



Продукт среднего напряжения

UniGear ZS1

Комплектное распределительное устройство среднего напряжения в металлической оболочке с воздушной изоляцией до 24 кВ

Power and productivity
for a better world™



Содержание

1. UniGear ZS1

- 4 Описание
- 8 Классификация по МЭК
- 10 Конструктивные особенности
- 12 Полное прохождение типовых испытаний
- 14 Безопасность
- 18 Вакуумный выключатель VD4
- 22 Элегазовый выключатель HD4
- 24 Вакуумный контактор
- 26 Выключатель нагрузки
- 28 Сервисные тележки
- 30 Высокоскоростной заземлитель

- 34 Измерительные трансформаторы
- 36 Измерительные датчики
- 40 Концевая разделка кабелей
- 42 Автоматизация распределительной сети
- 56 Система автоматической передачи
- 58 Типовые шкафы
- 60 Технические характеристики

2. UniGear ZS1 – двойная система шин

- 64 Описание
- 66 Характеристики
- 68 Типовые шкафы
- 70 Технические характеристики

3. Морское исполнение

- 74 Описание
- 76 Характеристики
- 78 Типовые шкафы
- 80 Технические характеристики

UniGear ZS1 двухуровневой конфигурации

- 82 Описание
- 84 Характеристики
- 86 Типовые шкафы
- 88 Технические характеристики

1. UniGear ZS1

Описание

- UniGear ZS1 – основная линейка комплектных распределительных устройств (КРУ) ABB до 24 кВ, 4000 А, 50 кА (параметры зависят от типа и напряжения КРУ), которые производятся на всех шести континентах.
- На данный момент более 150 000 шкафов КРУ выпущено и установлено в более чем 100 странах.
- Каждый шкаф UniGear ZS1 состоит из отдельных отсеков. В аппаратном отсеке может быть установлен вакуумный или элегазовый выключатель, контактор или выключатель нагрузки, а также любые принадлежности, доступные для отсеков КРУ.



- КРУ одобрены для специального применения, такого как морское, сейсмическое, ядерное и испытаны в соответствии со стандартами МЭК (Международная электротехническая комиссия – IEC англ.), GB/DL и ГОСТ.
- Все шкафы UniGear ZS1 могут быть непосредственно пристыкованы к другим КРУ семейства UniGear.
- КРУ не требует доступа сзади для проведения работ по монтажу или техническому обслуживанию, все операции выполняются с передней стороны шкафов.



Характеристики UniGear ZS1

Диапазон

- До 17,5 кВ, ...4000 А, ...50 кА
- До 24 кВ, ...3150 А, ...31,5 кА
- Стандарты МЭК, ГОСТ
- Индивидуализированные варианты

Безопасность

- Оснащены защитными блокировками
- Классификация по стойкости к внутренней дуге IAC AFLR (по МЭК)
- Классифицировано как LSC-2B, PM (по МЭК)
- Перемещение тележки выключателя при закрытой двери

Гибкость

- Широкое применение
- Вакуумный и элегазовый выключатель
- Вакуумный контактор
- Выключатель нагрузки
- Традиционные трансформаторы, датчики тока и напряжения
- Решения по установке вдоль стен помещения и свободная установка

Качество

- Качество ABB
- Большой парк установленного оборудования
- Установка во многих странах

Конструкция включает

- Защита и управление
- Заземлитель
- Сверхбыстрый заземлитель
- Ограничитель тока Is-limiter
- Интегрированные батареи конденсаторов

Применение

Применение

- Энергоснабжение и электростанции
- Электростанции
- Подстанции
- Основные и вспомогательные распределительные устройства

Промышленность

- Производство целлюлозы и бумаги
- Производство цемента
- Текстильная промышленность
- Пищевая промышленность
- Автомобильная промышленность
- Карьерные работы
- Нефтехимическое производство
- Нефтегазовая промышленность
- Металлургия
- Прокатные цеха
- Горнодобывающая промышленность

Морское применение

- Буровые платформы
- Береговые нефтяные буровые установки
- Круизные суда
- Контейнерные суда
- Танкеры
- Кабельные суда
- Паромы

Транспорт

- Аэропорты
- Порты
- Железные дороги
- Подземный транспорт

Инфраструктура

- Торговые центры
- Больницы
- Крупные инфраструктуры и строительные предприятия

1. UniGear ZS1

Описание

UniGear ZS1 – комплектное распределительное устройство среднего напряжения в металлической оболочке для внутренней установки.

Металлические перегородки отделяют отсеки друг от друга, а токоведущие части с воздушной изоляцией.

Модульная конструкция комплектного распределительного устройства позволяет осуществлять простой выбор компонентов, необходимых для любого применения.

Функциональные отсеки КРУ гарантировано защищены от внутренней дуги в соответствии со стандартом МЭК 62271-200, Приложение А, класс доступа А, критерии с 1 по 5.

Все операции по установке, эксплуатации и техобслуживанию можно выполнять с передней стороны шкафа.

Управление коммутационными устройствами и заземлителями осуществляется с передней стороны при закрытой двери.

Шкафы КРУ можно устанавливать тыльной частью к стене.



Аппаратура

Ряд доступных аппаратов для КРУ UniGear ZS1, которыми в большинстве они комплектуются, включает:

- выкатные вакуумные выключатели с механическим приводом или магнитным актуатором,
- выкатные элегазовые выключатели,
- выкатные вакуумные контакторы с предохранителями,
- стационарные выключатели нагрузки.

Это позволяет предлагать потребителям КРУ унифицированный интерфейс распределительного устройства с одинаковыми процедурами эксплуатации и техобслуживания.

КРУ может быть оснащено измерительными трансформаторами или датчиками для измерения тока и напряжения и защиты, а также разными типами устройств защиты и управления.

Конфигурация сборных шин КРУ

В дополнение к традиционным функциональным одноуровневым шкафам с одной системой сборных шин, семейство КРУ UniGear ZS1 имеет следующие исполнения:

- двухуровневая конфигурация,
- компактные устройства, оснащенные контакторами с предохранителями,
- двойная система сборных шин.

Применение данных шкафов позволяет максимально эффективно использовать имеющееся пространство.

Кроме того, UniGear ZS1 с одинарной системой шин можно использовать в сочетании с другими устройствами семейства UniGear, например:

- UniGear 550,
- UniGear 500R,
- UniGear MCC.

Нормальные условия работы

Номинальные характеристики КРУ гарантированы при следующих условиях работы:

- минимальная температура окружающего воздуха: -25°C (для шкафов с фиксированными вакуумными выключателями и контакторами – 5°C),
- максимальная температура окружающего воздуха: $+40^{\circ}\text{C}$

При необходимости работы с другим диапазоном температуры, обратитесь к вашему торговому представителю компании ABB.

- Влажность окружающего воздуха:

- максимальная среднесуточная относительная влажность: 95 %,
- максимальное среднесуточное давление водяного пара: 2,2 кПа,
- максимальная среднемесячная относительная влажность: 90 %,
- максимальное среднемесячное давление водяного пара: 1,8 кПа.

- Нормальная рабочая высота: 1000 м над уровнем моря. При необходимости работы с более высокими характеристиками, обратитесь к вашему торговому представителю компании ABB.
- Наличие нормальной, некоррозионной и незагрязненной атмосферы.

Стандарты

КРУ и содержащиеся в нем основные аппараты (КРУ, заземлители, выключатели нагрузки, выключатели и контакторы) соответствуют следующим стандартам:

- МЭК 62271-1

МЭК 62271-200 и ГОСТ 14693-90, МЭК 62271-102, МЭК 62271-100 и ГОСТ Р 52565-2006, МЭК 60071-2 и ГОСТ 1516.3-96, МЭК 60470, МЭК 60265-1 и ГОСТ 17717-79, МЭК 60529 и ГОСТ 14254-96.

Цвет наружных поверхностей

RAL7035 – светло-серый (передние двери и боковые стенки).

По запросу доступны другие цвета.

Степень защиты

Степень защиты КРУ соответствует стандарту МЭК 60529 и ГОСТ 14254-96.

UniGear ZS1 обычно поставляют со следующей стандартной степенью защиты:

- IP4X при закрытой двери;
- IP2X при открытой двери.

По запросу может быть поставлено КРУ с более высокой степенью защиты, для этого необходимо обратиться к вашему торговому представителю компании АВВ.

В случае отличия условий эксплуатации от условий, представленных в разделе, а также при использовании более высокой степени защиты электрические характеристики распределительного устройства могут отличаться.

Электрические характеристики UniGear ZS1 – одинарная система шин

| | | | | | |
|---|-------------|----------|----------|----------|----------|
| Номинальное напряжение | kВ | 7.2 | 12 | 17.5 | 24 |
| Наибольшее рабочее напряжение | kВ | 7.2 | 12 | 17.5 | 24 |
| Испытательное одноминутное напряжение промышленной частоты | kВ 1min | 20 | 28 | 38 | 50 |
| Испытательное напряжение грозового импульса | kВ | 60 | 75 | 95 | 125 |
| Номинальная частота | Гц | 50/60 | 50/60 | 50/60 | 50/60 |
| Номинальный ток термической стойкости | кА (3 с***) | ...50 | ...50 | ...50 | ...31.5 |
| Номинальный ток электродинамической стойкости | кА | ...125 | ...125 | ...125 | ...80 |
| Выдерживаемый ток внутреннего дугового КЗ | кА 1 с | ...50 | ...50 | ...50 | ...31.5 |
| Номинальный ток сборных шин | А | ...4,000 | ...4,000 | ...4,000 | ...3,150 |
| | | 630 | 630 | 630 | 630 |
| | | 1,250 | 1,250 | 1,250 | 1,250 |
| | | 1,600 | 1,600 | 1,600 | 1,600 |
| | | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 2,000 |
| | | 2,500 | 2,500 | 2,500 | 2,300 |
| Номинальный ток отпаек | А | 3,150 | 3,150 | 3,150 | 2,500 |
| | | 3,600 | 3,600 | 3,600 | 2,500 |
| Номинальный ток отпаек с принудительной вентиляцией: один вентилятор в кабельном отсеке | А | 4,000 | 4,000 | 4,000 | 3150 |
| два вентилятора в кабельном и аппаратном отсеках | | 4,000 | 4,000 | 4,000 | 3150 |

* - Шкафы с контактором.

** - Для шкафов с контакторами V-contact VSC – 60 кВ.

*** - В шкафах с контакторами время протекания тока КЗ ограничивается предохранителями.

**** - По согласованию с АВВ.

) Для получения информации о других исполнениях см. главу 2 «Двойная система шин» и главу 3 «Морское исполнение».

2) Имеются исполнения, соответствующие стандартам GB/DL, с более высокими характеристиками по току термической стойкости (4 с).

3) Указанные значения действительны как для вакуумного так и для элегазового выключателя.

4) Для ячеек с контактором номинальный ток отпаек составляет 400 А.

1. UniGear ZS1

Классификация по МЭК

С принятием стандарта МЭК 62271-200 были введены новые определения и классификации комплектных распределительных устройств среднего напряжения. Классификация распределительного устройства основывается на точке зрения пользователя, в частности, на таких аспектах, как эксплуатация и техническое обслуживание распределительного устройства в соответствии с требованиями и ожиданиями от надлежащего управления: от установки до демонтажа.

В данной связи в качестве основного параметра для пользователя была выбрана потеря непрерывности эксплуатации (LSC).

В соответствии с МЭК 62271-200 распределительное устройство UniGear ZS1 может быть определено следующим образом.

Потеря непрерывности эксплуатации – LSC-2B

Различные категории LSC описывают возможность сохранения питания других отсеков и/или шкафов при открытии двери аппаратного отсека. Определены следующие категории:

- **LSC-1:** Необходимо полностью отключить распределительное устройство для открытия двери аппаратного отсека с целью обеспечения нормальной работы и/или технического обслуживания или получения доступа к какому-либо из компонентов распределительного устройства.
- **LSC-2A:** Аналогично LSC-1, за исключением того факта, что главные шины и функциональные блоки рядом с отсеком, подлежащим техобслуживанию, могут находиться под напряжением.
- **LSC-2B:** Аналогично LSC-2A, за исключением того факта, что кабельный отсек может находиться под напряжением. КРУ UniGear ZS1 с выкатным выключателем классифицировано как LSC-2B, так как отсек сборных шин, аппаратный и кабельный отсеки физически и электрически отделяются друг от друга. Это категория, которая определяет возможность сохранения остальных отсеков или функциональных элементов под напряжением при открытии двери аппаратного отсека. В случае использования стационарного выключателя нагрузки, шкаф КРУ определяют как LSC-2A, так как кабельный и аппаратный отсеки физически не отделены друг от друга.

Металлические перегородки – PM

Что касается типа перегородок или шторок между отсеками под напряжением и открытыми для доступа отсеками, то выделяется два класса перегородок:

- класс PM (металлические перегородки);
- класс PI (перегородки из изолирующего материала).

Класс перегородок UniGear ZS1 определен как PM с металлическими перегородками между отсеками и шторками.

Отсек с доступом, управляемым блокировкой

Передняя часть UniGear ZS1 классифицирована как отсек с доступом, управляемым блокировкой, так как доступ к отсеку, содержащему части под высоким напряжением и открываемому для управления и/или технического обслуживания, контролируется всеобъемлющей конструкцией распределительного устройства.

Отсек с доступом при помощи инструментов

Задняя часть UniGear ZS1 классифицирована как отсек с доступом при помощи инструментов, так как доступ к отсеку, содержащему части под высоким напряжением и открываемому не для обычного управления и/или технического обслуживания, возможен только с помощью специальных инструментов. Необходимо следовать специальной процедуре.

Классификация по стойкости к внутренней дуге – IAC AFLR

UniGear ZS1 классифицировано как IAC AFLR (доступ к КРУ возможен со всех сторон только техническому персоналу). При ориентировании и установке распределительного устройства, необходимо учесть следующие основополагающие моменты:

- Уровень тока короткого замыкания (16... 50 кА).
- Продолжительность короткого замыкания (0,1... 1 с).
- Пути отвода горячих и токсичных газов, образовавшихся в результате горения материалов.
- Размеры помещения, особое внимание необходимо уделить высоте.

Для получения более подробной информации, обращайтесь к вашему представителю компании ABB.



1. UniGear ZS1

Конструктивные особенности

Отсеки

Каждый шкаф комплектного распределительного устройства состоит из трех силовых отсеков: аппаратный отсек [A], отсек сборных шин [B] и кабельный отсек [C], см. рис. 1. Каждое устройство оснащено низковольтным отсеком [D], в котором находятся все вспомогательные приборы. КРУ, устойчивое к внутреннему дуговому КЗ, обычно оснащено каналом [E] для отвода газов, образуемых дугой. Доступны различные типы газовых каналов. Ко всем отсекам распределительного устройства имеется доступ с передней стороны, и техническое обслуживание может производиться при нахождении КРУ у стены. Отсеки разделены между собой металлическими перегородками.

Главные шины

Отсек сборных шин содержит главную систему сборных шин, подключенную к верхним стационарным разъемным контактам выключателя с помощью шинных токоотводов. Главные сборные шины изготовлены из электролитической меди. До 2500 А система образована плоскими сборными шинами; для токов от 3150А до 4000 А использована специальная D-образная шина. Сборные шины покрыты изоляционным материалом. Отсек сборных шин является общим по всей длине распределительного устройства до 31,5 кА, который опционально может быть разделен на отсеки. При токе 31,5 кА перегородки в отсеке обязательно устанавливаются в каждом третьем шкафу. Для токов 40/50 кА данные перегородки являются стандартной конструктивной особенностью в каждой ячейке.

