можно сделать, нажав кнопку «Просмотреть индекс».

Первый столбец таблицы позволит пользователю выбрать загружаемые отчеты: один, несколько или все. Кнопка «Загрузить» позволяет выполнить загрузку.



Рис. 11.10. Короткие замыкания

- **Версии:** для каждого изменения версии программного обеспечения системы записывается одно событие. Отображаются дата изменения, тип обновленного файла и загруженная версия. Журнал можно загрузить в файле .csv.

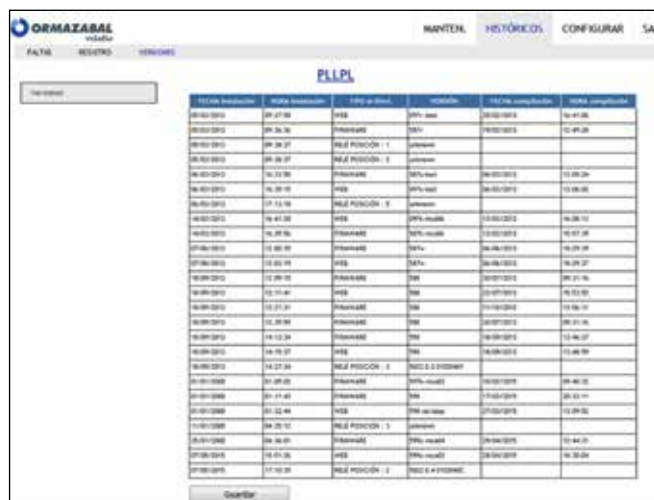


Рис. 11.11. Запись версий программного обеспечения

Конфигурация

Эта вкладка используется для формирования конфигурации различных параметров подстанции: настроек блока защиты, удаленных IP-адресов и т. п.

- **Защита:** отображение и изменение настроек блока защиты.

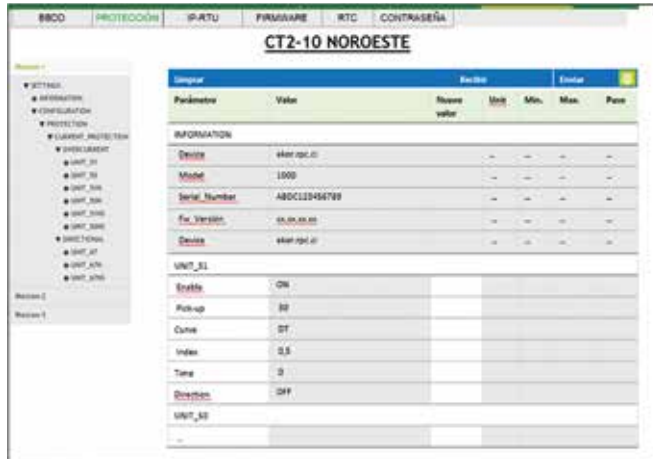


Рис. 11.12. Конфигурация

- **IP RTU:** отображение и изменение параметров IP, параметров NTP, параметров LDAP, отсчета времени и т. п. Их можно загружать и скачивать в файле .xml.



Рис. 11.13. Отображение и изменение параметров RTU

- **Пароль:** используется для изменения паролей для режима администратора и режима отображения (когда отсутствует управление по протоколу LDAP).



Рис. 11.14. Изменение паролей для режима администратора и режима отображения

- **Специальные меню автоматизации:** используется для изменения параметров конфигурации различных реализованных автоматизаций.

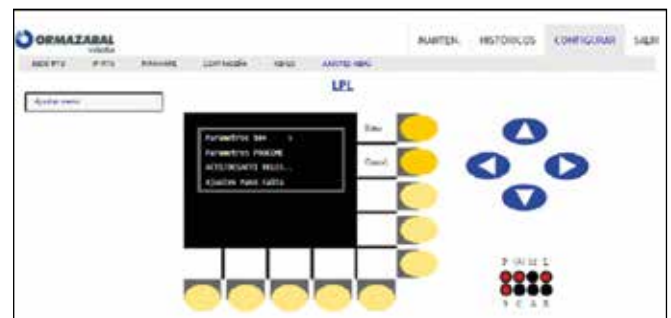


Рис. 11.15. Экран меню

11.2. Клавиатура/дисплей

11.2.1. Введение

Электронное реле снабжено клавиатурой и дисплеем, которые служат для установки и просмотра параметров защиты и управления. Кроме того, на дисплее в масштабе реального времени отображаются измерения, аварийные сигналы и сигналы управления.

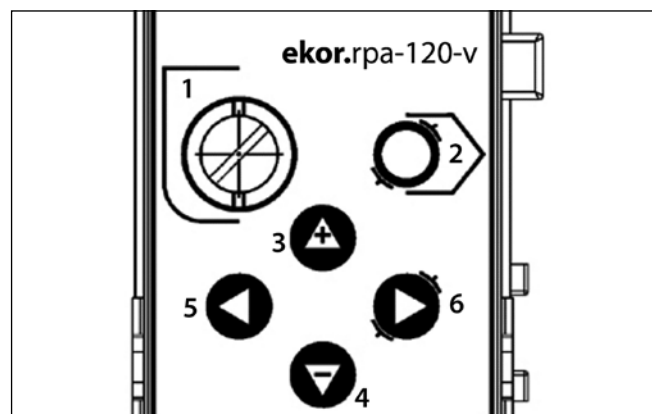
Как и в случае с различными частями платформы микропрограммы, дисплей организован в древовидную структуру, благодаря чему навигация более проста и интуитивно понятна для пользователей.

Пользователь может перемещаться по экранам навигации для доступа к экранам данных.

Цель экранов навигации состоит в том, чтобы организовать отображение в древовидной структуре, т. е. они не содержат каких-либо данных. Новые экраны навигации или данных могут зависеть от этого типа экранов в соответствии с тем, как определена структура.

С другой стороны, экраны данных представляют собой экраны, которые отображают разные типы данных (настройки, измерения, цифровые сигналы, информацию и т. п.). Никакой другой экран не будет зависеть от этого типа экрана, поскольку они являются окончательными экранами в структуре дерева отображения. Существует опция двойного экрана данных. Например, на экранах данных измерений с модулями и углом экраны данных будут двойными, т. е. один с информацией по модулю, а другой с информацией по углу. Переключение между экранами осуществляется кнопкой «Вправо».

Клавиатура имеет 6 клавиш:



1	НАСТРОЙКА
2	ВЫХОД
3	Вверх
4	Вниз
5	Влево
6	Вправо

Рис. 11.16. Клавиатура

Клавиши «Вверх» и «Вниз» используются для перемещения между экранами одного уровня. Клавиша «Вправо» используется для входа на экраны более низкого уровня (если экран имеет более низкие уровни). Клавиша «Влево» или «Выход» используется для перехода на экран верхнего уровня, от которого зависит текущий экран.

Пример:

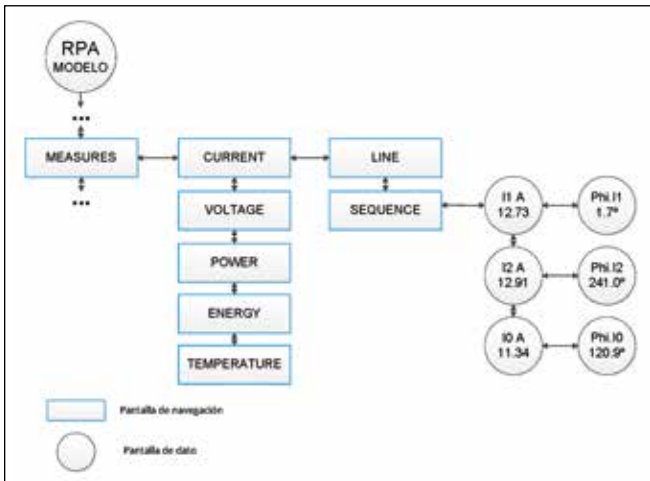


Рис. 11.17. Древоподобная структура дисплея блоков ekor.rpa-100

В этом примере показана часть древовидной структуры дисплея. В частности, показаны экраны навигации, которые должны использоваться для доступа к измерению тока последовательности (экраны данных). На основе главного экрана «RPA MODEL» путь для доступа к экранам последовательностей выглядит следующим образом.

Сначала необходимо перейти по основным экранам навигации, используя клавишу «Вниз», до экрана «ИЗМЕРЕНИЯ». Затем следует нажать клавишу «Вправо», чтобы перейти на экраны навигации нижнего уровня, связанные с экраном «ИЗМЕРЕНИЯ».

Эта же логика используется для перехода на последний экран навигации «ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ», от которого зависят экраны данных, соответствующие токам последовательности. Достигнув этих экранов данных и зная, что они представляют собой двойные экраны данных, можно переключаться между экраном для модуля и угла, нажимая на клавишу «Вправо».

11.2.2. Экран дисплея

Основная ветвь просмотра выглядит следующим образом:

	<p>Векторы тока и напряжения. Двойные экраны: модуль + аргумент</p>		Общий экран дисплея для настроек пользователя
			Общий экран дисплея для даты и времени
			Общий экран дисплея для состояний
			Общий экран дисплея для отчетов о коротких замыканиях
			Общий экран дисплея для измерений
			Общий экран дисплея для информации о системе

Таблица 11.2. Дисплей

Ниже представлены экраны, которые зависят от каждого из общих экранов, упомянутых в таблице выше.

Настройки

Экран пользовательских настроек (НАСТРОЙКИ) структурирован так же, как файл настроек .xml.