Кабельные соединения

Кабельный отсек включает систему кабельных токоотводов для подключения силовых кабелей к нижним разъемным контактам силового выключателя. Отпайки для подключения силового кабеля выполнены плоскими шинами из электролитической меди и покрыты изоляционным материалом, для полного диапазона токов. Для 17,5 кВ и 24 кВ отпайки поставляются с изоляционными кожухами. По запросу изоляционные кожухи могут быть поставлены для 12кВ.

Заземлитель

В кабельном отсеке может быть установлен заземлитель для заземления силового кабеля. Такое же устройство можно использовать для заземления системы сборных шин (шкаф измерения или шкаф секционирования). Заземлитель может быть также установлен в предназначенном для этого отсеке для заземления непосредственно системы сборных шин (заземление сборных шин). Заземлитель обладает способностью включаться на КЗ. Управление заземлителем осуществляется с передней стороны КРУ вручную или в качестве опции моторным приводом. Положение заземлителя отображается на передней стороне шкафа посредством механически связанного индикатора.

Заземляющие шины

Заземляющие шины изготовлены из электролитической меди. Они проходят через всю длину распределительного устройства, благодаря чему гарантируется максимальная безопасность персонала и установки.

Изоляционные проходные изоляторы и шторы

Изоляционные проходные изоляторы, размещенные в отсеке автоматического выключателя, содержат контакты для соединения автоматического выключателя с отсеком сборных шин или кабельным отсеком. Они являются однополюсными и изготовлены из эпоксидной смолы. Шторы – металлические и автоматически активизируются во время передвижения автоматического выключателя из контрольного положения в рабочее и наоборот.

Кабели

Можно использовать одножильные и трехжильные кабели – максимально до двенадцати на фазу в зависимости от номинального напряжения, размеров устройств и сечения кабеля (см. стр. 36). КРУ можно монтировать у стены помещения, так как к кабелям осуществляется легкий доступ с передней стороны.

Канал для отвода газа

Канал для отвода газа размещается над распределительным устройством и проходит по всей его длине.

Каждый силовой отсек оснащен клапаном, размещенным в своей верхней части. Генерируемое повреждением давление открывает клапан, позволяя прохождению газа в канал.

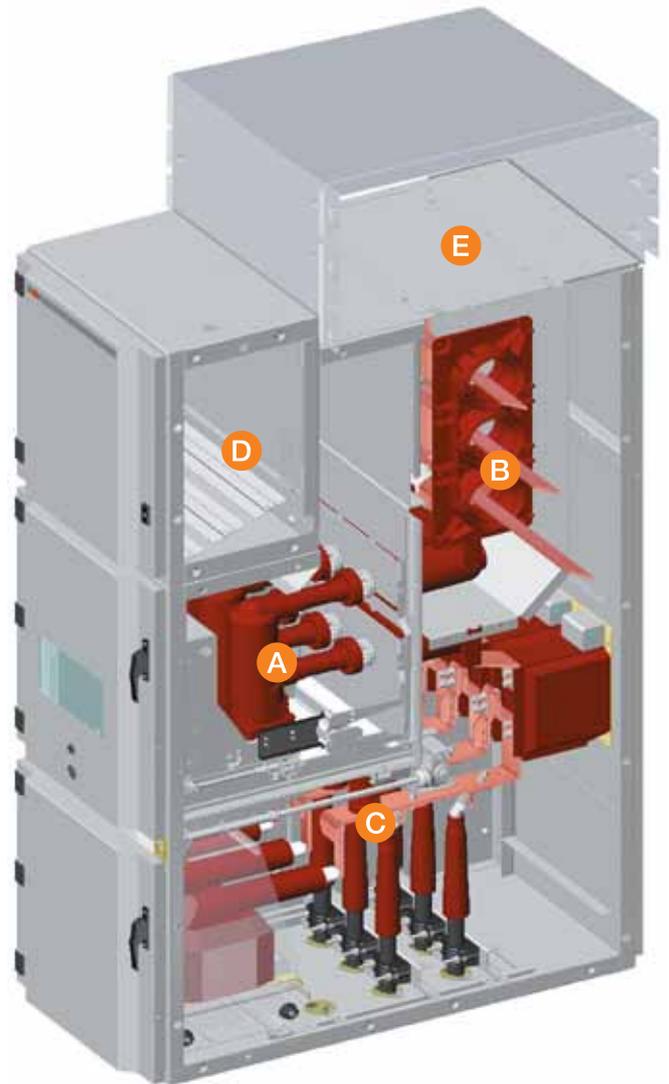
Обычно горячие газы и раскаленные частицы, возникающие при внутренних дуговых КЗ, должны удаляться из помещения. UniGear ZS1 оснащено комплектом решений для удовлетворения всех требований, как в случае, когда отведение возможно непосредственно в конце распределительного устройства или же когда требуются решение с передней или задней стороны.

Некоторые установки, например на судах, не позволяют отводить газы за пределы установки, поэтому для обеспечения безопасности обслуживающего персонала, а также в соответствии со стандартами были осуществлены специальные решения, такие как продольно расположенные дымоходы. Для получения более подробной информации обращайтесь к вашему торговому представителю компании ABB.

Применение сборных шин

Каждое распределительное устройство может быть опционно оснащено дополнительным оборудованием сборных шин:

- трансформаторами тока и напряжения для измерения;
- заземлителем шин;
- каналом в верхней части или кабелем для соединения различных секций КРУ.



Отсеки устройства

- A. Отсек выключателя
- B. Отсек сборных шин
- C. Кабельный отсек
- D. Низковольтный отсек
- E. Компактный газовый канал

Рисунок 1. Вид одноуровневого UniGear ZS1 в разрезе

1. UniGear ZS1

Полное прохождение типовых испытаний

На КРУ UniGear ZS1 были проведены все типовые испытания согласно требованиям стандартов МЭК и стандартов ряда стран (напр. китайский стандарт GB/DL и российский стандарт ГОСТ). Кроме того, были проведены испытания, требуемые основными морскими регистрами (LR, DNV, RINA, BV и GL) для применения распределительного устройства в морских установках. Каждое распределительное устройство подвергается приемо-сдаточным испытаниям на заводе-изготовителе перед поставкой.

Целью данных испытаний является проверка функционирования распределительного устройства, основанная на специфических характеристиках каждого исполнения.

Типовые испытания по МЭК

- Стойкость к сквозным токам КЗ
- Стойкость к нагреву номинальным током
- Стойкость к внутренней дуге
- Испытание электрической прочности изоляции
- Коммутационная способность автоматических выключателей и контакторов
- Включающая способность заземлителя
- Механическая работоспособность автоматических выключателей и заземлителя
- Степень защиты IP

Приемо-сдаточные испытания на заводе-изготовителе по МЭК

- Визуальный осмотр и проверка
- Механическое оперирование
- Проверка кабелей
- Электрическое оперирование
- Испытания электрической прочности изоляции
- Измерение сопротивления главных цепей
- Испытания изоляции вторичных цепей

Типовые испытания по требованию морских регистров для морского исполнения

- Высокая температура окружающего воздуха (+45 °C)
- Наклон
- Вибрация

Описание типовых испытаний по МЭК

• Стойкость к термическому и электродинамическому воздействиюм сквозного тока КЗ

Испытание показывает, что главные и заземляющие цепи выдерживают нагрузку, вызванную прохождением тока короткого замыкания, без какого бы то ни было повреждения. Следует обратить внимание на то, что испытанию подвергаются как заземляющая система выкатного выключателя, так и заземляющая шина распределительного устройства. Механические и электрические свойства системы сборных шин, верхних и нижних присоединений не подвержены изменениям в случае короткого замыкания.

• Стойкость к нагреву номинальным током

Испытание проводится при номинальном токе распределительного устройства и показывает, что нет превышения допустимой температуры в любой части шкафа КРУ. Во время испытания контролируется как распределительное устройство, так и автоматические выключатели и контакторы, которые могут в нем размещаться.

• Стойкость к внутренней дуге

См. стр. 14.

• Испытание электрической прочности изоляции

Данные испытания проверяют способность распределительного устройства выдерживать напряжение грозового импульса и одноминутное напряжение промышленной частоты. Испытание одноминутным напряжением промышленной частоты является типовым испытанием, а также приемосдаточным испытанием, проводимым на каждом изготовленном шкафу.



Рисунок 2. UniGear ZS1 во время испытания на стойкость к внутренней дуге

- **Коммутационная способность выключателей и контакторов**

Выключатели или контакторы подвергаются коммутационным испытаниям. Кроме того, они также подвергаются отключению и включению емкостной и индуктивной нагрузок, конденсаторных батарей и/или кабельных линий.

- **Включающая способность заземлителя**

Заземлитель распределительного устройства UniGear ZS1 могут включаться на ток КЗ. В действительности заземлитель обычно блокируется для предупреждения такого случая. Однако, если это произойдет по каким-либо причинам, обслуживающий персонал установки будет полностью защищен.

- **Механическая работоспособность**

Испытания на механическую работоспособность всех рабочих частей показывают надежность аппаратов. Общий опыт в электротехнической отрасли показывает, что механические неисправности являются одной из наиболее распространенных причин аварий в установке. Выключатель испытан при большем количестве операций, чем он выполняет во время эксплуатации.

Кроме того, компоненты КРУ являются частью программы контроля качества и образцы регулярно берутся с производственной линии и подвергаются испытаниям на механический ресурс для подтверждения, что их качество идентично качеству компонентов, испытанных при типовых испытаниях.

- **Степень защиты IP**

Степень защиты IP – стойкость КРУ UniGear ZS1 к проникновению твердых предметов и жидкостей. Данная степень указывается с помощью приставки IP, за которой следует два символа (IP4X).

Первая цифра определяет степень защиты от проникновения твердых объектов, а вторая относится к жидкостям.

Типовые испытания по требованию морских регистров

- **Высокая температура окружающего воздуха**

Обычно условия эксплуатации электрических аппаратов на морских объектах более тяжелые, чем на суше.

Температура является главным фактором. Поэтому морской регистр требует, чтобы распределительное устройство могло эксплуатироваться при более высоких температурах окружающего воздуха (45 °C и выше), чем температуры, требуемые стандартами МЭК (40 °C).

- **Наклон**

Испытание проводится при нахождении КРУ в наклонном положении до 25° в каждой из четырех сторон в течение определенного времени и выполнении при этом рабочих операций аппаратов.

Испытание показывают, что распределительное устройство способно выдержать данные экстремальные условия эксплуатации, а также что все содержащиеся аппараты можно использовать без проблем и без причинения им повреждений.

- **Вибрация**

Надежность и устойчивость КРУ UniGear ZS1 была окончательно подтверждена результатами испытания на механические нагрузки, вызванные вибрациями. Условия эксплуатации на морских установках и платформах требуют, чтобы распределительное устройство можно было эксплуатировать в среде, сильно подверженной вибрациям, какими являются вибрации, вызванные двигателями больших круизных судов или буровыми установками нефтяных платформах.

- С амплитудой 1 мм в диапазоне частот от 2 до 13,2 Гц.
- С амплитудой ускорения 0,7 g в диапазоне частот от 13,2 до 100 Гц



Рисунок 3. Испытание наклоном



Рисунок 4. Испытание на вибрацию/сейсмическое испытание

1. UniGear ZS1

Безопасность

КРУ UniGear ZS1 было спроектировано и затем испытано на стойкость к внутреннему дуговому КЗ с током, соответствующим максимальному кратковременному выдерживаемому току КЗ.

Испытания показывают, что металлическая оболочка UniGear ZS1 в случае повреждения при внутреннем дуговом КЗ, способна защитить обслуживающий персонал, находящийся около распределительного устройства.

Внутреннее дуговое КЗ относится к очень редким повреждениям, теоретически вызываемым различными факторами, такими как, например:

- дефекты изоляции в результате ухудшения качества компонентов. В качестве примера причин могут быть неблагоприятные условия среды и сильно загрязненная атмосфера;
- перенапряжение атмосферного происхождения или вызванное работой компонентов;
- недостаточное обучение обслуживающего персонала, ответственного за установку;
- поломка или повреждение защитных блокировок;
- перегрев контактных поверхностей в результате окисления или когда соединения не достаточно затянуты;
- проникновение небольших животных в распределительное устройство (напр. через вход кабелей);
- оставленный во время проведения технического обслуживания внутри КРУ инструмент.

Конструкция КРУ UniGear ZS1 значительно уменьшает возникновение перечисленных факторов, вызывающих данное повреждение, однако некоторые из них не могут быть полностью исключены.

Энергия, образованная внутренним дуговым КЗ вызывает следующие явления:

- повышение внутреннего давления;
- повышение температуры;
- визуальные и звуковые эффекты;
- механические нагрузки на оболочки распределительного устройства;
- плавление, разложение и испарение материалов.

Без надлежащей защиты данные явления могут привести к серьезным последствиям для обслуживающего персонала, например, травмам (в результате ударной волны, отлетающих частей и открытых дверей), а также ожогам (в результате выброса горячих газов). Испытанием проверяется, остаются ли двери отсеков закрытыми, и не отлетают ли от шкафа распределительного устройства какие-нибудь компоненты, даже если они подвергаются воздействию очень высокого

давления, и не выбрасываются ли в зону обслуживания пламя или раскаленные газы, в результате чего обеспечивается безопасность обслуживающего персонала, находящегося рядом с распределительным устройством.

Кроме этого, испытания показывают, не образуются ли какие-либо отверстия в частях внешней оболочки, свободных для доступа извне, и, наконец, не повреждается ли подключение к заземляющему контуру, в результате чего гарантируется безопасность обслуживающего персонала, который может подойти к распределительному устройству после повреждения.

Стандарт МЭК 62271-200 описывает методы, которые необходимо использовать при проведении испытания, а также критерии, которым распределительное устройство должно соответствовать.

Распределительное устройство UniGear ZS1 полностью отвечает всем приведенным ниже пяти критериям в соответствии со стандартами МЭК.

Классификация МЭК подтверждена на основании испытаний в соответствии со следующими обозначениями:

- Общие положения: классификация МЭК (внутреннее дуговое короткого замыкания)
- Доступность: А, В или С (распределительное устройство доступно только для обслуживающего персонала (А), для всех (В), установка недоступна (С)).
- F, L, R: доступ спереди (F), доступ сбоку (L) и доступ с тыльной стороны (R).
- Испытательные значения: испытательный ток в килоамперах (кА), длительность КЗ в секундах (с).

Отведение горячих газов и раскаленных частиц необходимо очень тщательно проверять при заказе спецификации каждой необычной позиции, чтобы обеспечить безопасность обслуживающего персонала.

Системы ограничения повреждения

Распределительное устройство UniGear ZS1 предлагает комплексную пассивную защиту от последствий внутреннего дугового КЗ посредством своей конструкции для времени 1 секунда до 50 кА.

Компания АВВ также разработала защитные системы, которые позволяют достичь очень важных целей:

- определение и гашение дуги, обычно в течении менее чем 100 мс, что повышает стабильность сети;
- ограничение повреждения аппаратов;
- ограничение потерь времени для шкафа КРУ.

Для активной защиты в различные отсеки могут быть установлены устройства, состоящие из различных типов датчиков, которые используют давление или свет, вызванные дуговым КЗ.

ITN

Датчики ITN состоят из микровыключателей, размещенных в верхней части распределительного устройства рядом с клапанами выпуска газа трех отсеков (сборных шин, выключателя и кабельного). Ударная волна открывает клапаны и управляет микровыключателями, включенными в цепи отключения выключателя. Общее время отключения составляет 75 мс (15 мс ITN + 60 мс выключатель).

TVOC

Данная система состоит из размещенного в низковольтном отсеке электронного устройства мониторинга с оптическими датчиками. Последние размещены в различных отсеках и подключены к устройству с помощью оптоволоконного кабеля. Если превышен определенный установленный уровень освещения, то устройство отключает выключатель.