Часы

Структура экранов для даты и времени:

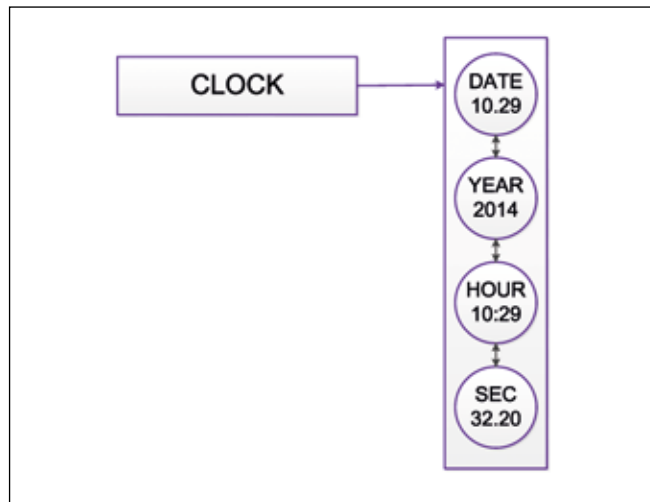


Рис. 11.18. Часы

Состояние

Структура экранов для разных состояний системы:

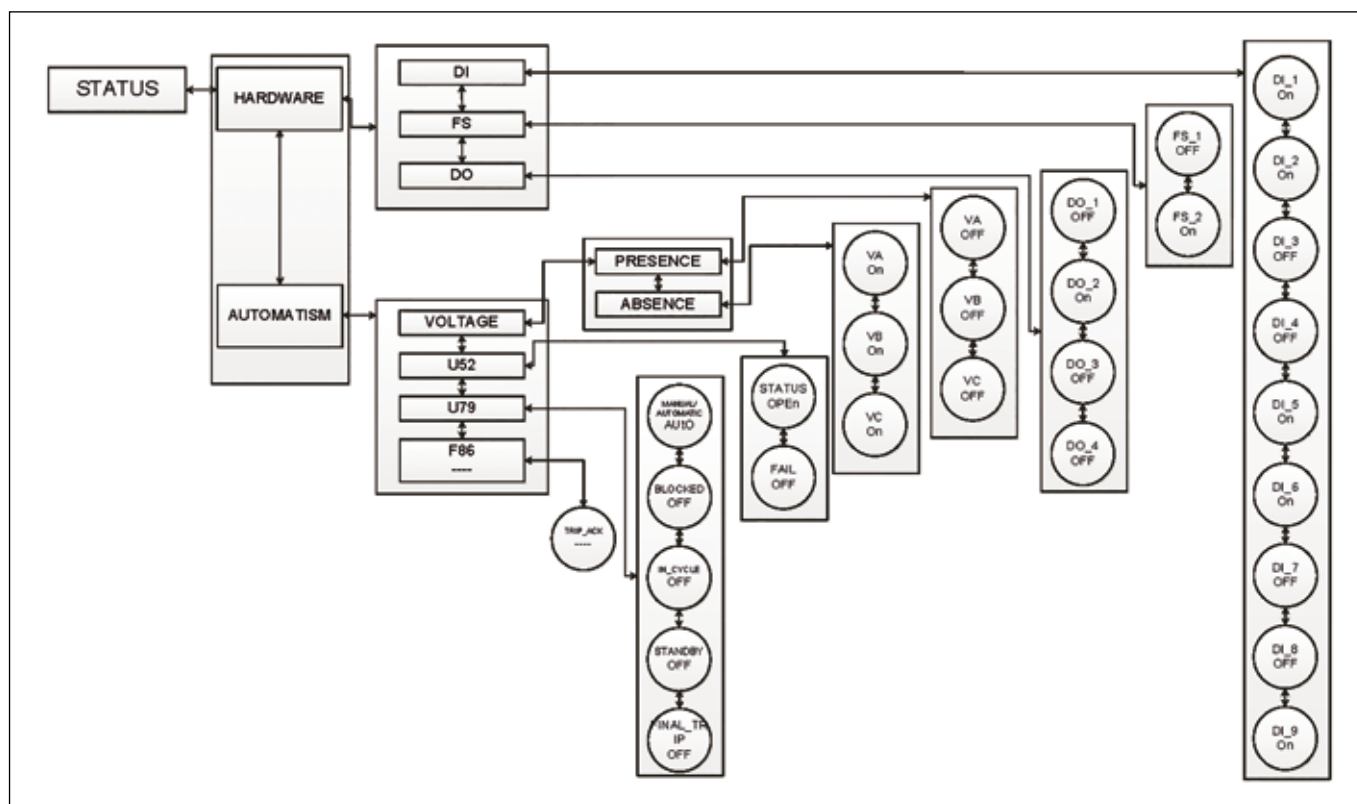


Рис. 11.19. Состояние

Журналы

Структура экранов для последних 10 отчетов, сохраненных в системе:

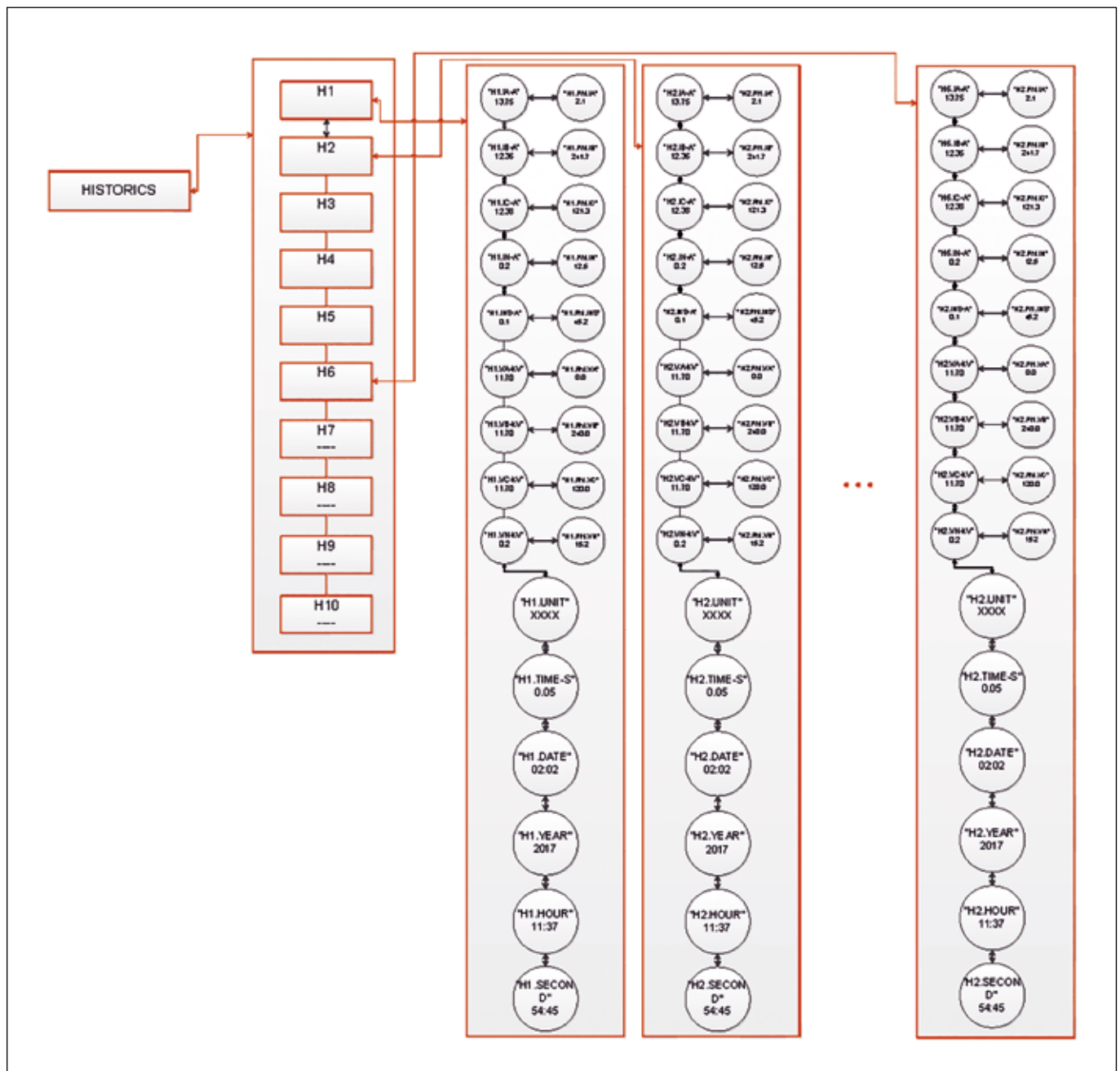


Рис. 11.20. Журналы

Каждый раз, когда возникает короткое замыкание, оно отображается на дисплее и экране приоритета с информацией о КЗ. Информация, отображаемая на этом приоритетном экране, идентична информации, показанной в разделе «ЖУРНАЛЫ».

Пользователь должен нажать клавишу «ВЫХОД», чтобы выйти из экрана приоритета и вернуться к первоначальному экрану короткого замыкания.

Информация

Структура экранов для информации о системе:

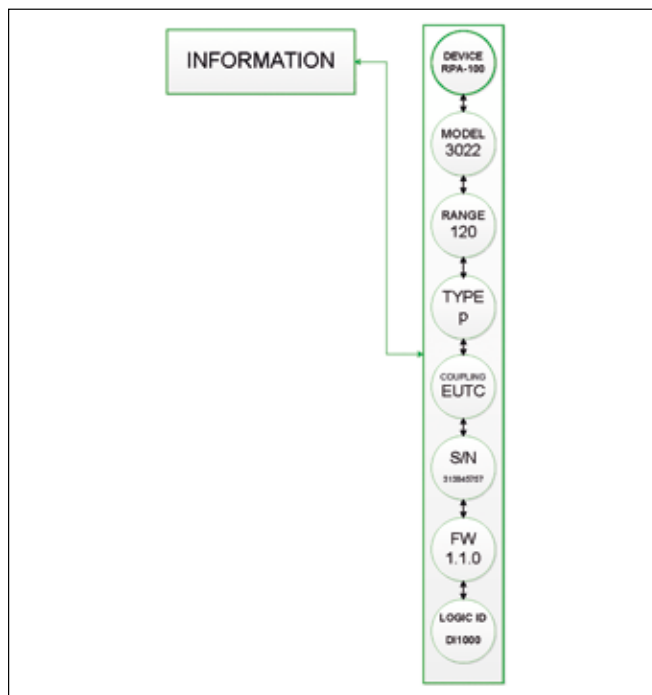


Рис. 11.22. Информация

11.2.3. Коды ошибок

Блоки **ekor.rpa-100** имеют ряд кодов ошибок, используемых для предупреждения пользователя о различных аномалиях, которые могут возникнуть в системе.

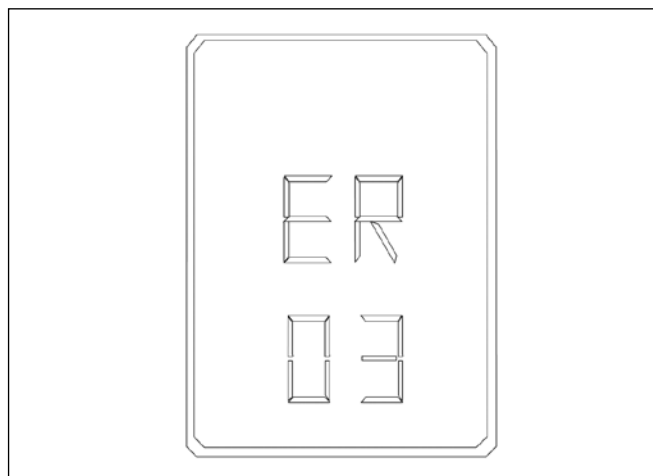


Рис. 11.23. Ошибка

Каждый тип ошибки имеет уникальный номер ошибки для безошибочной идентификации:

Код, отображаемый на дисплее	Значение
ER 03	Ошибка выключателя (ошибка при отключении или включении)
ER 04	Ошибка катушки отключения в включенном состоянии
ER 05	Ошибка катушки отключения в отключенном состоянии
ER 06	Ошибка катушки отключения
ER 07	Аварийный сигнал модульного автоматического выключателя
ER 08	Аварийный сигнал разгруженной пружины
ER 09	Состояние неработающих защит (включая включенные 51, 50, 51N, 50N, 51NS, 50NS)
ER 0A	Активация повторного включения

Переключает между кодом ошибки и экраном, на котором пользователь находится в данный момент

Таблица 11.3. Ошибки

11.3. Файловый сервер в USB-накопителе

Пользователь получает файлы разных типов с устройства через USB-накопитель. Эта флэш-память действует как файловый сервер, в котором система может обновлять свою конфигурацию или информацию с помощью команд импорта и экспорта (команды, отправленные пользователем путем нажатия двух кнопок). Пользователь ПК имеет доступ к файлам с возможностью чтения/редактирования/загрузки через USB-кабель.

Операции, которые могут быть выполнены с использованием этого интерфейса:

- отображение/изменение настроек системы;
- отображение отчетов о коротком замыкании;
- отображение измерений;
- обновление микропрограммы или настроек системы.

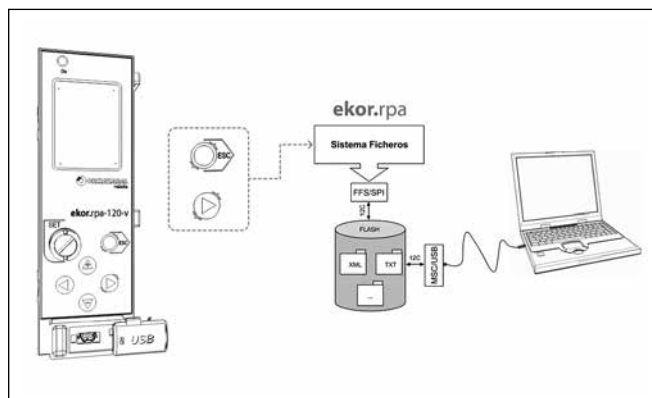


Рис. 11.24. Подсоединение через USB-кабель

11.3.1. Подсоединение к системе

Если конфигурация кабеля правильная, то пользователь ПК увидит обнаружение нового накопителя при подключении к системе.



Рис. 11.25. Обнаружение нового накопителя

На накопителе могут находиться следующие компоненты:

- **ekorSoftXML.exe:** программное обеспечение отображения настроек.
- **Папка «Settings» (Настройки):** каталог, в котором сохраняются настройки системы (.xml + .xsd).
- **Папка «Faults» (Короткие замыкания):** каталог, в котором сохраняются короткие замыкания, зарегистрированные системой.
- **Папка «Measures» (Измерения):** каталог, в котором сохраняются измерения системы.

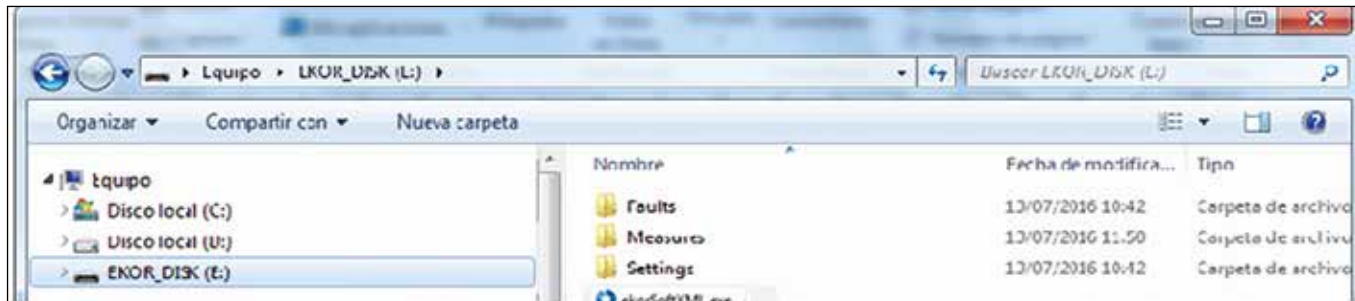


Рис. 11.26. Накопители

11.3.2. Использование интерфейса

Для того, чтобы интерфейс работал правильно, пользователь должен взаимодействовать с системой, отправляя команды извлечения файла или импорта (используя клавиши «Выход» и «Вправо»).

Устройство различает операции, которые должны выполняться, в соответствии с порядком приоритета выполняемых задач. Задачи уникальны для каждой команды и выполняются линейно,

т. е. если система обнаруживает, что первая задача не должна запускаться, она ищет следующую и так далее, пока не достигнет последней. Последняя задача всегда запускается, поскольку она обновляет информацию о системе во флэш-памяти.

Задачи, которые должны выполняться системой в порядке приоритета, следующие:

№	Порядок	Выполняемая задача	Имя файла
1	Импорт	Обновление микропрограммы системы	Upgrade.hex
2	Импорт	Обновление настроек системы	Ecu_log.ekp
3	Импорт	Обновление настроек пользователя	User_PSWU.xml
4	Импорт	Обновление даты/времени	RTC_PSWU.xml
5	Экспорт	Восстановление файлов в USB-памяти <ul style="list-style-type: none"> • Настройки пользователя • Дата/время • Отчеты о коротком замыкании • Измерение мгновенного значения параметра 	<ul style="list-style-type: none"> • User.xml • RTC.xml • x_Faults_Date_time_vv_.txt (w: от 1 до 10) • Measures.txt

Таблица 11.4. Порядок приоритета

Задачи **обновления микропрограммы или конфигурации** являются важными обновлениями устройств и должны выполняться только в случае необходимости и квалифицированным персоналом. Эти файлы предназначены только для импорта и должны поставляться производителем. При их загрузке остается копия в корневом каталоге USB-памяти и отправляется команда ввода. Если содержимое этих файлов неверно, то система вернет сообщение об ошибке в текстовом формате.

Если в системе нет файла для обновления, то **она экспортирует всю конфигурацию и информацию** при получении команды, т. е. память USB обновляется, используя последнюю информацию, собранную системой. Эта последняя задача полезна для:

1. Загрузки самых последних КЗ системы (EKOR_DISK:/Faults).
2. Загрузки мгновенных измерений блока в момент отправки команды (EKOR_DISK:/Measures).
3. Загрузки настроек пользователя системы и даты/времени (EKOR_DISK:/Settings/Actual или Backup).

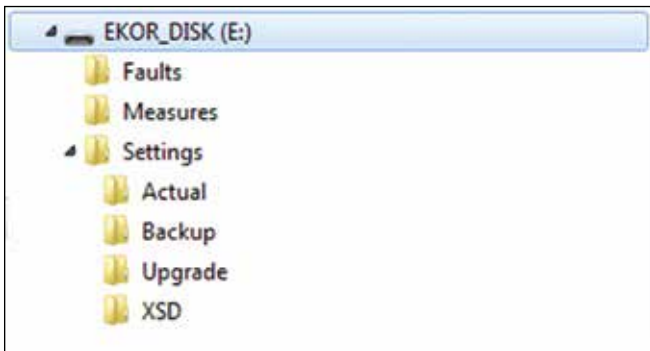


Рис. 11.27. Экран накопителя

Для **настройки конфигурации системы** с помощью файлов «user.xml» для пользовательских настроек и «RTC.xml» для даты/времени требуется следующее:

1. Открыть файлы в «EKOR_DISK:/Settings/Actual», используя редактор файлов XML.
2. Настроить конфигурацию, отредактировать с необходимыми значениями.
3. Сохранить новый файл в папке «EKOR_DISK:/Settings/Upgrade», используя соответствующие имена файлов и пароль.
4. Подать команду импорта, чтобы система обновилась, используя новую конфигурацию.

По умолчанию «пользовательский пароль (PSWU)» — «0000». Таким образом, файлы XML конфигурации, которые необходимо обновить, будут следующими:

- User_0000.xml
- RTC_0000.xml

В каталоге «EKOR_DISK:/Settings/Backup» могут храниться настройки до последнего обновления.

В каталоге «EKOR_DISK:/Settings/XSD» хранятся диапазоны, шаги и т. п. используемых настроек.

Рекомендуется отправить команду обновления USB-памяти, как только система будет подключена после обновления. Этим гарантируется, что работа всегда выполняется с последней конфигурацией и система настроена так, как требуется.

11.3.3. ekor.soft-xml

Файл «**ekor.soft-xml.exe**» служит в качестве исполняемого файла для просмотра файлового сервера USB-накопителя. Этот исполняемый файл находится в самой системе и не нуждается в каком-либо коммуникационном соединении, так как команды импорта/экспорта вводятся с клавиатуры.

Файл «**ekor.soft-xml.exe**» работает только в операционной системе Windows. Для любого другого типа операционной системы существует возможность редактирования файлов конфигурации вручную с помощью редакторов XML-файлов. Соединение с USB-памятью использует протокол «Класс запоминающего устройства большой емкости USB», что делает его совместимым с различными операционными системами.

Ниже приведены шаги, которые необходимо выполнить для отображения/редактирования/загрузки системных настроек.

Рекомендуется скопировать программное обеспечение диска на компьютер и запустить его там, чтобы отображать или изменять настройки.

Как только программное обеспечение будет запущено, обнаружится внешний диск под названием «EKOR_DISK»:

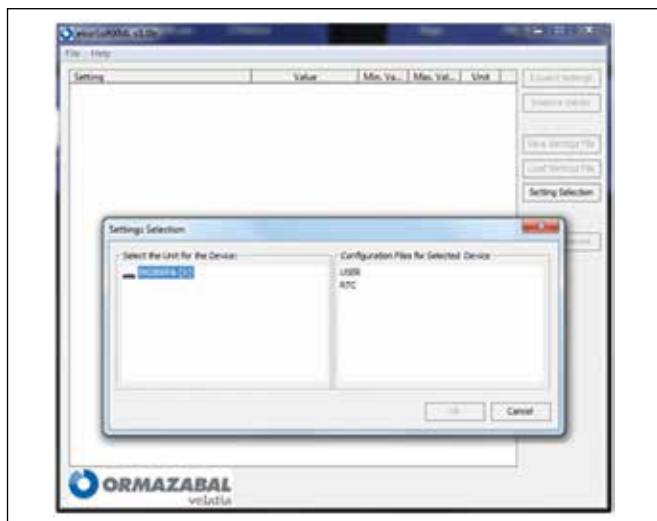


Рис. 11.28. ekor.soft-xml

Выберите диск, и в правом столбце будут показаны файлы, которые могут быть отображены и/или изменены (USER: настройки пользователя и RTC: настройки даты/времени).