Для предупреждения на систему воздействия, не связанного с дуговым замыканием (вспышка фотокамеры, отражение наружных огней и т. д.), можно также подключить трансформаторы тока.

Защитный модуль тогда даст выключателю команду на отключение, только если получит одновременно световой сигнал и сигнал о токе КЗ.

Общее время отключения составляет 62 мс (2 мс TVOC + 60 мс выключатель).

REA

Данная система предлагает функции, аналогичные TVOC. Система REA состоит из основного устройства (REA 101) и вспомогательных блоков расширения (REA 103, 105, 107), что делает возможным создание индивидуализированных решений с выборочным отключением. Общее время отключения составляет 62,5 мс (2,5 мс REA + 60 мс выключатель). Для получения более подробной информации см. соответствующую главу на странице 50.

Защита от дуги в IED

IED REF615, RET615, REM615 и REF610 (интеллектуальные электронные устройства) можно опционно дополнить быстрой и выборочной защитой от дуги. Они предлагают двух- и трехканальную защиту от дуги для контроля вспышки в отсеке выключателя, кабельном и сборных шин.

Общее время отключения составляет 72 мс (12 мс IED + 60 мс выключатель).

UFES (сверхбыстрый заземлитель)

UFES – инновационный проект сверхбыстрого заземлителя, заземляющего все 3 фазы в течение < 4 мс после обнаружения внутреннего дугового КЗ.

Для получения более подробной информации см. соответствующую главу на странице 30.

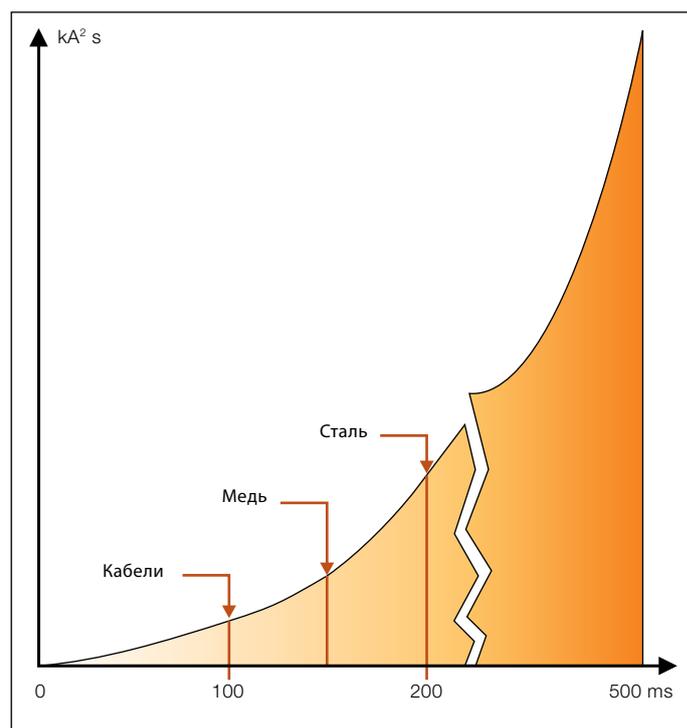


Рисунок 5. Длительность дуги и вызванное разрушение

1. UniGear ZS1

Безопасность

Распределительное устройство UniGear ZS1 оснащено разнообразными блокировками и вспомогательным оборудованием, необходимым для обеспечения высокого уровня безопасности и надежности, как для установки, так и для персонала.

Блокировки

Защитные блокировки – стандартные блокировки (1-5), см. соответствующую таблицу на странице 19. Они соответствуют стандартам МЭК и, следовательно, гарантируют правильную последовательность работы. Блокировки компании ABB гарантирует наивысший уровень надежности даже при случайной ошибке и обеспечивает персонал системами блокировок высшей степени безопасности.

Ключи

Использование блокировок с ключом очень важно при осуществлении логики блокировки между шкафами одного и того же или различных КРУ.

Тележка аппарата [6] может быть заблокирована в выкаченном положении, и соответствующий ключ замка можно вынуть только в том случае, если аппарат находится в таком положении.

Включение [7] и отключение [8] заземлителя может блокироваться с помощью ключей, логика работы ключа представлена в таблице на странице 15.

Эти замки можно также использовать на заземлителе сборных шин.

Ограничение операции вкатывания/выкатывание аппарата [9] и отключения/включения заземлителя [10] может быть осуществлено с помощью замков с ключом, которые не позволяют вставлять соответствующие рычаги управления. Замок с ключом можно также использовать на заземлителе сборных шин. Ключи всегда можно вынуть.

Висячие замки

Двери отсеков выключателя [11] и кабельного [12] могут быть заперты в закрытом положении с помощью висячих замков. Их можно использовать в обеих версиях дверей – с центральной рукояткой (стандарт) или болтами (опция). Воспрепятствование вкатыванию/выкатыванию аппарата [13] и отключению/включению заземлителя [14] может быть



Рисунок 6. Двойной замок с ключом на заземлителе

выполнено установкой висячих замков на отверстия, в которые вставляются соответствующие рычаги управления. Висячий замок можно также использовать на заземлителе сборных шин. Металлические защитные шторки [15] между отсеком выключателя, сборных шин и кабельным отсеком можно запереть с помощью двух независимых висячих замков, как в открытом, так и в закрытом положениях. Могут быть использованы висячие замки с душками диаметром от 4 до 8 мм.

Блокировочные магниты

Блокировочные магниты используются для реализации автоматической логики блокировки без вмешательства человека.

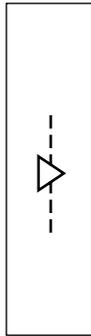
Можно воспрепятствовать вкатыванию/выкатыванию автоматического выключателя [16], а также включению/отключению заземлителя [17].

Данный магнит можно также использовать на заземлителе сборных шин.

Магниты действуют с активной логикой, и поэтому потеря вспомогательного напряжения приводит к тому, что блокировка является эффективной (в безопасном режиме).

Типы блокировок

Стандартная защитная блокировка (обязательная)



| Тип | Описание | Необходимое условие |
|-----|--|---|
| 1 | A Вкатывание/выкатывание аппарата | Отключение аппарата |
| | B Включение аппарата | Определенное положение тележки |
| 2 | A Вкатывание аппарата | Включена многополюсная штепсельная вилка аппарата |
| | B Не включена многополюсная штепсельная вилка аппарата | Тележка находится в испытательном положении |
| 3 | A Отключение заземлителя | Тележка находится в испытательном положении |
| | B Вкатывание аппарата | Заземлитель отключен |
| 4 | A Открытие дверей отсека аппарата | Тележка находится в испытательном положении |
| | B Вкатывание аппарата | Закрыта дверь отсека аппарата |
| 5 | A Открытие дверей фидерного отсека | Заземлитель отключен |
| | B Включение заземлителя | Закрыта дверь кабельного отсека |

Примечание: аппараты – выключатели и контакторы.



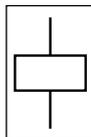
Ключи (по запросу)

| | | |
|----|---|--|
| 6 | Замок вкатывания аппарата | Ключ можно вынуть только в случае нахождения тележки в выкаченном положении. |
| 7 | Замок отключения заземлителя | Ключ можно вынуть только при включенном заземлителе |
| 8 | Замок включения заземлителя | Ключ можно вынуть только при отключенном заземлителе |
| 9 | Установка рукоятки для вкатывания/выкатывания | Всегда можно вынуть |
| 10 | Установка рычага управления заземлителя | Всегда можно вынуть |



Висячие замки

| | | |
|----|---|--|
| 11 | Открытие дверей отсека аппарата | |
| 12 | Открытие дверей кабельного отсека | |
| 13 | Установка рукоятки для вкатывания/выкатывания | |
| 14 | Установка рычага управления заземлителя | |
| 15 | Открытие или закрытие шторок | |



Блокировочные магниты (по запросу)

| | | |
|----|-------------------------------------|-------------------|
| 16 | Вкатывание/выкатывание аппарата | Магниты под током |
| 17 | Выключение и отключение заземлителя | Магниты под током |

Вспомогательное оборудование

| | | |
|----|--|--|
| 20 | Защитные шторки | Шторки блокируются в закрытом положении при выкаченном из отсека аппарате. Оператор не может их открыть вручную. Шторки управляются с помощью тележки аппарата или сервисных тележек (см. соответствующую главу на странице 28). |
| 21 | Матрица совместимости аппарат – распределительное устройство | Многополюсная штепсельная вилка аппарата и соответствующая штепсельная розетка ячейки распределительного устройства оснащены механической матрицей, которая предупреждает подключение и, следовательно, вкатывание в ячейку распределительного устройства аппарата с неподходящим номинальным током. |
| 22 | Механическое управление автоматическим выключателем | Отсек аппарата оснащен механическим устройством, которое позволяет включать или отключать автоматический выключатель с помощью кнопок управления при закрытых дверях. Кнопками можно управлять, когда автоматический выключатель находится в рабочем или отключенном положении. |

1. UniGear ZS1

Вакуумный выключатель

КРУ UniGear ZS1 может быть оснащено самыми разнообразными аппаратами, доступными на рынке на сегодняшний день, из которых вакуумные выключатели представляют наибольший интерес во всех секторах первичного распределения. Вакуумные выключатели покрывают весь диапазон параметров распределительного устройства, и, следовательно, весь диапазон применений. Многолетний опыт, полученный при разработке и использовании вакуумных дугогасительных камер,

отражается сегодня в ассортименте выключателей ABB, которые отличаются своими особыми электрическими и механическими характеристиками, продолжительным сроком службы без технического обслуживания, компактностью, а также использованием высоко инновационной конструкционной техники. ABB разрабатывает и изготавливает полный диапазон камер для использования в выключателях и контакторах, а также для любого применения в области среднего напряжения.



Рисунок 7. UniGear ZS1

Выключатель VD4

Дугогасительные камеры выключателей среднего напряжения VD4 используют вакуум для гашения электрической дуги и в качестве изоляционной среды.

Благодаря отдельным свойствам вакуума и используемой технике гашения, отключение тока происходит без среза тока и перенапряжений. Восстановление диэлектрических свойств после отключения происходит очень быстро.

Выключатели VD4 используются для защиты кабелей, воздушных линий, двигателей, трансформаторов, генераторов и конденсаторных батарей.

Полюсы

Выключатели VD4 среднего напряжения используют вакуумные камеры, залитые в полюса (1). Заливка камер в полюс значительно повышает прочность полюсов выключателей и защищает камеры от ударов, осадений пыли и влажности.



Рисунок 8. Выключатель VD4 с механическим приводом

Вакуумная дугогасительная камера содержит контакты и дугогасительное устройство.

Выключатели ABB используют самую современную вакуумную технику гашения: с радиальным магнитным полем для выключателей со средними и низкими мощностями, а также с осевым магнитным полем для выключателей с высокой отключающей способностью.

Обе техники гарантируют равномерное распределение оснований дуги по всей поверхности контактов, позволяя получить оптимальные характеристики при всех значениях тока.

Конструкция вакуумной камеры относительно простая. Наружная оболочка состоит из керамического изолятора, закрытого на концах крышками из нержавеющей стали. Контакты изготовлены из чистой меди и порошка хрома и приварены к медным токоотводам. Металлические сильфоны обеспечивают движение системы «контакт – токоотвод» и одновременно гарантируют, что в дугогасительной камере сохраняется вакуум. Компоненты камеры свариваются в среде предельно высокого вакуума для гарантирования вакуума в камере меньшей, чем 10–5 Па.

Поэтому камера не содержит никакого материала, способного к ионизации. В любом случае при размыкании контактов образуется электрическая дуга, которая состоит только из расплавленных и испаренных материалов контактов. Внутри камеры интегрирован металлический экран для улавливания металлических паров, выделяемых во время отключения, а также для управления электрическим полем. Соответствующая форма контактов создает магнитное поле, которое вызывает вращение дуги и ее распределение на большей поверхности, чем при стоячей дуге на контактах. Кроме ограничения температурной нагрузки на контакты, это значительно снижает их износ и позволяет управлять отключением и при очень высоких токах короткого замыкания. Электрическая дуга питается внешней энергией до прохождения тока через естественный ноль.

Вакуумные дугогасительные камеры ABB представляют собой камеры, прерывающие ток в нуле и не вызывающие повторного зажигания дуги.

Быстрое снижение плотности тока и быстрая конденсация металлических паров в момент нулевого тока позволяют восстановить максимальную диэлектрическую прочность между контактами прерывателя в течение нескольких миллисекунд. Нет необходимости в проверке уровня вакуума, так как полюсы выключателей – герметически закрытые системы и не требуют технического обслуживания на протяжении срока службы.

⁽¹⁾ Выключатели до 17,5 кВ – 1250 А – 31,5 кА изготовлены с полиамидными полюсами.

1. UniGear ZS1

Вакуумный выключатель

Привод

Выключатель VD4 оснащен приводом с механическим накоплением энергии.

Привод с независимыми расцепителями позволяет производить отключение и включение независимо от оператора.

Пружинная система привода может накапливать энергию вручную или с помощью двигателя с редуктором. Аппарат можно отключить и включить с помощью кнопок на передней стороне привода или с помощью электрических расцепителей (включающих, отключающих, минимального напряжения). Выключатели всегда оснащены механическим устройством против «прыганья» для исключения возможности одновременных команд включения и отключения или включающих команд при невзведенных пружинах или главных контактах, не достигших еще отключенного положения.

Тележка

Полюсы и привод закреплены на металлическом несущем элементе и транспортной тележке.

Тележка оснащена системой колес, которая позволяет выполнять вкатывание аппаратов в шкаф КРУ и их выкатывание при закрытых дверях. Тележка обеспечивает эффективное заземление выключателей с помощью металлической конструкции шкафа КРУ.

Тележка вакуумного выключателя может быть с двигателем приводом.

Управление вкатыванием и выкатыванием может производиться с помощью электрических элементов управления как оператором локально, так и системой дистанционного управления.

Интерфейс аппарат-оператор

Передняя часть выключателей представляет собой интерфейс аппаратов для использования пользователем. Он оснащен следующим оборудованием:

- кнопкой включения;
- кнопкой отключения;
- счетчиком коммутационных циклов;
- указателем выключенного и отключенного положения выключателя;
- указателем взведенного или невзведенного состояния пружин привода;
- устройством ручного взведения пружин привода;
- блокировкой расцепителя минимального напряжения (опция).

Вакуумный выключатель eVD4

Выключатель eVD4 является законченной электрической системой защиты фидера среднего напряжения по технологии «подключи и работай». Выключатель eVD4 – инновационное решение в мире выключателей, включающее в себя такие функции, как отключение, измерение, защита, контроль и передача информации.

Выключатель eVD4 производная от серии VD4 с его известной надежностью и стабильными характеристиками.

Выключатель eVD4 обладает встроенным устройством защиты серии RBX615 семейства ABB Relion® с датчиками для измерения тока и напряжения.

С этим интегрированным решением MTTR (Minimum Time to Repair) – минимальное время для восстановления системы управления выключателя много меньше традиционных решений. Поэтому eVD4 идеально подходит для всех установок, где необходима длительная эксплуатация без необходимости в обслуживании. Выключатель eVD4 доступен как в стационарном исполнении, а так же в выкатном варианте для распределительного устройства UniGear ZS1 и является механически взаимозаменяемым с выключателем VD4.



Рисунок 9. Выключатель eVD4 со встроенными датчиками, блоком защиты и управления RBX 615.

Выключатель VM1

Замена обычного привода с механическим накоплением энергии выключателя VD4 приводом с магнитным соленоидом образует серию выключателей VM1 и VM1-T.

Все характеристики выключателей, описанные в данной главе, остаются без изменений за исключением характеристик привода.