Выберите файл для отображения или изменения и нажмите «ОК»:

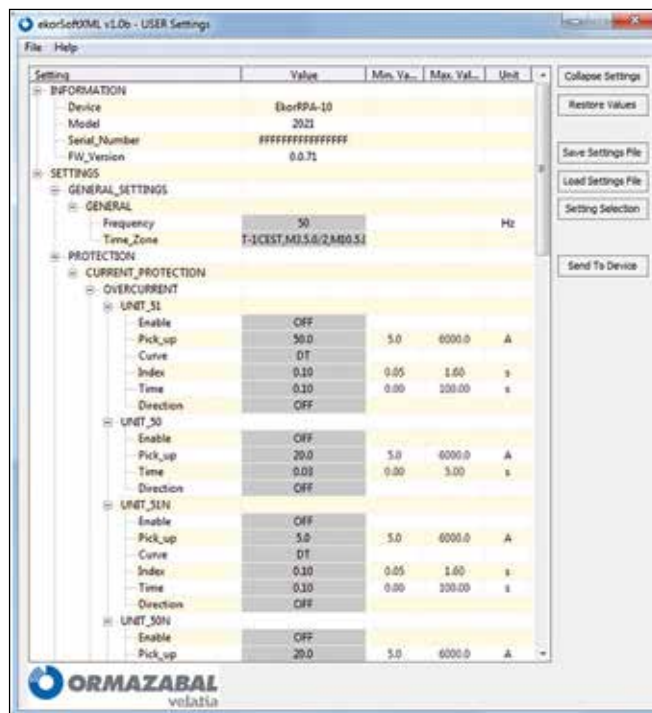


Рис. 11.29. Экран дисплея

После того, как файл открыт, настройки могут быть изменены при условии, что соблюдены ограничения, указанные в самых правых столбцах (минимальное значение, максимальное значение и т. п.).

Новые настройки можно отправить в систему следующим образом.

- Нажмите кнопку «Send to Device» («Отправить на устройство»).
- Программное обеспечение запросит пароль. Введите правильный пароль (0000 по умолчанию) и нажмите кнопку «OK»:



Рис. 11.30. Экран пароля

- Затем программное обеспечение запрашивает запуск команды обновления. Это означает, что клавиши «Выход» и «Стрелка вправо» **следует одновременно нажать и удерживать (приблизительно 1 с)**. Эта команда сбросит систему и применит новые настройки. Вокруг этих клавиш нарисован круг с целью их идентификации как клавиш, которые могут выполнять эту команду.

- Убедитесь, что обновление выполнено правильно, нажав кнопку «Check» («Проверить»):

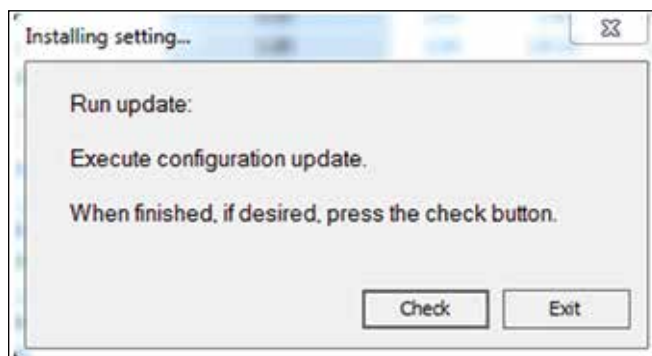


Рис. 11.31. Экран проверки

При нажатии кнопки «Check» программное обеспечение укажет, правильно ли оно загрузилось или имеются какие-либо ошибки.

Процедура настроек обновления/отображения одинакова как для пользовательских настроек, так и для настроек даты/времени.

Чтобы перезагрузить любой из файлов в программном обеспечении, нажмите кнопку «Setting Selection» («Выбор настроек»), выберите файл для отображения и нажмите кнопку «OK».

12. Средства связи

12.1. Физический носитель: RS-485

Физический носитель, используемый для установления связи дистанционного управления для серии **ekor.rpa-100**, представляет собой кабель витой пары, который подключается к заднему порту RS-485 (обозначенному как COM0 и COM1) через разъем RJ-45.

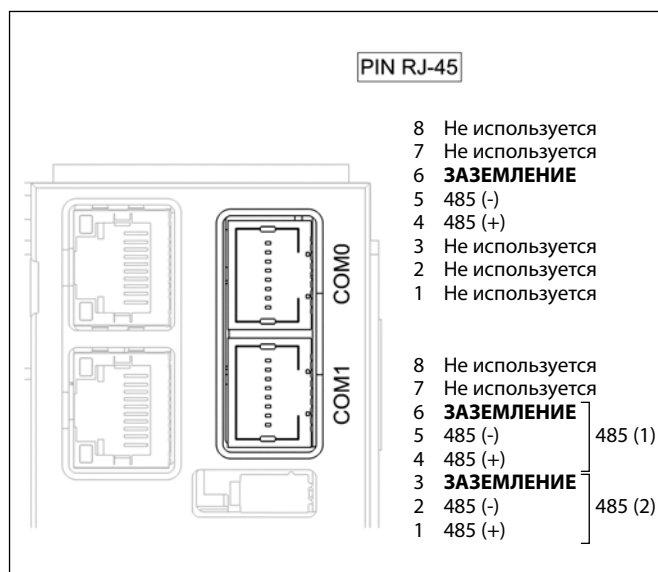


Рис. 12.1. RS-485

COM0 — это порт, используемый, когда блок работает как подчиненный компонент дистанционного управления (подчиненное устройство MODBUS или PROCOME).

12.1.1. Протокол MODBUS

Блок **ekor.rpa-100** может быть настроен для использования протокола связи MODBUS для порта COM0. В этом случае система работает как подчиненное устройство MODBUS в режиме передачи RTU (двоичном).

Кадр сообщения RTU

Начало	Адрес	Функция	Данные	CRC	Окончание
Молчание	8 бит	8 бит	n x 8 бит	16 бит	Молчание

Таблица 12.1. Кадр сообщения RTU

Атрибут MODBUS ADDRESS реле (также называемый номером периферийного устройства) представляет собой байт, который принимает значения от 0 до 99.

Параметры связи для порта COM0 RS-485 могут быть изменены с использованием пользовательских настроек. Эти настройки классифицируются в поле *Communications/COM_485* и являются следующими:

- **номер периферийного устройства:** установка номера подчиненного устройства (от 1 до 99);
- **скорость передачи данных в бодах:** скорость передачи (1200, 2400, 4800, 9600, 19 200 или 38 400 бод);
- **контроль четности:** контроль четности (нет, четная или нечетная);
- **длина:** длина (7 или 8 бит);
- **стоповые биты:** стоповые биты (1 или 2 бита);
- **протокол:** протокол, который используется для отчетов через порт 485 (Cirbus, MODBUS или PROCOME).

Порт COM1 используется, когда устройство работает в качестве ведущего устройства MODBUS для датчиков температуры, подключенных к шине. Это соединение может быть выполнено в любом из двух портов RS-485 (может быть выбрано по конфигурации), доступном в COM1.

Контроль температуры через температурные датчики будет функционировать только как опция в моделях **ekor.rpa-120**, то есть COM1 будет применяться только к этим моделям.

Основным преимуществом этого режима над режимом ASCII является то, что информация упакована более плотно, что позволяет повысить скорость передачи данных при той же скорости связи. Каждое сообщение передается как непрерывная строка, так как молчание используется для обнаружения конца сообщения. Минимальная продолжительность молчания составляет 3,5 символа.

Ведущее устройство обращается к подчиненному устройству, указывая его адрес в соответствующем поле, а подчиненное устройство отвечает указанием своего собственного адреса. Адрес «0» зарезервирован для широкоэмитерного режима, чтобы он мог быть распознан всеми подчиненными устройствами.

Функции чтения/записи

В принципе, будут реализованы только две функции: одна для чтения и другая для записи данных.

Чтение данных

Вопрос:

Начало	Адрес	Функция	Данные				CRC	Окончание
Молчание	DESC	«3»	ADDR-H	ADDR-L	NDATA-H	NDATA-L	16 бит	Молчание

Таблица 12.2. Чтение данных. Вопрос

Ответ:

Начало	Адрес	Функция	Кол-во байтов	Данные			CRC	Окончание
Молчание	DESC	«3»	N	DATA1-H	DATA1-L	16 бит	Молчание

Таблица 12.3. Чтение данных. Ответ

где:

DESC	Адрес подчиненного устройства
ADDR-H	Старший байт адреса для первого считываемого регистра
ADDR-L	Младший байт адреса для считывания первого регистра
NDATA-H	Старший байт числа считываемых регистров
NDATA-L	Младший байт числа считываемых регистров
DATA1-H	Старший байт первого запрошенного регистра
DATA 1-L	Младший байт первого запрошенного регистра
N	Общее количество байтов данных: будет равно количеству запрошенных регистров

Запись данных

Позволяет записать один регистр по указанному адресу.

Вопрос:

Начало	Адрес	Функция	Данные				CRC	Окончание
Молчание	DESC	«6»	ADDR-H	ADDR-L	DATA-H	DATA-L	16 бит	Молчание

Таблица 12.4. Запись данных. Вопрос

Ответ:

Обычный ответ — это отображение полученного запроса.

где:

DESC	Адрес подчиненного устройства
ADDR-H	Старший байт адреса для записываемого регистра
ADDR-L	Младший байт адреса для записываемого регистра
DATA-H	Старший байт записываемых данных
DATA-L	Младший байт записываемых данных

Ответ в случае ошибки

Начало	Адрес	Функция	Код ошибки	CRC	Окончание
Молчание	DESC	FUNC_ERR	CODE_ERROR	16 бит	Молчание

Таблица 12.5. Запись данных. Ответ в случае ошибки

где:

DESC	Адрес подчиненного устройства
FUNC_ERR	Код запрошенной функции, при этом самый значимый бит находится в позиции 1
CODE_ERROR	Код произошедшей ошибки
«1»	Ошибка функции. Функция не поддерживается системой
«2»	Неверный адрес из-за необъявленного адреса или чтения/записи в записях с правами только для чтения / только для записи
«3»	Данные, вводимые в запись, неправильные
«4»	Ошибка, не зависящая от протокола в главном или подчиненном устройстве при запуске функции

Защищенная паролем запись

Некоторые параметры карты MODBUS защищены от записи с использованием разных **ПАРОЛЕЙ**.

Запись сеанса параметров, защищенных **ПАРОЛЕМ**, начинается с ввода **ПАРОЛЯ** в соответствующем адресе. Сеанс записи заканчивается обновлением регистров после повторной передачи соответствующего **ПАРОЛЯ**. Если *время ожидания* истекло, то процесс прерывается, и система возвращается в нормальный режим. В обычном режиме любая попытка записи защищенной регистрации приведет к появлению кода ошибки «2».