Привод состоит из значительно уменьшенного количества составляющих элементов:

- Соленоид с постоянными магнитами. Сердце привода состоит из магнитного соленоида, который осуществляет управление включением, отключением и удерживает главные контакты в положении, достигнутом после совершения операции. Магнит передает свое действие на дугогасительные камеры с помощью простой рычажной передачи.
- Электронное устройство управления. Все функции (срабатывание, управление, накопление энергии и самоконтроль) осуществляются интегрированным электронным контроллером. Выключатель оснащен мультивольтажным блоком питания как постоянным, так и переменным тока.
- Конденсаторы. Энергия, необходимая для включения привода, получается от встроенного конденсатора. Накопленная энергия обеспечивает выполнение автоматического повторного включения (АПВ) – O-B-O.
- Датчики положения. Положение контактов выключателя определяется с помощью электронных бесконтактных датчиков.

Стандарты

МЭК 62271-100 для выключателей.



Рисунок 10. Выключатель VM1 с магнитным соленоидом

1. UniGear ZS1

Элегазовый выключатель

Распределительные устройства UniGear ZS1 могут быть также оснащены элегазовыми (SF₆) выключателями. Серии вакуумных и элегазовых выключателей ABB механически взаимозаменяемы, и поэтому в одинаковый шкаф КРУ можно поместить любой тип аппарата. Только ABB может предложить аппараты обоих типов для применения во всем диапазоне уровней напряжения (12–17,5–24 кВ), номинального тока (630... 4000 А) и способности отключения (16...50 кА).

Причем предоставляется возможность выбора выключателей, которые являются самыми подходящими для характеристик установки, а также коммутируемых и защищаемых линий.

Длительный и проверенный опыт ABB показывает, что эффективны оба типа выключателей, поэтому возможен оптимизированный выбор их применения.

Выключатель HD4

Выключатели HD4 среднего напряжения используют газ – шестифтористую серу (SF₆) для гашения электрической дуги и в качестве изоляционной среды.

Благодаря отличным свойствам газа SF₆ происходит отключение без среза тока и без возникновения перенапряжений. Не происходит повторного пробоя после отключения, а восстановление изоляционных свойств после отключения наступает очень быстро. Имеются выключатели для всех возможных применений распределения электроэнергии. Их особенно можно рекомендовать для применения в цепи конденсаторных батарей, двигателей, масляных трансформаторов и в установках, где размещены компоненты, особенно чувствительные к изоляционным и динамическим нагрузкам (напр. старые кабели или трансформаторы).

Полюсы

Полюсы выключателей HD4 используют систему автодутья, сочетающую компрессионную технику дутья и технику свободного дутья в одном решении.

Система автодутья представляет собой высокоинновационную технику в области элегазовых выключателей, заимствованную у аппаратов высокого напряжения.

Комбинация компрессионной техники и техники свободного дутья позволяет получить наилучшие характеристики при всех значениях тока. Обе техники всегда имеются в наличии, однако в то время, как первая работает оптимально при отключении малых токов, вторая действует эффективно во время гашения высоких значений тока. Техника автодутья позволяет использовать меньшее количество газа, чем количество, требуемое для выключателей, основанных на других техниках гашения. Также по этой же причине значительно снижено давление газа. Техника автодутья гарантирует выдерживаемое напряжение изоляции и отключающую способность до 30 % номинального тока отключения даже при нулевом избыточном давлении. Целая серия выключателей HD4 использует одинаковое давление газа для всех номинальных уровней напряжения (12–17,5–24 кВ). Так как полюсы выключателей являются герметически закрытой системой на время службы и не требуют технического обслуживания отсутствует необходимость контролировать уровень давления газа SF₆. В то же время они могут оснащаться устройством контроля давления для его проверки после перевозки или неправильного использования.



Рис. 11. Выключатель HD4

Привод

Выключатель HD4 оснащен приводом с механическим накоплением энергии. Расцепители автоматические, что позволяет отключать и включать выключатель независимо от оператора.

Пружинная система привода может накапливать энергию вручную или с помощью двигателя с редуктором. Для всего ряда выключателей привод – одинакового типа, имеющий стандартизированный диапазон аксессуаров и запасных частей. Все вспомогательные компоненты можно заменить с помощью разъемных соединителей.

Аппарат можно отключить и включить с помощью кнопок на передней стороне привода или с помощью электрических расцепителей (включающих, отключающих и минимального напряжения).

Выключатели всегда оснащены механическим устройством против «прыганья» для предупреждения повторных операций включения и отключения при следующих одновременно командах или включающих командах при невзведенных пружинах или главных контактах, не находящихся еще в конечных положениях.



Рисунок 12. Выключатель HD4-HXA

Тележка

Полюсы и привод закреплены на металлическом несущем элементе и управляемой тележке.

Тележка оснащена системой колес, которая позволяет выполнять вкатывание аппаратов в шкаф КРУ и их выкатывание при закрытых дверях.

Тележка обеспечивает эффективное заземление выключателей с помощью металлической конструкции распределительного устройства.

Интерфейс аппарат-оператор

Передняя часть панели представляет собой интерфейс пользователя. Он оснащен следующим оборудованием:

- кнопкой включения;
- кнопкой отключения;
- счетчиком коммутационных циклов;
- указателем выключенного и отключенного положения выключателя;
- указателем взведенного и не взведенного состояния пружин привода;
- устройством ручного взведения пружин привода;
- блокировкой расцепителя минимального напряжения (опция).
- индикатором давления газа на светодиодах (опция).

Выключатель HD4-HXA с аperiodическими компонентами

Серия автоматических выключателей HD4 дополнена версией HD4-HXA.

Данная серия автоматических выключателей поддерживает все указанные в настоящей главе функции и отличается своей возможностью переключать нагрузки с аperiodическими компонентами. Для отключающей способности 40 кА и меньше автоматические выключатели HD4-HXA могут переключать нагрузки с аperiodическими компонентами $IDC = 100\%$ до рабочего напряжения 12 кВ; при 50 кА аperiodических компонентов, процент IDC сокращен до 50%. Их можно использовать во всех установках с большими значениями аperiodических компонентов, но их естественным полем применения является коммутация и защита трансформаторов вспомогательных цепей на электростанциях.

Стандарты

МЭК 62271-100 для выключателей.

МЭК 60376 для элегаза SF₆.

1. UniGear ZS1

Вакуумный контактор

Контакторы типа V-Contact VSC для среднего напряжения – это аппараты, которые применяются для работы в сетях переменного тока и обычно используются для управления фидерами, когда требуется большое количество операций в час.

Они пригодны для управления и защиты двигателей, трансформаторов и конденсаторных батарей компенсации реактивной мощности.

При оборудовании надлежащими предохранителями, контакторы можно использовать в цепях с мощностью до 1000 МВА.

Коммутационный ресурс контакторов V-Contact VSC установлен для категории AC3, 100 000 циклов (включение/отключение) тока 400 А.

Контактор V-Contact VSC

Контакторы состоят из моноблока из смолы, содержащего следующие компоненты:

- вакуумные дугогасительные камеры;
- элементы привода;
- управляющий магнит;
- мультивольтажный источник питания;
- аксессуары и вспомогательные контакты.

Контакторы V-Contact изготавливаются на следующие виды наибольшего рабочего напряжения:

- VSC7/P для напряжения до 7,2 кВ;
- VSC7/PG для напряжения до 7 кВ с выдерживаемым напряжением промышленной частоты 32 кВ;



Рисунок 13. Контактор V-Contact VSC

- VSC12/P для напряжения до 12 кВ;
- VSC12/PG для напряжения до 12 кВ с выдерживаемым напряжением промышленной частоты 42 кВ.

Оба варианта контакторов доступны с приводом с электрической или механической защелкой.

Контакторы V-Contact VSC являются автоматически взаимозаменяемыми с предыдущим вариантом контактора V-Contact V/P и с целой серией выключателей ABB, поэтому для одного шкафа КРУ можно использовать оба типа аппаратов без необходимости в модификации.

Версия контакторов V-Contact VSC также используется в компактном распределительном устройстве UniGear MCC до 400 А.

Привод

Благодаря магнитному приводу контакторам V-Contact VSC необходимо ничтожно малое питание во всех конфигурациях (15 Вт бросок тока – 5 Вт постоянное).

Вакуумные контакторы V-Contact VSC доступны в трех различных конфигурациях.

- SCO (одна управляющая команда). Контактор остается во включенном положении, пока на входе цепи управления есть напряжение, и отключается, как только оно исчезает.
 - DCO (две управляющие команды). Контактор включается при подаче вспомогательного напряжения в мультивольтажный вход включения, и отключается при его подаче на вход отключения; функция против «прыганья» является стандартной.
 - Доступна также конфигурация DCO по запросу с функцией расцепителя минимального напряжения с задержкой. Данная функция активирует автоматическое отключение контактора при падении уровня вспомогательного напряжения ниже уровней, установленных МЭК. Включение может быть задержано на период от 0 до 5 секунд (настройка клиента при использовании переключателя).
- Все конфигурации подходят для 1 000 000 механических операций.

Предохранители

Контактор оснащен предохранителями среднего напряжения для защиты фидеров.

Согласованность между контактором, предохранителями и элементами защиты гарантируется в соответствии со стандартами МЭК 60470 для аппарата в классе С.

Держатели предохранителей обычно предназначены для установки комплекта трех предохранителей среднего размера с типом расцепителя в соответствии со следующими стандартами:

- DIN 43625.
- BS 2692.

Можно использовать следующие типы предохранителей:

- тип согласно DIN с длиной 192, 292 и 442 мм;
- тип согласно BS с длиной 235, 305, 410, 454 и 553 мм.

Держатели предохранителей оснащены устройством для автоматического отключения даже при срабатывании одного предохранителя. То же оборудование не позволит включить контактор, когда отсутствует хотя бы один предохранитель. Ряд предохранителей ABB для защиты трансформаторов имеет типовое обозначение CEF, а ряд с типовым обозначением CEM предназначен для защиты двигателей и конденсаторов.



Рисунок 14. Предохранитель в соответствии со стандартами DIN

Стандарты

МЭК 60470 для контактора.

МЭК 60282-1 для предохранителей.

Электрические характеристики

| | | VSC7/P | VSC12/P |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|
| Номинальное напряжение | kВ | 6 | 10 |
| Наибольшее рабочее напряжение | kВ | 7.2 | 12 |
| Испытательное одноминутное напряжение промышленной частоты | kВ 1min | 20 ⁽³⁾ | 28 ⁽³⁾ |
| Испытательное напряжение грозового импульса | kВ | 60 | 75 |
| Номинальная частота | Гц | 50/60 | 50/60 |
| Номинальный ток термической стойкости | kА ⁽¹⁾ | ...50 | ...50 |
| Номинальный ток электродинамической стойкости | kА | ...125 | ...125 |
| Выдерживаемый ток внутреннего дугового КЗ ⁽²⁾ | kА 1с | ...50 | ...50 |
| Максимальный номинальный ток контактора | A | 400 | 400 |

⁽¹⁾ Ограничен предохранителями.

⁽²⁾ Выдерживаемые значения внутреннего дугового КЗ гарантируются в отсеках со стороны питания предохранителей (сборные шины и аппараты) оболочки распределительного устройства, а со стороны нагрузки (ввод) ограничивающими свойствами предохранителей.

⁽³⁾ VSC7/PG с выдерживаемым напряжением промышленной частоты 32 кВ и VSC12/PG с выдерживаемым напряжением промышленной частоты 42 кВ доступны по запросу в специальном шкафу.

Максимальные нагрузки контакторов с предохранителями

| | | 3.6 кВ | 7.2 кВ | 12 кВ |
|----------------|------|--------|--------|-------|
| Двигатели | кВт | 1,000 | 1,800 | 3,000 |
| Трансформаторы | кВА | 2,000 | 2,500 | 2,500 |
| Конденсаторы | кВАр | 1,000 | 1,800 | 3,000 |

Максимальные токи нагрузки предохранителей

| Фидер | Трансформаторы | | Двигатели | | Конденсаторы | |
|-------------------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|
| | Предохранитель | Максимальная нагрузка | Предохранитель | Максимальная нагрузка | Предохранитель | Максимальная нагрузка |
| Наибольшее рабочее напряжение | | | | | | |
| 3.6 кВ | 200А | 160А | 315А | 250А | 450А | 360А |
| 7.2 кВ | 200А | 160А | 315А | 250А | 355А | 285А |
| 12 кВ | 200А | 160А | 200А | 160А | 200А | 160А |

1. UniGear ZS1

Выключатель нагрузки

Шкафы UniGear ZS1 могут быть оснащены выключателями нагрузки ABB типа NAL или NALF.

Данные шкафы используются для коммутации и защиты линий и трансформаторов или трансформаторов собственных нужд на подстанциях и электростанциях. Выключатели нагрузки NAL и NALF – это аппараты среднего напряжения с разрывом в воздухе, состоящие из рамы, на которой закреплены опорные изоляторы (верхние и нижние), контактная система (неподвижная и подвижная), а также контактные держатели (предохранители или изолированные шины).

Выключатели нагрузки NAL и NALF

Выключатель нагрузки оснащен двумя системами подвижных ножевых контактов: главными контактами (через которые проходит нагрузочный ток во включенном положении выключателя) и дугогасительными контактами (через которые проходит ток во время отключения и включения). Данное решение означает, что главные контакты не подвергаются нагрузке при коммутации, поэтому электрические характеристики аппаратов не изменяются. Во время отключения выключателей нагрузки в верхнем изоляционном цилиндре под воздействием поршня сжимается воздух. В моменте размыкания контактов благодаря дутью сжатым воздухом, который истекает через специальное сопло,

дуга охлаждается и деионизируется.

Это приводит к постепенному повышению сопротивления дуги, что является решающим для ее гашения. Движение поршней синхронизировано с движением дугогасительных контактов выключателя нагрузки так, чтобы обеспечивался максимальный поток воздуха в моменте размыкания контактов, в результате чего было бы получено обязательное гашение дуги.

Шкафы могут быть оснащены выключателями нагрузки (ячейка выключателей нагрузки NAL) или выключателями нагрузки с предохранителями (ячейка выключателей нагрузки с предохранителями типа NALF).

Выключатель нагрузки NALF оснащен механизмом автоматического отключения с помощью предохранителей, соответствующих стандартам DIN 43625. Ряд предохранителей ABB для защиты трансформаторов обозначается CEF. Каждый шкаф оснащен заземлителем с включающей способностью для заземления кабелей.

Управление выключателями нагрузки, так же как и заземлителем, осуществляется с передней стороны шкафа КРУ с помощью ручного управления. За положением обоих аппаратов можно наблюдать через смотровое окно непосредственно с передней стороны шкафа КРУ.

Шкаф КРУ может быть оснащен комплектом из трех трансформаторов тока или измерительных датчиков. Шкаф выключателя нагрузки состоит из двух высоковольтных отсеков: сборных шин и выключателя нагрузки/кабелей. Последний содержит как выключатель нагрузки, так и отпайки подсоединения силовых кабелей.