Генерация циклического избыточного кода

Поле контроля с помощью циклического избыточного кода (CRC) содержит два байта, которые добавляются в конце сообщения. Получатель должен повторно рассчитать его и сравнить с полученным значением. Оба значения должны быть равны.

CRC — это остаток, полученный при делении сообщения на двоичный многочлен. Получатель должен поделить все полученные биты (информацию плюс CRC) на тот же многочлен, который используется для вычисления CRC. Если полученный остаток равен 0, то информационный кадр считается правильным.

Используемый многочлен: $X^{15} + X^{13} + 1$

Схема размещения регистров

Информация (0 x 02XX)

Адрес	Поле	Описание		Размер	Чтение/запись
0 x 0226		Установлено на 0 x FF	Установлено на 0 x FF	16 бит	Только чтение
0 x 0227		Установлено на 0 x FF	Установлено на 0 x FF	16 бит	Только чтение
0 x 0228		НЕ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ	НЕ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ	16 бит	Только чтение
0 x 0229		НЕ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ	НЕ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ	16 бит	Только чтение
0 x 022A		Установлено на 0 x FF	СЕМЕЙСТВО (МЛАДШИЙ)	16 бит	Только чтение
0 x 022B	Идентификатор системы (Таблица 2)	ХАРАКТЕРИСТИКИ (СТАРШИЙ)	ВЕРСИЯ МИКРОПРОГРАММЫ (МЛАДШИЙ)	16 бит	Только чтение
0 x 022C:		ВЕРСИЯ АППАРАТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ (СТАРШИЙ)	ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ (МЛАДШИЙ)	16 бит	Только чтение
0 x 022D:		ПОДВЕРСИЯ МИКРОПРОГРАММЫ (СТАРШИЙ)	РАСШИРЕНИЕ ВЕРСИИ МИКРОПРОГРАММЫ (МЛАДШИЙ)	16 бит	Только чтение
0 x 022E:	Управление обновлением	НЕ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ	УПРАВЛЕНИЕ ОБНОВЛЕНИЕМ (МЛАДШИЙ)	16 бит	Только чтение
0 x 0232	Серийный номер	Серийный номер в формате BCD (обратный порядок байтов)		16 бит	Только чтение
0 x 0233				16 бит	Только чтение
0 x 0234				16 бит	Только чтение
0 x 0235				16 бит	Только чтение
0 x 0236	Логический идентификатор таблицы	1-я цифра (ASCII 8 бит)	2-я цифра (ASCII 8 бит)	16 бит	Только чтение
0 x 0237		3-я цифра (ASCII 8 бит)	4-я цифра (ASCII 8 бит)	16 бит	Только чтение
0 x 0238		5-я цифра (ASCII 8 бит)	6-я цифра (ASCII 8 бит)	16 бит	Только чтение

Таблица 12.6. Информация

Часы (0 x 03XX)

Адрес	Поле		Описание		Размер	Чтение/запись
0 x 0300	ГОД		Год (с 2000 по 2059)		16 бит	Чтение/запись
0 x 0301	МЕСЯЦ	ДЕНЬ	Месяц (с 1 по 12)	ДЕНЬ (с 1 по 31)	16 бит	Чтение/запись
0 x 0302	ЧАСЫ	МИН	Часы (с 0 по 23)	МИНУТЫ (с 0 по 59)	16 бит	Чтение/запись
0 x 0303	00	С	0	СЕКУНДЫ (с 0 по 59)	16 бит	Чтение/запись

Таблица 12.7. Часы

Пароль (0 x 05XX)

Адрес	Поле	Описание	Размер	Чтение/запись
0 x 0500	Клавиша пользователя.	Клавиша для доступа к настройкам с правами пользователя (от 0 до 9999)	16 бит	Только запись

Таблица 12.8. Пароль

Команды и выходы (0 x 06XX)

Адрес	Поле	Описание	Размер	Чтение/запись
0 x 0600	cmb0—cmb15	Запись: от cmb0 (младший бит) до cmb15 (старший бит) Чтение: от SAL1 (младший бит) до SAL7 и от cmb7 до cmb15 (старший бит)	16 бит	Чтение/запись
0 x 0601	cmb16—cmb31	Чтение и запись: от cmb16 (младший бит) до cmb31 (старший бит)	16 бит	Чтение/запись
0 x 0602	cmb32—cmb47	Чтение и запись: от cmb32 (младший бит) до cmb47 (старший бит)	16 бит	Чтение/запись
0 x 0603	cmb48—cmb63	Чтение и запись: от cmb48 (младший бит) до cmb63 (старший бит)	16 бит	Чтение/запись

Таблица 12.9. Команды и выходы

Измерения и состояния (0 x 07XX)

Адрес	Поле	Описание	Размер	Чтение/запись	
0 x 0700	VA	Напряжение фазы А (вольт)	32 бит	Чтение	
0 x 0702	VB	Напряжение фазы В (вольт)	32 бит	Чтение	
0 x 0704	VC	Напряжение фазы С (вольт)	32 бит	Чтение	
0 x 0706	VN	Напряжение нулевой последовательности (вольт)	32 бит	Чтение	
0 x 0708	IA	Ток фазы А (сотые доли ампера)	32 бит	Чтение	
0 x 070A	IB	Ток фазы В (сотые доли ампера)	32 бит	Чтение	
0 x 070C:	IC	Ток фазы С (сотые доли ампера)	32 бит	Чтение	
0 x 070E:	INS	Ток чувствительной нулевой последовательности (сотые доли ампера)	32 бит	Чтение	
0 x 0710	emb0—emb15	Состояния MODBUS 0 (младший бит) — 15 (старший бит)	16 бит	Чтение	
0 x 0711	emb16—emb31	Состояния MODBUS 16 (младший бит) — 31 (старший бит)	16 бит	Чтение	
0 x 0712	emb32—emb47	Состояния MODBUS 32 (младший бит) — 47 (старший бит)	16 бит	Чтение	
0 x 0713	emb48—emb63	Состояния MODBUS 48 (младший бит) — 63 (старший бит)	16 бит	Чтение	
0 x 0714	emb64—emb79	Состояния MODBUS 64 (младший бит) — 79 (старший бит)	16 бит	Чтение	
0 x 0715	emb80—emb95	Состояния MODBUS 80 (младший бит) — 95 (старший бит)	16 бит	Чтение	
0 x 0716	emb96—emb111	Состояния MODBUS 96 (младший бит) — 111 (старший бит)	16 бит	Чтение	
0 x 0717	emb112—emb127	Состояния MODBUS 112 (младший бит) — 127 (старший бит)	16 бит	Чтение	
0 x 0718	PA	Активная мощность фазы А (Вт)	32 бит	Чтение	
0 x 071A	PB	Активная мощность фазы В (Вт)	32 бит	Чтение	
0 x 071C:	PC	Активная мощность фазы С (Вт)	32 бит	Чтение	
0 x 071E:	PT	Полная активная мощность (Вт)	32 бит	Чтение	
0 x 0720	QA	Реактивная мощность фазы А (ВАр)	32 бит	Чтение	
0 x 0722	QB	Реактивная мощность фазы В (ВАр)	32 бит	Чтение	
0 x 0724	QC	Реактивная мощность фазы С (ВАр)	32 бит	Чтение	
0 x 0726	QT	Полная реактивная мощность (ВАр)	32 бит	Чтение	
0 x 0730		Установлено на 0 x FF	Установлено на 0 x FF	16 бит	Чтение
0 x 0731	ANG(VA/VA)	Угол VA/VA (всегда 0)		16 бит	Чтение
0 x 0732	ANG(VB/VA)	Угол VB/VA (от 0 (0,0°) до 3599 (359,9°))		16 бит	Чтение

Продолжение на следующей странице

Содержание

Адрес	Поле	Описание	Размер	Чтение/запись
0 x 0733	ANG(VC/VA)	Угол VC/VA (от 0 (0,0°) до 3599 (359,9°))	16 бит	Чтение
0 x 0734	ANG(VN/VA)	Угол VN/VA (от 0 (0,0°) до 3599 (359,9°))	16 бит	Чтение
0 x 0735	ANG(IA/VA)	Угол IA/VA (от 0 (0,0°) до 3599 (359,9°))	16 бит	Чтение
0 x 0736	ANG(IB/VA)	Угол IB/VA (от 0 (0,0°) до 3599 (359,9°))	16 бит	Чтение
0 x 0737	ANG(IC/VA)	Угол IC/VA (от 0 (0,0°) до 3599 (359,9°))	16 бит	Чтение
0 x 0738	ANG(INS/VA)	Угол INS/VA (от 0 (0,0°) до 3599 (359,9°))	16 бит	Чтение
0 x 0739	ANG(INC/VA)	Угол INC/VA (от 0 (0,0°) до 3599 (359,9°))	16 бит	Чтение
0 x 0740	INC	Вычисленный ток нулевой последовательности (сотые доли ампера)	32 бит	Чтение
0 x 0750	IA ⁽¹⁾	Прямая последовательность (сотые доли ампера)	32 бит	Чтение
0 x 0752	IA ⁽²⁾	Обратная последовательность (сотые доли ампера)	32 бит	Чтение
0 x 0754	IA ⁽⁰⁾	Нулевая последовательность (сотые доли ампера)	32 бит	Чтение
0 x 0756	ANG(IA ⁽¹⁾ /VA)	Угол IA(1)/VA (от 0 (0,0°) до 3599 (359,9°))	16 бит	Чтение
0 x 0757	ANG(IA ⁽²⁾ /VA)	Угол IA(2)/VA (от 0 (0,0°) до 3599 (359,9°))	16 бит	Чтение
0 x 0758	ANG(IA ⁽⁰⁾ /VA)	Угол IA(0)/VA (от 0 (0,0°) до 3599 (359,9°))	16 бит	Чтение
0 x 0770	UAB	Составное напряжение А—В (вольт)	32 бит	Чтение
0 x 0772	UBC	Составное напряжение В—С (вольт)	32 бит	Чтение
0 x 0774	UCA	Составное напряжение С—А (вольт)	32 бит	Чтение
0 x 0776	ANG(UAB/VA)	Угол UAB/VA (от 0 (0,0°) до 3599 (359,9°))	16 бит	Чтение
0 x 0777	ANG(UBC/VA)	Угол UBC/VA (от 0 (0,0°) до 3599 (359,9°))	16 бит	Чтение
0 x 0778	ANG(UCA/VA)	Угол UCA/VA (от 0 (0,0°) до 3599 (359,9°))	16 бит	Чтение
0 x 0780	SA	Полная мощность фазы А (ВА)	32 бит	Чтение
0 x 0782	SB	Полная мощность фазы В (ВА)	32 бит	Чтение
0 x 0784	SC	Полная мощность фазы С (ВА)	32 бит	Чтение
0 x 0786	ST	Суммарная полная мощность (ВА)	32 бит	Чтение
0 x 0788	FPA	Коэффициент мощности фазы А (от 0000 (0,000) до 1000 (1,000))	16 бит	Чтение
0 x 0789	FPB	Коэффициент мощности фазы В (от 0000 (0,000) до 1000 (1,000))	16 бит	Чтение
0 x 078A	FPC	Коэффициент мощности фазы С (от 0000 (0,000) до 1000 (1,000))	16 бит	Чтение
0 x 078B	FPT	Общий коэффициент мощности (от 0000 (0,000) до 1000 (1,000))	16 бит	Чтение