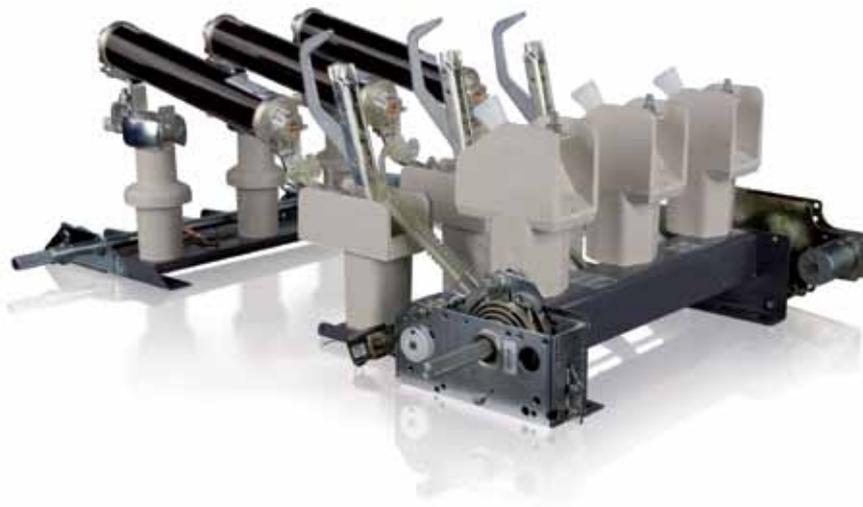


Рисунок 15. Выключатель нагрузки NALF

Разделение обоих отсеков наступает автоматически при включении заземлителя. Защитные шторки создают полное отделение неподвижных контактов выключателя нагрузки и защищают операторов от доступа к ним. Это позволяет производить техническое обслуживание кабелей и предохранителей, причем остальная часть распределительного устройства остается в эксплуатации. Шкаф UniGear ZS1 со стационарным вариантом выключателя нагрузки классифицирована как LSC-2A, так как кабельный отсек и отсек аппарата физически не разделены. Выключатель нагрузки, заземлитель и двери кабельного отсека взаимно блокируются для гарантирования максимальной

Каждая ячейка оснащена низковольтным отсеком, в который помещены приборы и вторичные цепи. Ко всем ячейкам возможен доступ с передней стороны, поэтому техническое обслуживание и управление могут проводиться и при установке комплектного распределительного устройства у стены.

Стандарты

МЭК 60265-1 для выключателя нагрузки.

МЭК 60282-1 для предохранителей.

Электрические характеристики

| | | | | |
|---|----------|-------|-------|-------|
| Номинальное напряжение | kВ | 12 | 17.5 | 24 |
| Наибольшее рабочее напряжение | kВ | 12 | 17.5 | 24 |
| Испытательное одноминутное напряжение промышленной частоты ⁽¹⁾ | kВ 1 min | 42 | 38 | 50 |
| Испытательное напряжение грозового импульса | kВ | 95 | 95 | 125 |
| Номинальная частота | Гц | 50/60 | 50/60 | 50/60 |

(1) Доступен вариант GB/DL при необходимости в более высоких характеристиках диэлектрика.

Ячейка выключателей нагрузки NALF с предохранителями

| | | | | |
|--|----------------------|--------|--------|-------|
| Номинальный ток термической стойкости | kA (I ¹) | ...25 | ...25 | ...20 |
| Номинальный ток электродинамической стойкости | kA | ...100 | ...100 | ...63 |
| Максимальный номинальный ток предохранителей | A | 100 | 63 | 63 |
| Выдерживаемый ток внутреннего дугового КЗ ⁽²⁾ | kA 1 c | ...40 | ...40 | ...25 |

⁽¹⁾ Ограничен предохранителями.

⁽²⁾ Выдерживаемые значения внутреннего дугового КЗ гарантируются в отсеках со стороны питания предохранителей (сборные шины и аппараты) оболочкой распределительного устройства, а со стороны нагрузки (кабели) ограничивающими свойствами предохранителей.

Таблица выбора предохранителей для защиты трансформаторов

| Номинальное напряжение трансформатора [кВ] | Номинальная мощность трансформатора (кВА) | | | | | | | | | | | | | | | | Наибольшее рабочее напряжение предохранителя [кВ] | | | |
|--|---|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|------|------|------|---|------|--|---------|
| | 25 | 50 | 75 | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | | 2000 | | |
| Ток плавкого предохранителя CEF [A] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 16 | 25 | 25 | 40 | 40 | 50 | 63 | 80 | 100 | 125 | | | | | | | | | | |
| 5 | 10 | 16 | 25 | 25 | 25 | 40 | 40 | 50 | 63 | 80 | 100 | 125 | | | | | | | | 3.6/7.2 |
| 6 | 6 | 16 | 16 | 25 | 25 | 25 | 40 | 40 | 50 | 63 | 80 | 100 | 125 | | | | | | | |
| 10 | 6 | 10 | 16 | 16 | 16 | 20 | 20 | 25 | 31.5 | 40 | 50 | 63 | 80 | 100 | 125 | | | | | 12 |
| 12 | 6 | 6 | 10 | 16 | 16 | 16 | 20 | 20 | 25 | 40 | 40 | 50 | 63 | 80 | 100 | 125 | | | | 17.5 |
| 15 | 6 | 6 | 10 | 10 | 16 | 16 | 16 | 20 | 20 | 25 | 40 | 40 | 50 | 63 | 80 | 100 | 125 | | | |
| 20 | 6 | 6 | 6 | 10 | 10 | 16 | 16 | 16 | 20 | 20 | 25 | 31.5 | 40 | 50 | 63 | 80 | | | | 24 |
| 24 | 6 | 6 | 6 | 6 | 10 | 10 | 16 | 16 | 16 | 16 | 20 | 20 | 25 | 40 | 40 | 50 | 63 | 80 | | |

Представленные в таблице расчеты были произведены в соответствии со стандартами МЭК 60787 и МЭК 62271-105 (для рабочего напряжения до 24 кВ). Были приняты следующие условия эксплуатации трансформаторов:

- максимальная длительная перегрузка – 150 %;
- бросок тока намагничивания – $12 \times I_n$ в течение 100 мс;
- напряжение КЗ трансформатора в соответствии с МЭК 60076-5;
- стандартные внешние условия эксплуатации предохранителей.

В таблице выше представлены номинальные токи плавких предохранителей в зависимости от линейного напряжения и параметров трансформаторов. Для трансформаторов с другими параметрами необходимо выполнить расчет предохранителей. Указанные крайние значения номинальных токов предохранителей не являются обязательными при использовании в выключателях нагрузки NALF и NAL без системы отключения с помощью предохранителей. Значения номинальных токов соответствующих предохранителей для данных применений представлены в каталоге АВВ «ПРЕДОХРАНИТЕЛИ».

1. UniGear ZS1

Сервисные тележки

Шкафы UniGear ZS1 могут оснащаться всеми сервисными тележками, необходимыми для выполнения работ при эксплуатации и техническом обслуживании. Тележки делятся на четыре различных типа:

- заземляющая без включающей способности;
- заземляющая с включающей способностью;
- испытание кабелей;
- разъединителя.

Заземляющая тележка без включающей способности

Данные тележки осуществляют такую же функцию, как и заземлители без включающей способности.

Поэтому они не способны заземлять контуры под напряжением в аварийных условиях.

Они используются для выполнения дополнительного заземления, если это требуется условиями установки и процедурой технического обслуживания для обеспечения безопасности персонала.

Использование данных тележек предполагает извлечение аппаратов (выключатель или контактор) из распределительного устройства и их замену тележкой.

Шкафы КРУ, изначально предназначенные для применения заземляющих тележек, должны быть оснащены блокировками с ключом, которые при активировании препятствуют вкатыванию. Данная тележка имеется в двух исполнениях:

- заземление главной системы сборных шин;
- заземление силовых кабелей.

Заземляющая тележка сборных шин при вкатывании поднимет только верхние защитные шторки и заземляет контакты верхних отпаек (а, следовательно, и систему сборных шин) посредством конструкции КРУ.



Заземляющая тележка кабелей при вкатывании поднимает только нижние защитные шторки и заземляет контакты нижних отпаек (а, следовательно, и силовые кабели) посредством конструкции КРУ.

Данные тележки можно также использовать для шкафов секционирования шин. В этом случае они заземляют одну из двух секций системы сборных шин.

Заземляющая тележка с включающей способностью

Данные тележки осуществляют такую же функцию, как и заземлители с включающей способностью.

Они состоят из выключателей, оснащенных только верхними токоотводами (заземление сборных шин) или нижними токоотводами (заземление силового кабеля). Другие выводы выключателей закорочены и подключены медной шиной к тележке, через которую они соединяются с заземленным корпусом аппарата.

Сохраняются все характеристики выключателей, такие как, например, полная включающая и отключающая способность под напряжением в аварийных условиях.

Такие тележки используются для обеспечения эффективного заземления в поврежденных цепях. Они позволяют дистанционно производить быстрое отключение и включение. Использование этих тележек предполагает извлечение аппаратов (выключатель или контактор) из распределительного устройства и их замену тележкой.

Шкафы КРУ, изначально предназначенные для применения заземляющих тележек, должны быть оснащены блокировками с ключом, которые при активировании не допустят их вкатывания.



Рисунок 16. Сервисная тележка HD4

Данная тележка имеется в двух исполнениях:

- заземление главной системы сборных шин;
- заземление силовых кабелей.

Заземляющая тележка сборных шин при вкатывании поднимает только верхние защитные шторки и соединяется с контактами верхних отпаек (а, следовательно, с системой сборных шин) для включения на землю с помощью привода.

Заземляющая тележка кабелей при вкатывании поднимает только нижние защитные шторки и соединяется с контактами нижних отпаек (а, следовательно, и с кабелями) для включения на землю с помощью привода.

Данные тележки можно также использовать для шкафов секционирования шин. В этом случае они заземляют одну или другую секцию сборных шин.

Испытательная тележка силовых кабелей

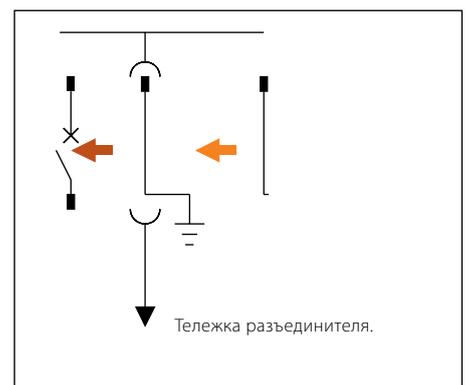
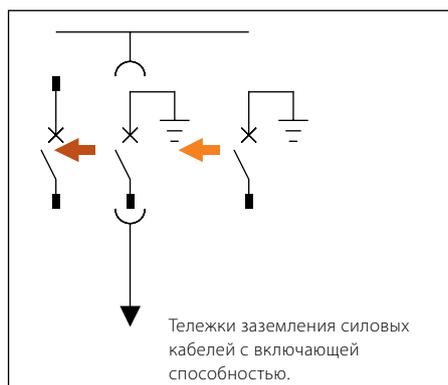
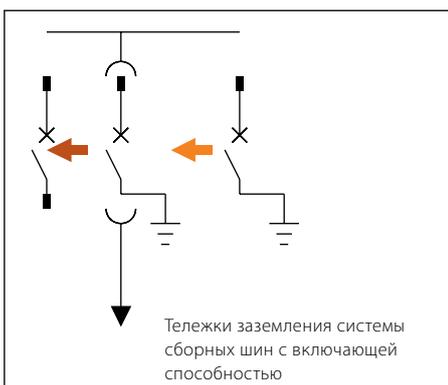
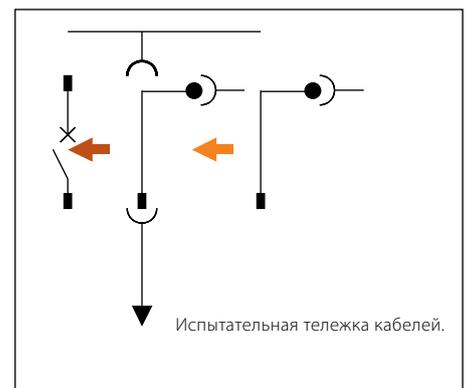
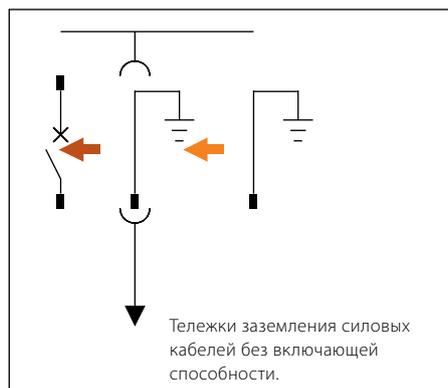
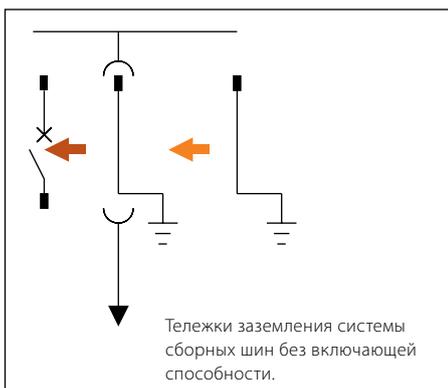
Данные тележки позволяют произвести испытания кабелей напряжением без прямого доступа в кабельный отсек и отсоединения кабелей от распределительного устройства. Использование этих тележек предполагает извлечение аппаратов из распределительного устройства (выключатель или контактор) и их замену тележкой.

Тележка при вкатывании поднимает только нижние защитные шторки и с помощью разъемных контактов подключается к контактам нижнего токоотвода, что позволяет подсоединить

испытательную аппаратуру к кабелям. Данную тележку можно использовать только при открытых дверях и в шкафах ввода/вывода.

Тележка с разъединителем

Эта тележка позволяет осуществить прямое соединение верхних и нижних проходных контактов распределительного устройства. Подключение выполнено безопасно посредством использования полюсов выключателей, чтобы изолировать соединительные шины от внешней среды. В ячейках ввода/вывода системы сборные шины соединяются с силовыми кабелями, в то время как в шиносоединительных ячейках соединяются две разные системы сборных шин. Данная тележка используется в КРУ UniGear ZS1 для соединения фидеров ввода/вывода без выключателей в радиальных сетях, производства кабельных соединений между двумя распределительными устройствами, расположенными одного против другого, шкафов объединяющих линии, а также для создания конфигурации секционирования с двумя шкафами, первый оснащен выключателем, а второй тележкой с разъединителем. Шкафы КРУ, предварительно предназначенные для применения тележек с разъединителем, должны быть оснащены блокировкой с ключом, которые при активировании предотвращают вкатывание.



1. UniGear ZS1

Сверхбыстрый заземлитель

UFES – инновационный проект сверхбыстрого заземлителя, заземляющего все 3 фазы в течение < 4 мс после обнаружения внутреннего КЗ.

Чрезвычайно короткое время срабатывания основного коммутирующего элемента в сочетании с быстрым и надежным обнаружением тока короткого замыкания и света гарантирует немедленное гашение дугового короткого замыкания. Таким образом, обеспечено эффективное предотвращение теплового и механического повреждения внутри распределительных устройств.

- UFES подходит для использования во всех исполнениях КРУ UniGear ZS1:
- установка отсека сверху над отсеком сборных шин;
- установка в кабельном отсеке;
- отдельный шкаф с UFES на выдвижной тележке.
- Непревзойденные преимущества в случае дугового короткого замыкания:
- Значительно уменьшены затраты на ремонт: гарантировано отсутствие повреждений оборудования распределительного устройства. Нет необходимости в замене неисправного шкафа.
- Значительно увеличена бесперебойность работы системы: после проверки и устранения причины неисправности КРУ можно снова использовать через максимально короткое время.
- Значительно увеличена безопасность оператора при неисправности в условиях технического обслуживания.