Таблица 12.10. Измерения и состояния

Счетчики (0 x 0AXX)

Электроэнергия (от 0 x 0A00 до 0 x 0A1F)

• Трехфазные

Адрес (шестнадцатеричный)	Поле	Описание	Размер	Чтение/запись
0 x 0A00:	ET+	Импортированная активная энергия (кВт·ч), всего.	32 бит	Чтение
0 x 0A02:	ET-	Экспортированная активная энергия (кВт·ч), всего	32 бит	Чтение
0 x 0A04:	QT1	Реактивная энергия Q1 (кВАр·ч), всего	32 бит	Чтение
0 x 0A06:	QT2	Реактивная энергия Q2 (кВАр·ч), всего	32 бит	Чтение
0 x 0A08:	QT3	Реактивная энергия Q3 (кВАр·ч), всего	32 бит	Чтение
0 x 0A0A:	QT4	Реактивная энергия Q4 (кВАр·ч), всего	32 бит	Чтение

Таблица 12.11. Трехфазные

• Однофазные

Адрес (шестнадцатеричный)	Поле	Описание	Размер	Чтение/запись
0 x 0A0C:	EA+	Импортированная активная энергия (кВт·ч), фаза А	32 бит	Чтение
0 x 0A0E:	EA-	Экспортированная активная энергия (кВт·ч), фаза А	32 бит	Чтение
0 x 0A10:	QA1	Реактивная энергия Q1 (кВАр·ч), фаза А	32 бит	Чтение
0 x 0A12:	QA2	Реактивная энергия Q2 (кВАр·ч), фаза А	32 бит	Чтение
0 x 0A14:	QA3	Реактивная энергия Q3 (кВАр·ч), фаза А	32 бит	Чтение
0 x 0A16:	QA4	Реактивная энергия Q4 (кВАр·ч), фаза А	32 бит	Чтение

Продолжение на следующей странице

Содержание

Адрес (шестнадцатеричный)	Поле	Описание	Размер	Чтение/запись
0 x 0A18:	EB+	Импортированная активная энергия (кВт·ч), фаза В	32 бит	Чтение
0 x 0A1A:	EB-	Экспортированная активная энергия (кВт·ч), фаза В	32 бит	Чтение
0 x 0A1C:	QB1	Реактивная энергия Q1 (кВАр·ч), фаза В	32 бит	Чтение
0 x 0A1E:	QB2	Реактивная энергия Q2 (кВАр·ч), фаза В	32 бит	Чтение
0 x 0A20:	QB3	Реактивная энергия Q3 (кВАр·ч), фаза В	32 бит	Чтение
0 x 0A22:	QB4	Реактивная энергия Q4 (кВАр·ч), фаза В	32 бит	Чтение
0 x 0A24:	EC+	Импортированная активная энергия (кВт·ч), фаза С	32 бит	Чтение
0 x 0A26:	EC-	Экспортированная активная энергия (кВт·ч), фаза С	32 бит	Чтение
0 x 0A28:	QC1	Реактивная энергия Q1 (кВАр·ч), фаза С	32 бит	Чтение
0 x 0A2A:	QC2	Реактивная энергия Q2 (кВАр·ч), фаза С	32 бит	Чтение
0 x 0A2C:	QC3	Реактивная энергия Q3 (кВАр·ч), фаза С	32 бит	Чтение
0 x 0A2E:	QC4	Реактивная энергия Q4 (кВАр·ч), фаза С	32 бит	Чтение

Таблица 12.12. Однофазные

Теплоемкость (от 0 x 0A80 до 0 x 0A9F)

Адрес (шестнадцатеричный)	Поле	Описание	Размер	Чтение/запись
0 x 0A80:	T (десятичные доли процента)	Теплоемкость	32 бит	Чтение

Таблица 12.13. Теплоемкость

12.1.2. Протокол PROCOME

Блок ekor.gpa-100 может быть настроен для использования протокола связи PROCOME для порта COM0. В таком случае система работает как подчиненное устройство PROCOME.

PROCOME — это асинхронный протокол последовательной связи, предназначенный для передачи данных между оборудованием управления и защиты в электроустановках согласно стандартам IEC 870-5.

Реализация протокола PROCOME в блоке ekor.gpa-100 имеет функции инициализации (без ключа) и функции управления

вместе с передачей файлов для обмена различными типами информации:

- входы + цифровые состояния;
- измерения;
- файлы настройки;
- записи о коротких замыканиях;
- команды.

Канальный уровень

Канальный уровень соответствует указаниям о протоколе PROCOME. Эти кадры соответствуют стандарту кадров T1.2 стандарта IEC 870-5-2. Однако длина поля адреса оборудования составляет 8 бит.

Значение 0xFF в адресах зарезервировано для широковещательного режима.

Структура кадров фиксированной длины (без данных приложения) выглядит следующим образом:

Смещение	Имя	Значение	Описание
0	Start	0 x 10	Индикация начала кадра фиксированной длины
1	Control	0 x 00 — 0 x FF	Контрольное слово
2	Address	0 x 00 — 0 x FF	Адрес узла адресата/источника
3	Sum	0 x 00 — 0 x FF	Сумма данных по смещению 0 и 1 (контрольное слово и адрес)
4	End	0 x 16	Индикация окончания кадра

Таблица 12.14. Структура кадров фиксированной длины

Кадры переменной длины (с данными приложения) имеют следующую длину:

Смещение	Имя	Значение	Описание
0	Start1	0 x 68	Индикация начала кадра переменной длины
0.1	Length	0 x 02 0 x FB	Длина пользовательских данных (с прямым порядком байтов), от смещения 3 до смещения непосредственно перед добавлением. Содержимое первого байта копируется во второй байт, поэтому если длина = 10 байт, то значение поля равно 0x0A0A
2	Start2	0 x 68	Индикация начала данных пользователя
3	Control	0 x 00 — 0 x FF	Контрольное слово
4	Address	0 x 00 — 0 x FF	Адрес узла адресата/источника
5 - Length + 3	Data		Данные пользователя. Сюда включаются блоки данных прикладных услуг
Length + 4	Sum	0 x 00 — 0 x FF	Сумма полей контрольного слова, адреса и данных
Length + 5	End	0 x 16	Индикация окончания кадра

Таблица 12.15. Кадры переменной длины

Следующие кадры используются в протоколе PROCOME в направлении от ведущего устройства к подчиненному:

№	Имя	Fcv	Описание
0	SEND RESET UC	Нет	Команда сброса подчиненного устройства канального уровня. Подчиненное устройство должно удалить свою очередь изменений из ED и установить значение последнего полученного FCB на 0. Ожидается положительное (0, CONFIRM ACK) или отрицательное (1, CONFIRM NACK) подтверждение от подчиненного устройства.
3	SEND DATA	Да	Передача данных с подтверждением. Команды на исполнение направляются в блок ekor.gr.ci этой системой. Ожидается положительное (0, CONFIRM ACK) или отрицательное (1, CONFIRM NACK) подтверждение от подчиненного устройства.
4	SEND DATA NR	Нет	Передача данных без подтверждения. Дата/время системы направляются в ekor.rp.ci этой системой. От подчиненных устройств не ожидается никакого ответа.
6*	REQUEST DATA S	Да	Запрос конкретных данных. Он используется для получения данных для контроля от подчиненных устройств. Величина ED, EA и EC, а также изменения для ED получают от блоков ekor.rp.ci с помощью этого порядка действий. Ожидается ответ с данными (8, RESPOND DATA), ответ «данные еще не доступны» (9, RESPOND NO DATA) или «еще не реализовано» (15*, RESPOND NO IMP).
7*	SEND RESET FCB	Нет	Команда сброса FCB подчиненного устройства битового уровня. Подчиненное устройство должно установить значение последнего принятого FCB на 0, не удаляя его очереди изменений. Ожидается положительное (0, CONFIRM ACK) или отрицательное (1, CONFIRM NACK) подтверждение от подчиненного устройства.
9	REQUEST LSTS	Нет	Запрос состояния канального уровня. Он используется для проверки подключения подчиненного устройства. Ожидается ответ 11, RESPONDF LSTS.
10	REQUEST DATA C1	Да	Запрос данных категории 1 (срочных). Он используется для получения срочных данных от подчиненных устройств. Этот механизм позволяет только получить причину повторного пуска оборудования от блоков ekor.rp.ci . Ожидается ответ с данными (8, RESPOND DATA), ответ «данные еще не доступны» (9, RESPOND NO DATA) или «еще не реализовано» (15*, RESPOND NO IMP).
11	REQUEST DATA C2	Да	Запрос данных категории 2 (несрочных). Он используется для получения несрочных данных от подчиненных устройств. Ожидается ответ с данными (8, RESPOND DATA), ответ «данные еще не доступны» (9, RESPOND NO DATA) или «еще не реализовано» (15*, RESPOND NO IMP).

Таблица 12.16. Кадры в направлении от ведущего устройства к подчиненному

Кадры в направлении от подчиненного устройства к ведущему:

№	Имя	Описание
0	CONFIRM ACK	Положительное подтверждение
1	CONFIRM NACK	Отрицательное подтверждение
8	RESPOND DATA	Ответ с данными приложения
9	RESPOND NO DATA	Ответ без данных приложения
11	RESPOND LSTS	Ответ на запрос о состоянии канального уровня
14*	RESPOND LERROR	Ответ, указывающий на то, что канальный уровень подчиненного устройства работает неправильно
15*	RESPOND NO IMP	Ответ, указывающий на то, что функциональность, связанная с запрошенными данными, не реализована в подчиненном устройстве.

Таблица 12.17. Кадры в направлении от подчиненного устройства к ведущему

Уровень приложений

Для обмена данными между функциями приложения, между ведущими и подчиненными устройствами, данные упаковываются в кадры переменной длины. Данные приложения назы-

ваются ASDU (блок данных прикладных услуг) и имеют общий заголовок, который указывает их тип, за которым следуют конкретные данные для каждого из них.

Структура заголовка или идентификация блока данных выглядит следующим образом:

Смещение	Имя	Описание
0	Typ	Идентификатор типа данных Числовое значение, хранящееся в этом поле, используется для однозначного указания данных приложения
1	Vsq	Квалификатор переменной структуры Указывает количество структур данных, включенных в ASDU
2	Cot	Причина передачи. Указывает причину передачи данных
3	Addr	Адрес ASDU Адрес уровня приложений ASDU. Он не обязательно должен совпадать с адресом канального уровня, поскольку соединение с каналом может использоваться для соединений нескольких приложений. Однако в протоколе PROCOME они совпадают.

Таблица 12.18. Структура идентификации блока данных

В таблице, представленной ниже, показан объект информации, связанный с типом данных. Структура этого объекта зависит от данных, передаваемых в каждом случае, но каждый из

них имеет одинаковое начало — идентификатор объекта информации, структура которого выглядит следующим образом:

Смещение	Имя	Описание
4	Fun	Тип функции
5	Inf	Информационный номер

Таблица 12.19. Структура идентификатора объекта информации

Наконец, данные объекта информации со смещения 6 включаются в поле данных приложения.

ASDU, используемые в PROCOME, имеют предустановленные значения для каждого из полей заголовка.

ASDU, используемые в обмене данными между ведущими и подчиненными устройствами, соответствуют профилю приложения, который поддерживает пуск вторичных станций, функции управления, запрос управления, обновление цифро-

вых сигналов управления (поддерживающее возможное переполнение, соответствующее буферу изменений) и команды. Это означает, что ASDU в направлении от вторичного (подчиненного) к основному (ведущему) устройству следующие:

Тип	Описание
5	Идентификация
100	Передача изменений ED и измерения (фото EA и изменения)
101	Передача счетчиков (фото EC)
103	Передача текущего состояния ED (фото ED)
121	Команды
200	Передача записей MODBUS по протоколу PROCOME
203	Передача часового пояса

Таблица 12.20. ASDU в направлении от вторичного (подчиненного) к основному (ведущему) устройству

В направлении от основного к вторичному устройству ASDU следующие:

Тип	Описание
6	Синхронизация времени подчиненного устройства
100	Запрос контрольных данных (фото изменений EA, ED, останов EC и фото EC)
103	Запрос текущего состояния ED (фото ED)
121	Команды
200	Чтение/запись записей протокола MODBUS по протоколу PROCOME
203	Чтение/запись часового пояса

Таблица 12.21. ASDU в направлении от основного (ведущего) к вторичному (подчиненному) устройству

12.2. Физический носитель: Ethernet

Физическим носителем, используемым для подключения к интернету в **ekor.gpa-100**, является кабель Ethernet, который подключается к задним портам Ethernet (обозначенным как ETH0 и ETH1) через разъем RJ-45.

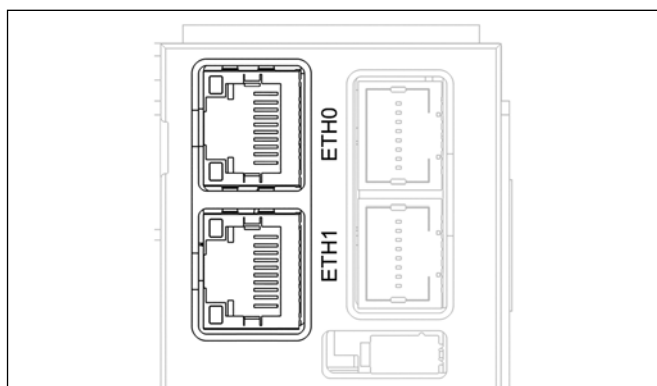


Рис. 12.2. Задние порты Ethernet

Порт Ethernet ETH1 — это порт локального доступа, с которым связан IP-адрес по умолчанию 100.0.0.1.

Порт Ethernet ETH0 — это порт удаленного доступа, с которым связан IP-адрес по умолчанию 192.168.1.120.

Доступ к интернету возможен через любой из двух портов, если IP-адрес правильный. См. раздел «11.1. Веб-сервер. Проверка и конфигурирование параметров» для получения дополнительных сведений об информации, отображаемой на веб-сервере системы.

12.3. Физический носитель: мини-USB

Физическим носителем, используемым для доступа к USB-памяти систем **ekor.rpa-100**, является USB-кабель, который подключается к порту мини-USB спереди.

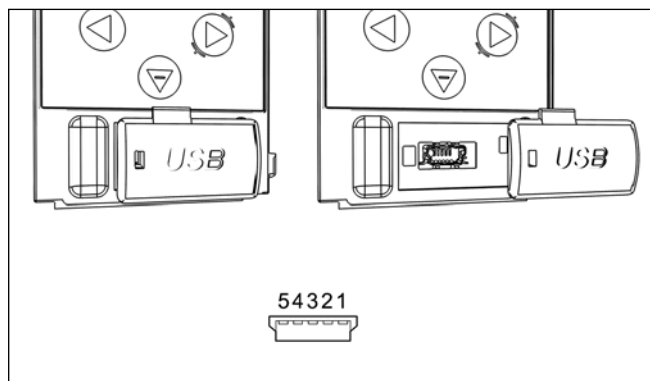


Рис. 12.3. USB-кабель

Штыревой контакт	Имя	Описание
1	Vbus	5 В
2	D-	Данные -
3	D+	Данные +
4	ID	Различает хост или устройство, в зависимости от того, заземляется он или нет
5	GND	Заземление

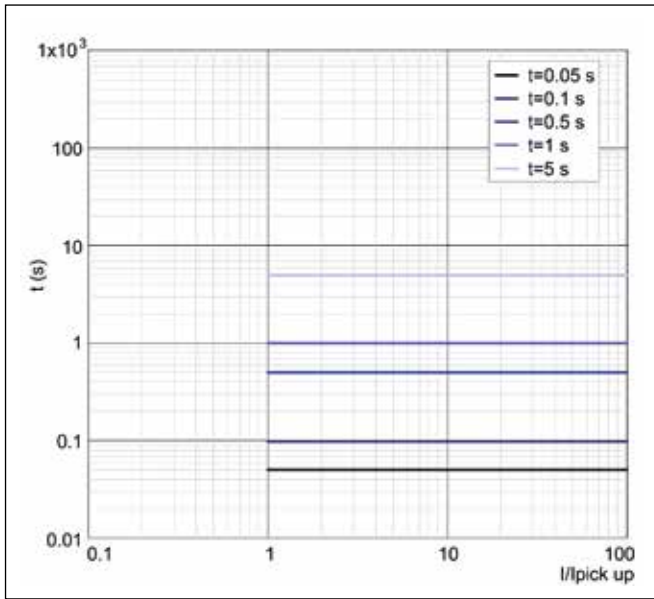
Таблица 12.22. Штыревые контакты

Текущие операционные системы могут считывать и записывать на USB-накопители, простым подключением USB-разъема к системе, получая питание через сам разъем. Другими словами, если пользователь подключается к порту мини-USB **ekor.rpa-100** через компьютер, система включается и пользователь может получить доступ к USB-памяти без необходимости какого-либо дополнительного питания. Таким образом, пользователь может выполнять работы по техническому обслуживанию (отображать/изменять настройки, изменять время, отображать отчеты о КЗ и т. п.) даже при отсутствии вспомогательного питания.

Для получения дополнительной информации о системе папок, используемой в USB-памяти **ekor.rpa-100**, и приложениях см. раздел «11.1. Веб-сервер. Проверка и конфигурирование параметров».

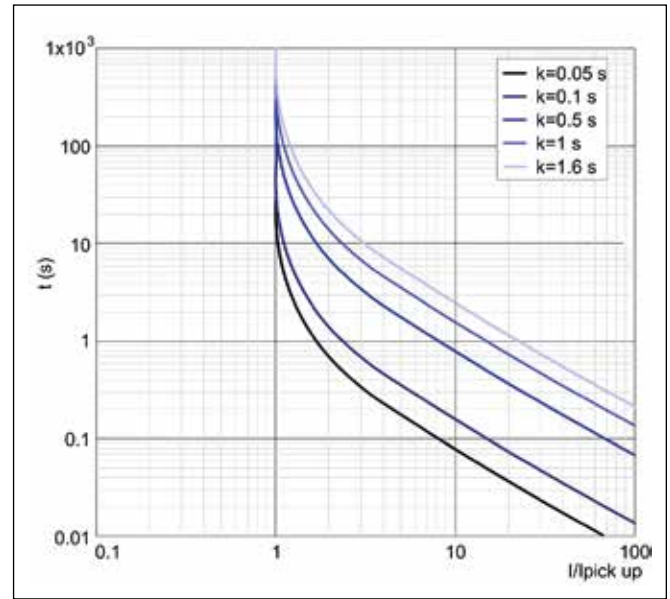
Кроме того, оборудование **ekor.rpa-100** имеет драйвер USB-порта *COMVirtual*, предназначенный для выполнения технического обслуживания (настройки внутренних систем) квалифицированными операторами компании **Ormazabal**.

13. Приложение



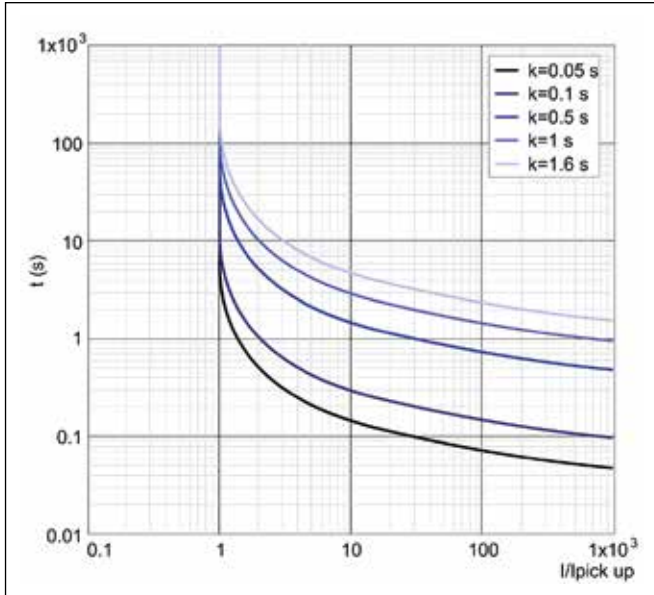
$$t(s) = t$$

Рис. 13.1. Кривая DT IEC



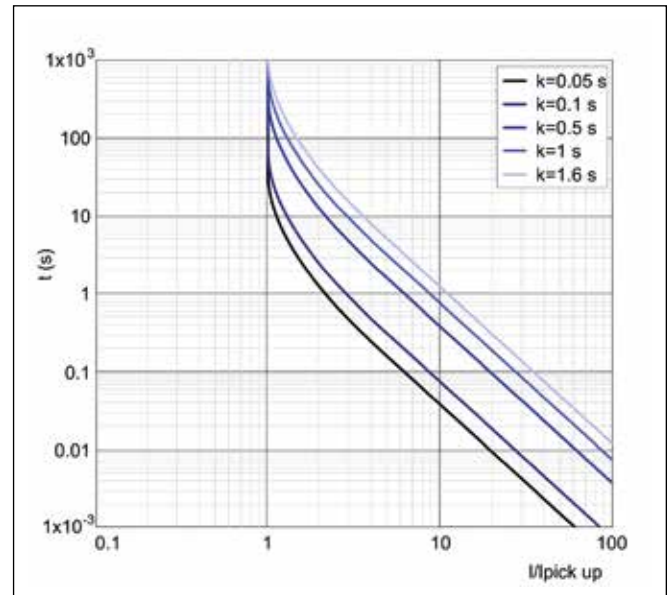
$$t(s) = \frac{k \cdot 13.5}{\left(\frac{I}{I_{pick-up}}\right)^1 - 1}$$