Рисунок 17. Электронное устройство для измерения, логики и отключения, тип QRU1

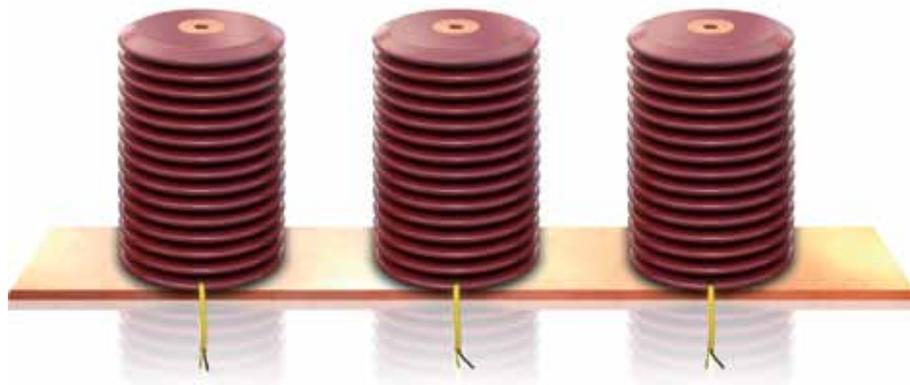


Рисунок 18. Тип основного коммутирующего элемента U1

Максимальные электрические характеристики в UniGear ZS1

| | МЭК | |
|--|------------|-------|
| Наибольшее рабочее напряжение ⁽¹⁾ | кВ : 17.5 | 24 |
| Испытательное одноминутное напряжение промышленной частоты | кВ : 38 | 50 |
| Испытательное напряжение грозового импульса | кВ : 95 | 125 |
| Номинальная частота | Гц : 50/60 | 50/60 |
| Номинальный ток термической стойкости ⁽¹⁾ | кА : 50 | 40 |
| Номинальный ток включения на КЗ | кА : 130 | 104 |
| Расчетная длительность короткого замыкания | с : 3 | 3 |

(¹) GB/DL version is available with higher request in dielectric characteristics (42 kV) and short-time withstand current (4 s).

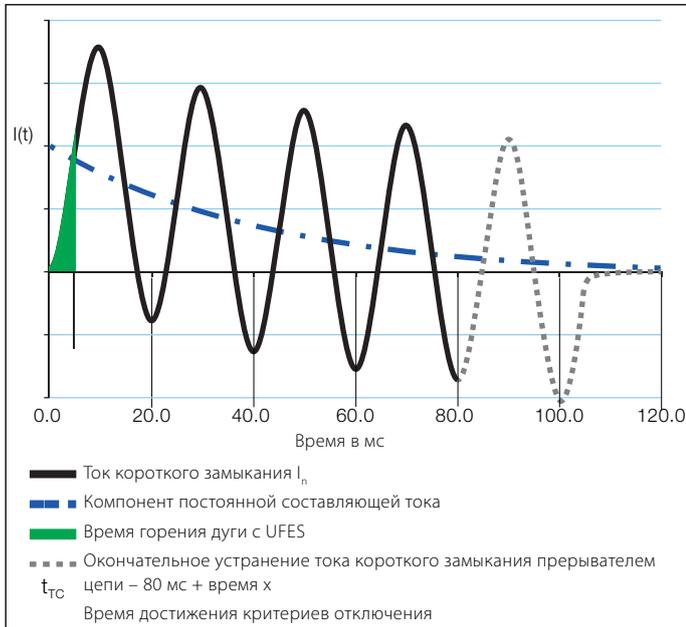


Рисунок 19. В редких случаях неисправность внутри шкафа КРУ из-за дефекта, исключительных условий эксплуатации или ошибки оператора может привести к внутреннему дуговому КЗ. Чем быстрее будет прервано дуговое КЗ, тем меньше будет разрушено оборудование распределительного устройства.

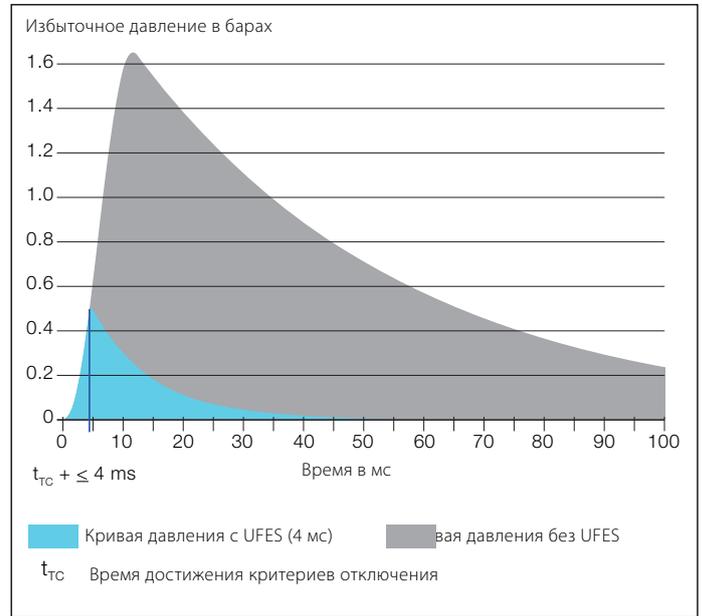


Рисунок 20. Предотвращение серьезных повреждений в результате дугового короткого замыкания, таких как...

- быстрое повышение температуры (до 20 000 °C);
- быстрое повышение давления (см. рисунок);
- горение материалов
- ... самым быстрым возможным гашением.

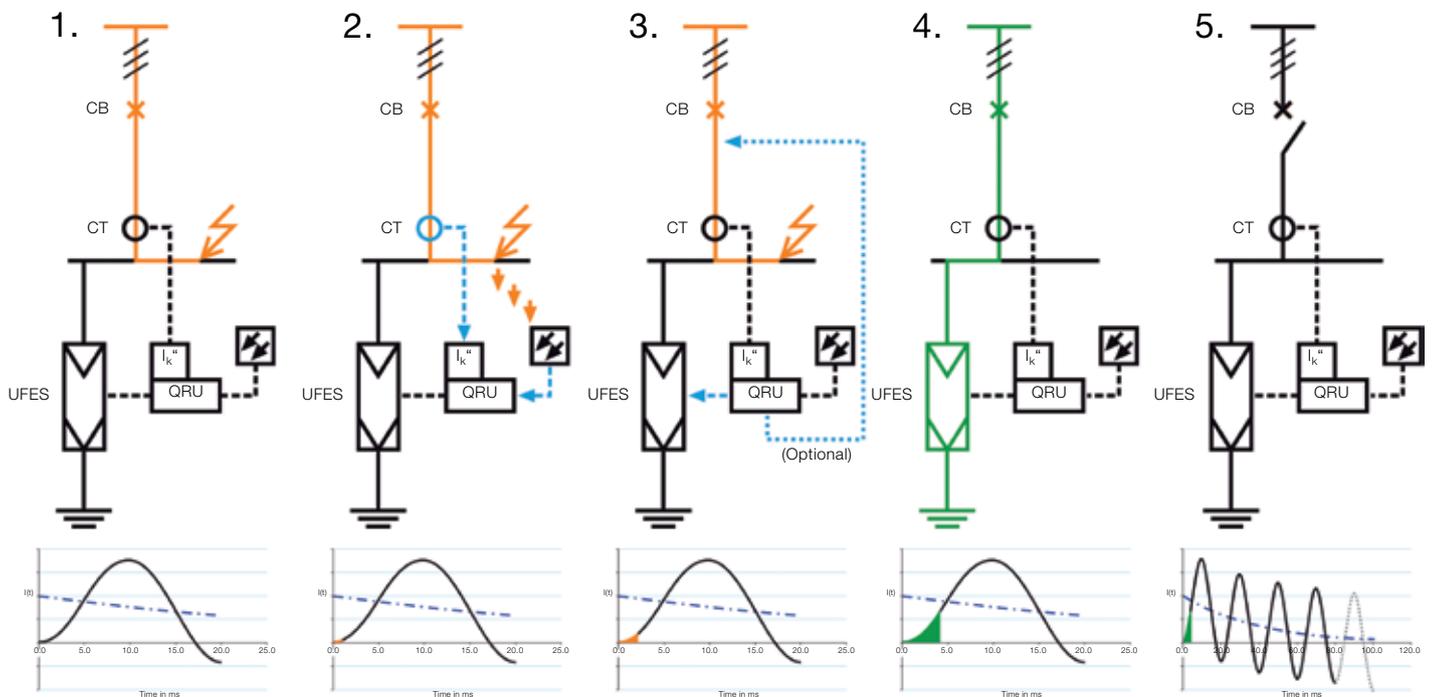


Рисунок 21. Описание последовательности событий

1. Образование внутренней дуги.
2. Обнаружение дуги электронным устройством (свет и ток).
3. ~ 1–2 мс после обнаружения: Сигнал на срабатывание в основные коммутирующие элементы UFES
4. ~ 3–4 мс после обнаружения: 3-фазное заземление с помощью срабатывания основных коммутирующих элементов UFES.
Прерывание напряжение дуги: Немедленное гашение дуги.
Контролируемое течение тока короткого замыкания через основные коммутирующие элементы UFES к потенциалу земли.
5. Конечное устранение замыкания с помощью установленного выше по цепи выключателя.

1. UniGear ZS1

Ограничение тока короткого замыкания: I_S -limiter

Слишком большой ток короткого замыкания?
Решение проблемы - коммутационное устройство с чрезвычайно коротким временем срабатывания - ограничитель тока I_S -limiter (I_S).

Растущий глобальный спрос на энергию требует более мощных или дополнительных трансформаторов и генераторов, а также растущую взаимную связь индивидуальных сетей поставки. Это может привести к превышению допустимых токов КЗ для оборудования и, в свою очередь, к сильному динамическому или тепловому повреждению или даже полному разрушению оборудования.

Замена существующего распределительного устройства и кабельных соединений новым оборудованием с более высокой стойкостью при коротком замыкании часто является технически невозможно или экономически невыгодно для пользователя.

Использование ограничителей тока I_S снижает ток КЗ как в новых системах, так и в расширениях существующих систем, таким образом, обеспечивая экономию.

Предположим короткое замыкание ниже выключателя отходящего фидера. На представленной ниже осциллограмме показан ход токов короткого замыкания в первой полуволне. Ток короткого замыкания 31,5 кА может протекать в месте повреждения через каждый трансформатор. Это приведет к общему току короткого замыкания 63 кА, что в два раза превышает выдерживаемую способность распределительного устройства.

Протекание тока через ограничитель тока I_S -Limiter в таком случае представлено ниже как ток i_2 . Можно увидеть быструю работу ограничителя тока I_S -Limiter, отсутствие воздействия на трансформатор Т2 общего пикового тока короткого замыкания ($i_1 + i_2$). Поэтому распределительное устройство класса 31,5 кА подходит для данного применения.

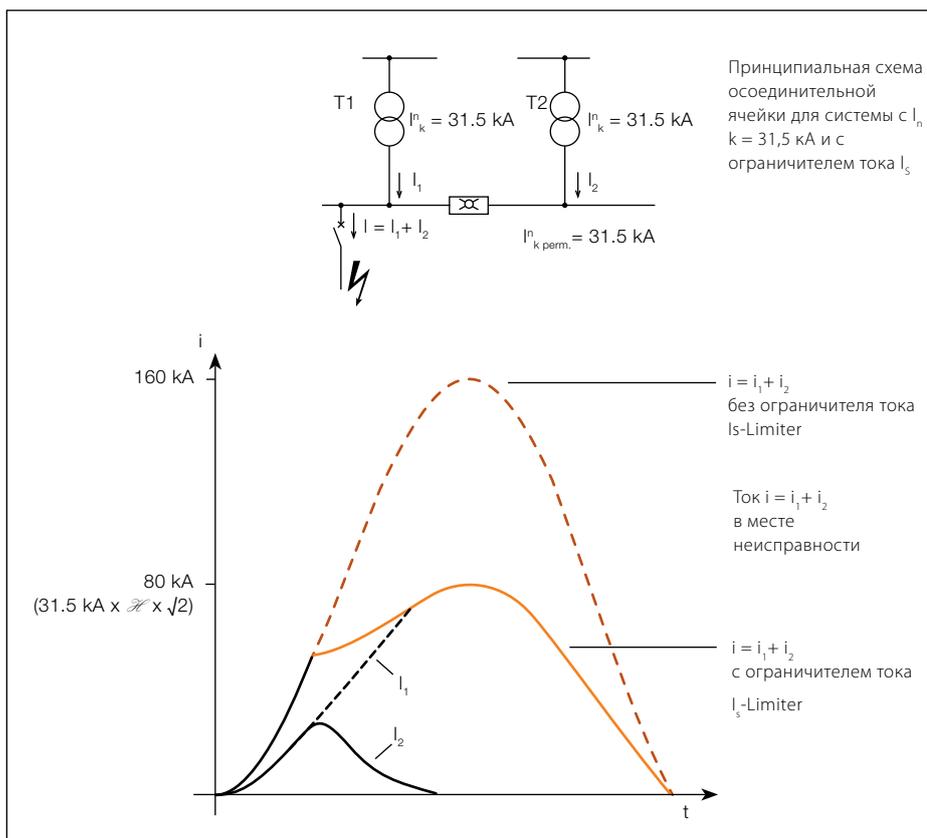


Рисунок 22. Схема применения ограничителя тока I_S -Limiter



Рисунок 23. Ограничитель тока I_S

Технические характеристики

| Наибольшее рабочее напряжение | кВ | 12.0 | 17.5 | 24.0 | 36.0/40.5 |
|-------------------------------|-------------------|--|--|---|------------------------------|
| Номинальный ток | А | 1250/2000/2500/3000/4000 ¹⁾ | 1250/2000/2500/3000/4000 ¹⁾ | 1250/1600/2000/2500 ¹⁾ /3000 ¹⁾ | 1250/2000/2500 ¹⁾ |
| Отключаемый ток | кА _{RMS} | Up to 210 | Up to 210 | Up to 140 | Up to 140 |

1) с принудительной вентиляцией

Потенциальное применение

Это быстродействующее коммутационное устройство подходит для ряда применений, которые не могут быть оснащены обычными коммутационными устройствами. Основные применения представлены ниже:

Преимущества всех применений IS-Limiter:

- снижение токов КЗ в месте повреждения;
- нет необходимости в обновлении существующего распределительного устройства.

Опция А, рисунок 24

Совокупная параллельная работа двух систем.

Преимущества:

- Улучшение качества электроэнергии.
- Увеличение надежности системы.
- Снижение полного сопротивления цепи.
- Оптимальное распределение нагрузки.

Опция В, рисунок 24

Ограничитель тока I_s -Limiter в фидере генератора для защиты системы высокого напряжения. Преимущества:

- Генератор можно подключить независимо от способности системы выдерживать токи КЗ.
- Нет необходимости в замене существующей системы сборных шин.
- Нет необходимости в дорогом генераторном выключателе.

Опция С, рисунок 24

Ограничитель тока I_s -Limiter и реактор подключены параллельно.

Преимущества:

- Отсутствие потерь в обмотке реактора.
- Отсутствие падения напряжения в реакторе.
- Отсутствие электромагнитного поля реактора.

Опция D, рисунок 25

Питание собственных нужд станций и сетей общего пользования.

Преимущества:

- Фидер частного/промышленного генератора можно подключить к (полностью нагруженной) энергетической сети.
- Селективная работа I_s (прерыватель тока IS будет работать только для КЗ в сети).

Опция Е, рисунок 26

Если необходимо селективное отключение в случае установки двух ограничителей тока IS-Limiter в КРУ, возникает необходимость в измерении общего тока. Преимущество: Ограничитель тока IS срабатывает следующим образом:

- Короткое замыкание в секции А: Срабатывает только ограничитель тока I_s -Limiter № 1.
- Короткое замыкание в секции В: срабатывают ограничители тока I_s -Limiter № 1 и 2.

Короткое замыкание в секции С: Срабатывает только ограничитель тока I_s -Limiter № 2.