Рис. 13.3. Кривая VI IEC



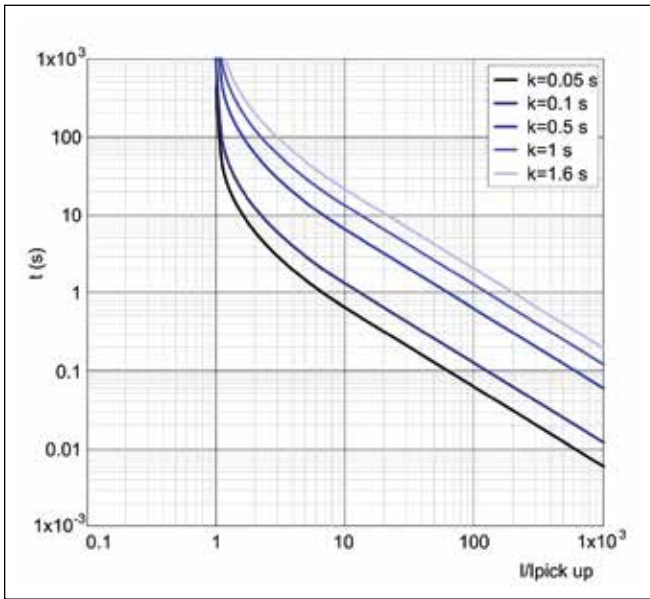
$$t(s) = \frac{k \cdot 0.14}{\left(\frac{I}{I_{pick-up}}\right)^{0.02} - 1}$$

Рис. 13.2. Кривая NI IEC



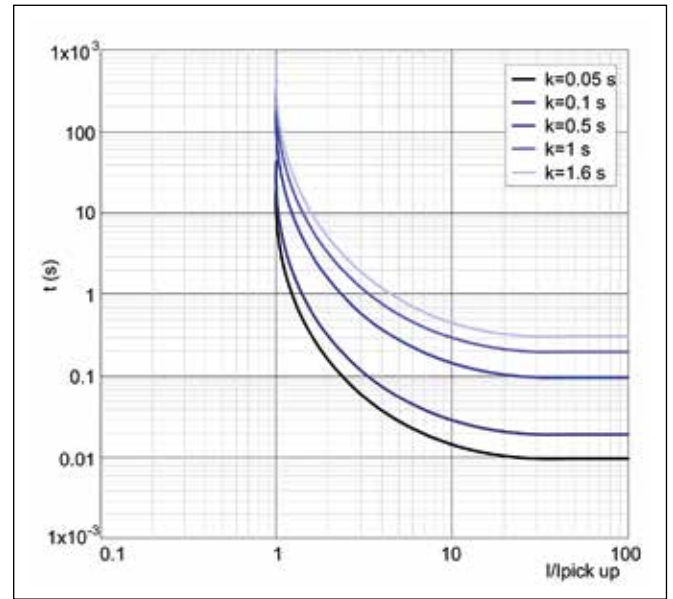
$$t(s) = \frac{k \cdot 80}{\left(\frac{I}{I_{pick-up}}\right)^2 - 1}$$

Рис. 13.4. Кривая EI IEC



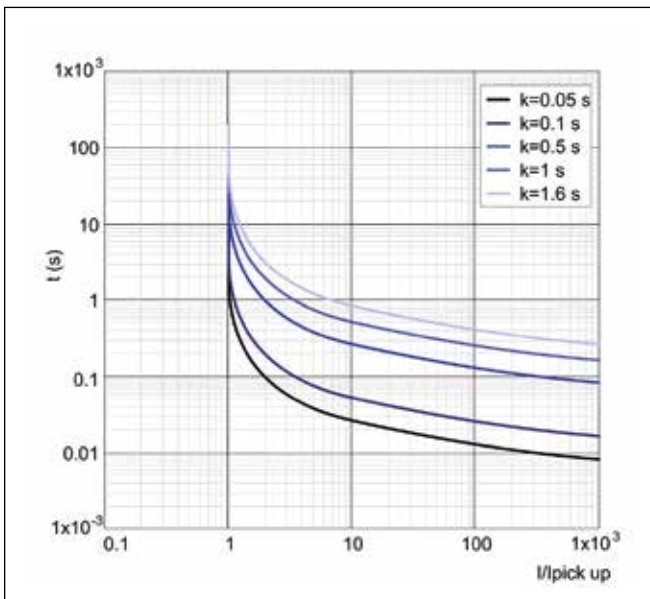
$$t(s) = \frac{k \cdot 120}{\left(\frac{I}{I_{pick-up}}\right)^1 - 1}$$

Рис. 13.5. Кривая LTI IEC



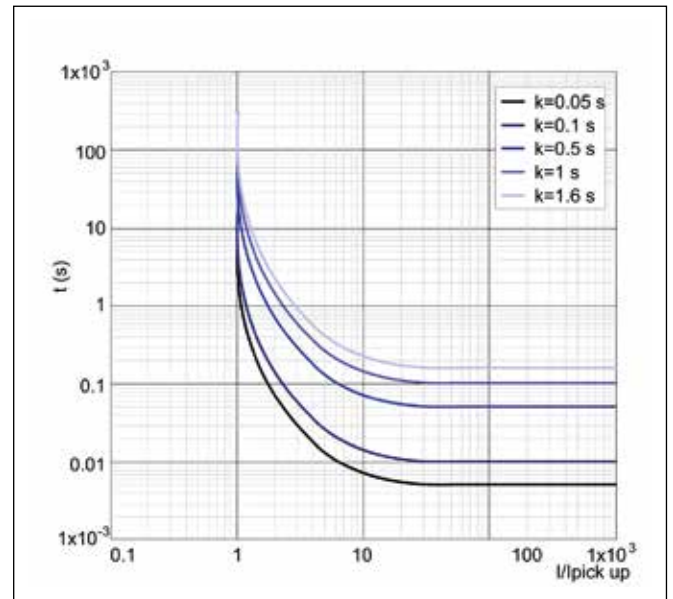
$$t(s) = \frac{k \cdot 8.934}{\left(\frac{I}{I_{pick-up}}\right)^{2.094} - 1} + 0.1797$$

Рис. 13.7. Кривая NI ANSI



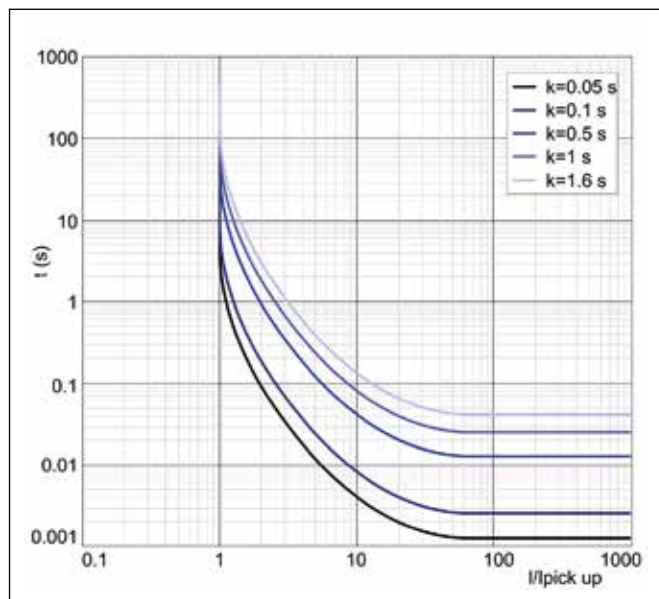
$$t(s) = \frac{k \cdot 0.05}{\left(\frac{I}{I_{pick-up}}\right)^{0.04} - 1}$$

Рис. 13.6. Кривая STI IEC



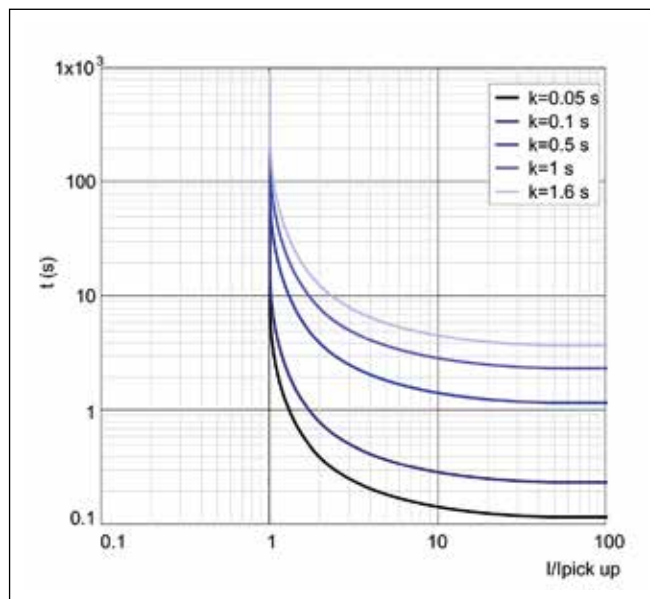
$$t(s) = \frac{k \cdot 3.922}{\left(\frac{I}{I_{pick-up}}\right)^2 - 1} + 0.0982$$

Рис. 13.8. Кривая VI ANSI



$$t(s) = \frac{k \cdot 5.640}{\left(\frac{I}{I_{pick-up}}\right)^2} + 0.02434$$

Рис. 13.9. Кривая EI ANSI



$$t(s) = \frac{k \cdot 5.614}{\left(\frac{I}{I_{pick-up}}\right)^1} + 2.186$$

Рис. 13.10. Кривая LI ANSI

Возможны технические изменения без предварительного уведомления.

Для получения дополнительной информации обращайтесь в компанию **Ormazabal**.

**Ormazabal
Protection &
Automation**

IGORRE
Spain



www.ormazabal.com