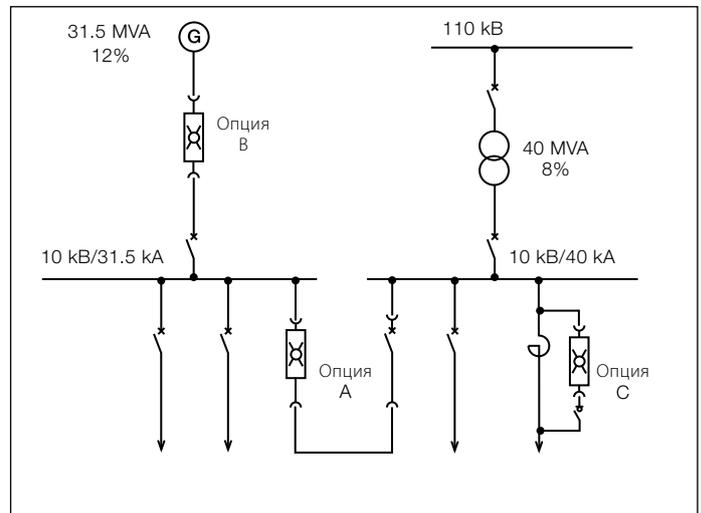


Рисунок 24. Три возможных применения ограничителей тока I_s -Limiter на одном рисунке (опция А, В, С)

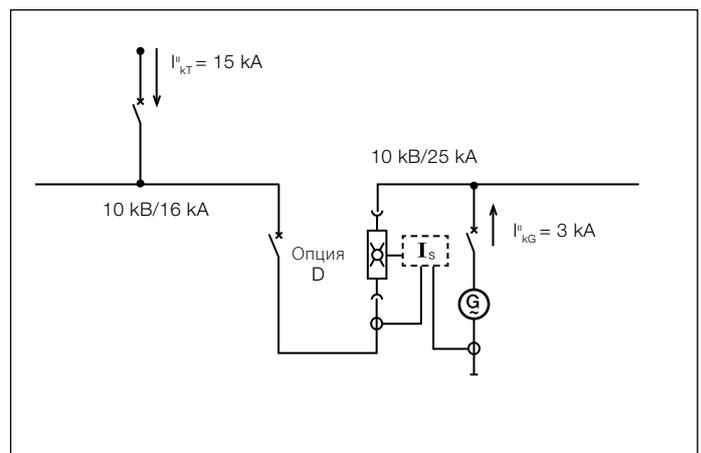


Рисунок 25. Ограничитель тока I_s -Limiter в точке соединения с питающей сетью общего пользования (опция D)

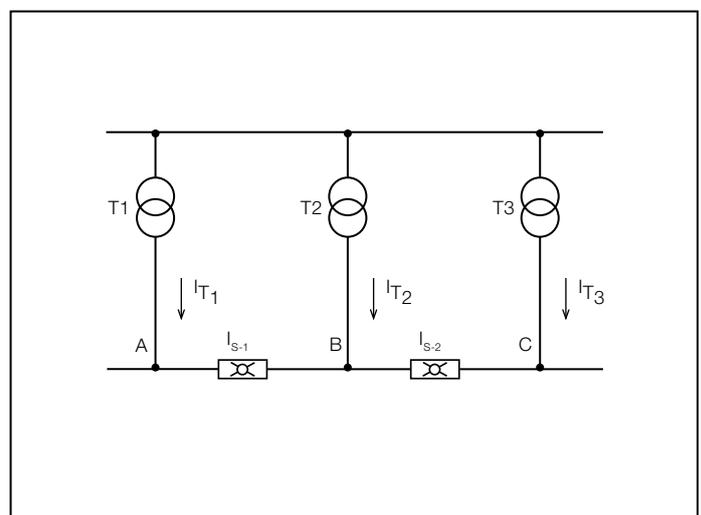


Рисунок 26. Использование более чем одного ограничителя тока I_s -Limiter с выборочным срабатыванием (опция E)

1. UniGear ZS1

Измерительные трансформаторы

Трансформаторы тока опорного типа

Трансформаторы тока опорного типа выполнены с электрической изоляцией из эпоксидной смолы и используются для питания измерительного оборудования и приборов защиты. Трансформаторы имеют намотанный сердечник из ленты или шину с расположенными на ней одним или несколькими сердечниками с характеристиками и классами точности в соответствии с требованиями установки. Соответствуют стандартам МЭК 60044-1. Их размеры отвечают требованиям стандарта DIN 42600 узкого типа, исполнения размера среднего и удлиненного до 2500 А, а в диапазоне токов от 3000 А до 4000 А используются трансформаторы тороидального типа (KOKS). Трансформаторы тока могут быть также оснащены емкостным делителем напряжения с разъемом для подключения оборудования сигнализации наличия напряжения. Трансформаторы тока обычно устанавливают на стороне нагрузки для измерения фазных токов шкафа КРУ. Возможна также установка на стороне питания (применение на сборных шинах) для измерения токов сборных шин или для реализации конкретных защитных схем. Ряд трансформаторов тока ABB имеет типовое обозначение TPU.

Тороидальные трансформаторы тока

Тороидальные трансформаторы тока также выполнены с электрической изоляцией из смолы и используются для питания измерительного оборудования и приборов защиты. Данные трансформаторы могут иметь либо замкнутый, либо разомкнутый сердечник. Они могут использоваться как для измерения фазных токов, так и для определения тока замыкания на землю. Соответствуют стандартам МЭК 60044-1.



Рисунок 27. Тороидальный трансформатор тока



Рисунок 28. TPU 1250 А



Рисунок 29. TPU 2500 А



Рисунок 30. KOKS 3150 А

Трансформаторы напряжения

Трансформаторы напряжения выполнены с электрической изоляцией из эпоксидной смолы и используются для питания измерительного оборудования и приборов защиты. Имеются ТН для фиксированной установки и для установки на выдвижные тележки.

Соответствуют стандартам МЭК 60044-2.

Их размеры соответствуют требованиям стандарта DIN 42600 узкого типа.

Данные трансформаторы могут быть одно- или двух- полюсные с мощностями и классами точности, пригодными для функциональных требований подсоединенных к ним приборов.

Они оснащены защитными предохранителями среднего напряжения, если смонтированы на выдвижных тележках. Выдвижные тележки позволяют также производить замену предохранителей во время работы распределительного устройства. Защитные шторки между частями распределительного устройства под напряжением и отсеком аппарата при выкатывании тележки при закрытых дверях управляются автоматически.

Фиксированные трансформаторы напряжения могут быть установлены в главной токовой цепи в отсек, предназначенный для их установки (шинное применение).

Ряд трансформаторов напряжения АВВ имеет типовые обозначения ТЈС, ТДС, ТЈР.



Рисунок 31. Тележка трансформаторов напряжения с предохранителями



Рисунок 32. Однополюсный трансформатор напряжения ТЈС



Рисунок 33. Двухполюсный трансформатор напряжения ТДС



Рисунок 34. Однополюсный трансформатор напряжения ТЈР с предохранителем

1. UniGear ZS1

Измерительные датчики

Электронные измерительные трансформаторы

Будущие измерения токов и напряжений в интеллектуальном UniGear ZS1 – маломощный измерительный трансформатор (в соответствии с текущими стандартами МЭК они относятся к группе электронных измерительных трансформаторов), кратко называемый датчиком. Данные продукты заменяют традиционные измерительные трансформаторы как для опорного, так и для тороидального типа.

Характерным свойством современных датчиков ABB является уровень выходного сигнала, который полностью адаптирован к нуждам нового основанного на микропроцессорах оборудования без нужды иметь излишнюю мощность.

Уровень аналогового выходного сигнала зависит от используемого принципа и может быть:

- в диапазоне мВ для датчика тока (типичное значение – 150 мВ при номинальном первичном токе);

- в диапазоне В для датчиков напряжения с коэффициентом деления 1 : 10000 (напр. выход $1/\sqrt{3}$ В для $10000/\sqrt{3}$ кВ номинального напряжения системы при первичной/номинальной нагрузке).

UniGear ZS1 может быть оснащено датчиками KEVCD опорного типа.

- KEVCD – датчик опорного типа, форма которого соответствует стандарту размера DIN. Существует два типа датчиков: первый – измерение тока вместе с возможностью отображения напряжения и второй – помимо указанных характеристик для первого, возможность измерения напряжения. Все измерения/показания для каждой фазы происходят в одном корпусе, следовательно, нет необходимости в дополнительных устройствах.

Характеристики датчиков

Конструкция датчиков тока и напряжения включает использование ферромагнитного сердечника. Данный факт предоставляет несколько важных преимуществ для пользователя и применения:

- на работу датчика не влияет нелинейность и ширина кривой гистерезиса; это приводит к точным и линейным измерениям в рамках широкого динамического диапазона измеряемых величин;
- единое устройство/датчик можно использовать как для защиты, так и для измерений (не надо отдельной конструкции/изделия);
- отсутствуют потери на гистерезис, таким образом, датчики обладают великолепной частотной характеристикой даже при частотах, отличных от номинальных, и, следовательно, предоставляют очень точный ввод для функций защиты, позволяя более точно анализировать неисправности и эффективно находить их;
- датчики неопасны во время работы (не возникает проблем при замкнутом или разомкнутом датчике), что приводит к высокому уровню безопасности находящихся рядом устройств и персонала. Выходной сигнал остается очень низким даже в случае неисправности в сети;
- использование датчика исключает возможность феномена феррорезонанса, таким образом, еще больше увеличивается безопасность и надежность силовой сети; более того, нет необходимости в дополнительной защите оборудования, специальном ограждении или проводке.

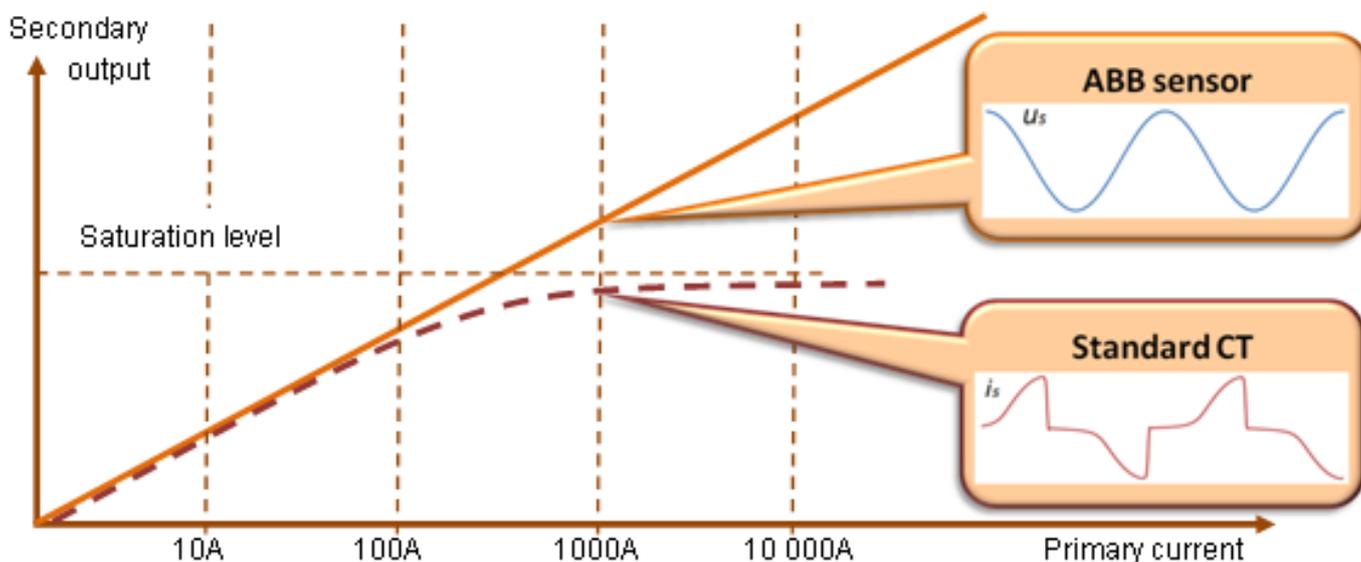


Рисунок 35. Линейность новейших датчиков ABB и пример форм волн выходного сигнала по сравнению с типичными насыщенными трансформаторами тока

Датчики ABB подключены к вычислительным устройствам измерения и защиты с помощью экранированных кабелей и соединителей, обеспечивая высокую степень защиты от электромагнитных помех.

Точность данных датчиков проверена и испытана, включая кабели. Таким образом, устройство контроля получает точную информацию. Более того, использование датчиков ABB и реле ABB гарантирует точность работы системы, т. е. точность всей измерительной цепочки = датчик вместе с IED лучше чем 1 %.

Преимущества датчиков

Благодаря линейной характеристике и широкому динамическому диапазону датчики являются достаточно стандартизированными устройствами (по сравнению с различными конструкциями трансформаторов тока и напряжения). Поэтому намного проще выбрать подходящую конструкцию (это простая инженерная задача), и может быть уменьшена потребность потребителя в запасных частях. Значительное снижение потребления энергии во время работы датчиков благодаря незначительным потерям (нет железа = нет потерь на гистерезис, меньшая обмотка и незначительный выходной ток = малые потери в обмотке датчика) приводит к значительной экономии энергии и минимизированный рост температуры (таким образом, улучшаются температурные условия и процесс старения). Это также приводит к снижению веса устройства по сравнению с традиционными трансформаторами тока и напряжения. Поэтому нет необходимости в специальных аппаратах/инструментальных средствах для перемещения датчиков, снижаются расходы на транспортировку. Быстрое подключение датчиков к IED без использования каких-либо инструментов и материалов значительно облегчает процесс установки.



Рисунок 36. Датчик тока и напряжения KEVCD опорного типа

1. UniGear ZS1

Измерительные датчики

Датчик тока

Датчик тока основан на принципе катушки Роговского. Катушка Роговского работает как обычный трансформатор тока с железным сердечником. Главное отличие катушек Роговского от трансформаторов тока – обмотка катушек Роговского намотана на немагнитный сердечник вместо железного сердечника. В результате катушки Роговского являются линейными, так как немагнитный сердечник не может быть насыщенным. Катушки Роговского создают выходное напряжение (U_S), которое является измеренной производной по времени первичного тока (I_P).

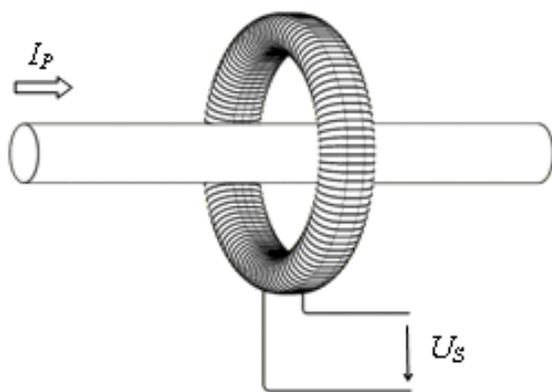


Рисунок 37. Принцип работы катушки Роговского

$$u_s(t) = M \frac{di_p(t)}{dt}$$

Интеграция выходного сигнала датчика тока выполняется в рамках подключенного IED для получения информации о фактическом значении тока.

$$i_p(t) = \sqrt{2} I_p \sin(\omega t)$$

$$u_s(t) = \sqrt{2} I_p M \omega \cos(\omega t)$$

Фаза выходного напряжения сдвинута на 90° от волны первичного тока.

Поэтому для получения простой и грубой информации об измеренном сигнале тока можно использовать вольтметры с высоким входным сопротивлением. Тем не менее, для получения более точной информации в переходных условиях, при содержании компонентов различных частот или искажениях формы волны тока в электрической сети требуется интегрирование напряжения от катушки Роговского. Данная функция уже доступна в предоставленных ABB IED, таким образом, доступно точное измерение первичного тока.

Выходное напряжение катушки Роговского линейно зависит от частоты, поэтому номинальное значение выходного напряжения составляет 150 мВ при 50 Гц и 180 мВ при 60 Гц. Единоразово настроив номинальную частоту в IED, датчик предоставляет точную информацию об измеренном сигнале первичного тока, даже для различных гармоник (нет потерь на гистерезис и не применимо насыщение), и, таким образом, достигается правильная работа всех защитных функций. Теоретически реакция катушки Роговского является линейной в неограниченном динамическом диапазоне измеренного первичного тока. Ограничения в их использовании существуют из-за других ограничений, например, применяемого размера, крепления и т. д. Единственной обмотки достаточно для работы с целым рядом необходимых первичных токов, напр. тип KECA 250B1 был успешно проверен при номинальном токе 2000 А. Датчик типа KEVCD включает первичный проводник, следовательно, требуется всего два типа для работы с целым рядом необходимых первичных токов от 0 до 3200 А. Соответствуют стандарту МЭК 60044-8.

Датчик напряжения

Датчик напряжения основан на принципе резистивного делителя напряжения. Он состоит из двух резистивных элементов, они делят входящий сигнал до уровня, при котором можно подключить стандартное устройство измерения низкого напряжения.

Главным различием резистивного делителя напряжения и традиционного трансформатора напряжения (ТН) является их принцип работы. В случае ТН напряжение создается в обмотке. В случае делителя напряжения напряжение просто делится относительно сопротивления резистивных элементов, таким образом, нет необходимости в создании напряжения.

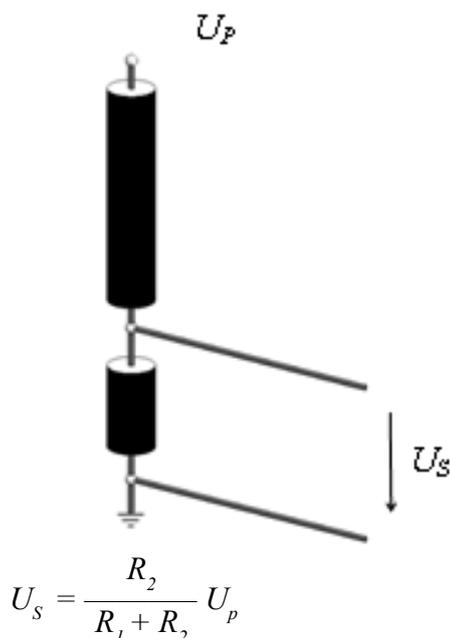


Рисунок 38. Принцип работы резистивного делителя напряжения

Используемые резисторы состоят из стержня, изготовленного из устойчивого керамического материала, который является специальным неиндуктивным резистивным материалом. Выходной сигнал – это напряжение, прямо пропорциональное первичному напряжению, таким образом, нет необходимости в интегрировании или какой-либо дополнительной обработке.

$$u_p(t) = \sqrt{2}U_p \sin(\omega t)$$

$$u_s(t) = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \sqrt{2}U_p \sin(\omega t)$$

Стандартный коэффициент деления, используемый в датчиках ABB, составляет 10000/1. Это гарантирует, что выходной сигнал будет достаточным и надежным для дальнейшей работы в рамках IED.

Для получения информации об измеренном сигнале напряжения можно использовать вольтметры с высоким входным сопротивлением. Тем не менее, рекомендуется использовать IED компании ABB, так как они являются проверенными и утвержденными для данного подключения. Резистивный делитель напряжения не содержит ферромагнитного сердечника и обмотки. Поэтому не существует риска феррорезонанса в отличие от ТН, и нет необходимости в дополнительных демпфирующих устройствах. Использование таких делителей существенно повышает безопасность и надежность сети, а также безопасность персонала при любых условиях работы. Также не возникают проблемы или опасность в случае замыкания вторичных клемм. Более того, датчик может оставаться подключенным даже во время испытаний КРУ напряжением промышленной частоты. Резистивный делитель работает корректно даже при переходных процессах, когда присутствуют постоянная составляющая, а также другие частотные компоненты (отсутствие ферромагнитного сердечника внутри делителя означает отсутствие возможности насыщения при различных частотах). Это позволяет производить неискаженную оценку переходных процессов и точный анализ функций защиты. Кроме возможности измерения компонентов постоянной составляющей в переходных процессах, резистивный делитель напряжения также позволяет осуществлять измерение постоянного напряжения при эксплуатации в установившемся режиме.

Благодаря линейной характеристике и отсутствию возможности насыщения, одного делителя достаточно для работы с целым рядом напряжений от 0 до 24 кВ. Тем не менее, в случае общего корпуса датчика напряжения должны быть учтены другие механические требования или размеры/расстояния для других уровней напряжения. В таком случае доступны датчики KEVCD двух вариантов высоты, соответствующие стандартным размерам DIN. Выбранную версию датчика можно использовать также при напряжениях ниже максимального номинального напряжения первичной обмотки. Соответствуют стандартам МЭК 60044-7.

1. UniGear ZS1

Концевая разделка кабелей

Концевая разделка полимерных изолированных кабелей 1–24 кВ

Очень важно правильно осуществлять разделку силовых кабелей КРУ. С этой целью ABB разработала целый ряд простых в использовании продуктов для подготовки и разделки кабелей.

Силовые кабели среднего напряжения обычно оснащены проводником из алюминия или меди, изоляцией из полимерного материала, экструдированной изоляцией, металлическим экраном, армированием (опция) и внешней полимерной оболочкой. Для обеспечения надежной и безопасной эксплуатации необходимо достичь достаточного механического соединения между токоведущей жилой кабеля и шиной. ABB предлагает механические кабельные наконечники для установки на токоведущую жилу кабеля с помощью болтового крепления. Для этого ABB предлагает устанавливаемую холодным способом кабельную разделку, изготовленную из резины, что позволяет создать активное давление вокруг кабеля. Более того, если кабель оснащен другим типом металлического экрана, отличным от медных проводов, необходимо использовать специальные наборы для заземления, чтобы достичь соответствующей борьбы с возможными токами КЗ. Армирование кабеля должно быть такого же потенциала заземления, как и экран кабеля, поэтому может возникнуть необходимость в использовании дополнительных аксессуаров для подключения, которые также доступны. Более подробная информация представлена в отдельной брошюре по кабельным аксессуарам.

Применение и особенности

В зависимости от конструкции кабеля необходимо использовать правильный тип кабельных аксессуаров. Когда одножильные кабели оснащены только экраном из медных проводов, достаточно использовать только кабельный наконечник и заделку, которая соответствует фактическому размеру кабеля.

Преимуществом устанавливаемых холодным способом аксессуаров является то, что для их установки нет необходимости в использовании тепла или открытого пламени (за исключением заделки трехжильных кабелей). После подготовки кабеля кабельный наконечник просто надевается на кабель без использования какого-либо дополнительного инструмента. При использовании трехжильного кабеля, или кабеля с медным ленточным экраном или экраном из алюминиевой фольги, или кабеля с армированием, необходим дополнительный материал.

Другим не менее важным фактором является правильная подготовка кабеля, и ABB также предлагает превосходные инструменты для подготовки кабелей.

Рекомендуемые продукты заделки кабелей

Предварительно установленная концевая муфта кабеля типа Kabeldon SOT может быть использована для любого полимерного кабеля независимо от его конструкции и размера жилы. Тип SOT 10 разработан для кабелей 7,2 кВ, а тип SOT 24 для 12, 17,5 и 24 кВ. Несколько вариантов концевых муфт подходит для широкого ряда размеров кабелей. Дополнительные материалы, такие как наборы для заземления, заделка для трехжильных кабелей и специальный материал экрана для армирования кабелей, также включены в предложение ABB. Для получения более подробной информации обращайтесь к вашему торговому представителю компании ABB.



Рисунок 39. Концевая муфта Kabeldon ABB тип SOT 10 с биметаллическим кабельным наконечником типа SKSB



Рисунок 40. Концевая муфта Kabeldon ABB тип SOT 24 с биметаллическим кабельным наконечником типа SKSB

Обозначение и размеры

| Наибольшее рабочее напряжение, кВ | Обозначение Kabeldon | Диаметр изоляции, мм | Размер жилы, мм ² | | | |
|-----------------------------------|----------------------|----------------------|------------------------------|-----------|-----------|----------------|
| | | | 7.2 кВ | 12 кВ | 17.5 кВ | 24 кВ |
| 1 - 7.2 | SOT 101 | 10.5 - 15 | 10 - 35 | - | - | - |
| 1 - 7.2 | SOT 102 | 12.9 - 25.8 | 50 - 150 | - | - | - |
| 1 - 7.2 | SOT 103 | 21.4 - 34.9 | 185 - 300 | - | - | - |
| 12 - 17.5 | SOT 241 A | 11 - 15 | - | 10 - 35 | - | - |
| 12 - 17.5 | SOT 241 | 15 - 28 | - | 50 - 185 | 50 - 150 | - |
| 12 - 17.5 | SOT 242 | 24 - 39 | - | 240 - 500 | 185 - 300 | - |
| 24 | - | - | - | - | - | - |
| 12 - 17.5 | SOT 242 B | 38 - 54 | - | 630 (**) | 630 (**) | - |
| 24 | SOT 241 A | 11 - 15 | - | - | - | 10 |
| 24 | SOT 241 | 15 - 28 | - | - | - | 25 - 120 |
| 24 | SOT 242 | 24 - 39 | - | - | - | 150 - 400 |
| 24 | SOT 242 B | 38 - 54 | - | - | - | 500 - 630 (**) |

(**) Можно устанавливать на кабели с 800 и 1000 мм², используя ленту из силиконового каучука 2342 в качестве уплотнителя.

1. UniGear ZS1

Автоматизация распределительной сети

Философия защиты АВВ

Поставляя защитные реле (IED) в более чем 70 стран, АВВ полностью понимает необходимость различной философии защиты как результат местного законодательства, экологических требований и технического опыта. Поэтому компания АВВ разработала философию защиты, которая не только соответствует специфическим требованиям и нуждам различных силовых систем, но и создает ощущение надежности и спокойствия у владельцев и пользователей данных систем.

Главной целью системы защитных реле АВВ является выявление каждого ненормального состояния энергетической системы или ее компонентов. На основании полученной информации защитная система инициирует восстановительные мероприятия, которые возвращают систему в нормальный режим работы или изолирует проблемы для ограничения повреждения системы и предупреждения травм персонала. Таким образом, создается безопасная среда для всех. Релейная защита не предупреждает возникновения повреждений сети, а активизируется только тогда, когда в энергетической системе произойдет какое-либо отклонение. Однако тщательный выбор предлагаемых АВВ защитных функций для соответствия специфическим требованиям энергетической системы и ее компонентов не только обеспечивает защиту энергетической системы, но и улучшает производительность и надежность защитной системы, благодаря чему снижаются последствия повреждения сети и ограничивается развитие аварии на здоровые части сети.



Преимущества комплексной защитной системы

Необходимо уделять внимание скорости работы, чувствительности, селективности и надежности защитной системы. Имеется строгая корреляция между рабочей скоростью защитной системы, ущербом и повреждением в результате сетевого КЗ. Автоматизация подстанций обеспечивает дистанционное управление и возможности мониторинга, которые ускоряют локализацию повреждений и возобновление поставки энергии. Быстрое срабатывание защитных реле сводит также к минимуму пики нагрузок после повреждения, которые вместе с падением напряжения повышают опасность расширения аварии на здоровые части сети. Чувствительность защиты должна быть адекватной для определения относительно высокого количества повреждений при замыкании на землю и токов короткого замыкания в самых отдаленных частях сети. Надежная селективность является важной для ограничения потерь поставки энергии на минимальную область, а также для надежного обнаружения неисправной части сети.

Восстановительные мероприятия, таким образом, могут быть направлены на поврежденную часть сети, и поставка энергии может быть быстро восстановлена.

Защитная система должна иметь высокую степень надежности. Это также означает, что в случае если, например, произойдет отказ выключателей, повреждение будет устранено с помощью запасной защиты.

Автоматизирование распределительных подстанций (SA) позволяет обслуживающему персоналу отлично управлять ею. Помимо этого, система SA улучшает качество энергии передающей и распределительной сети при нормальной работе, но особенно в аварийной ситуации и во время технического обслуживания распределительной подстанции. Система SA или SCADA (система диспетчерского контроля и сбора данных) приносит множество преимуществ цифровой технологии в защиту и управление сетью. Установка терминалов и настройка параметров осуществляется с помощью легкого и безопасного доступа с рабочего места персонала в соответствии со специфическими требованиями энергетической сети.

Однофункциональные и многофункциональные терминалы

Правильные защитные методы и комплексное функционирование повышают эксплуатационные качества защитной системы.

Определение комплексной функциональности изменяется с требованиями защищаемой сети или системы. В то время как однофункциональные реле защиты достаточны для некоторых простых сетей, для более сложных сетей требуются современные монофункциональные реле защиты. Однофункциональные реле содержат комплект защитных функций, например для отдельных типов фидерных применений.

К главным преимуществам таких реле относится разнообразие видов и цена. Одно или несколько однофункциональных реле обеспечивают достаточную защиту в большинстве областей применения.

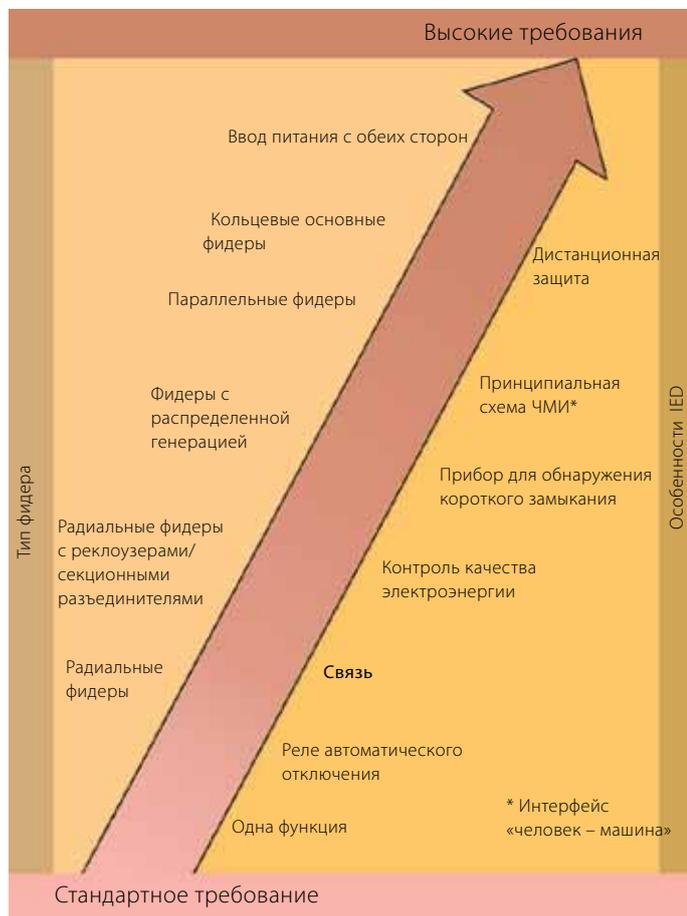


Рисунок 41. Сравнение фидеров со стандартными и высокими требованиями

1. UniGear ZS1

Автоматизация распределительной сети

Защита линии

Защитные функции можно в целом разделить на две категории, а именно стандартного применения (при использовании основных защитных функций, которые контролируют ток) и применения с повышенными требованиями (при использовании защитных функций, которые контролируют ток и напряжение), а также комбинации данных двух категорий. Основными требованиями защитной системы являются соответствующие чувствительность, селективность, надежность и рабочая скорость реле защиты. Требования к защитной системе в основном определяет физическая структура энергетической сети или системы. В большинстве случаев вышеуказанные требования могут быть выполнены функцией измерения многократными ступенями ненаправленных/направленных защит по токам. В энергетических сетях или системах с более сложной структурой необходимы более сложные функции защиты, такие как дистанционная защиты или дифференциальная защита.

Целью защитной системы от повышения и понижения напряжения сети является мониторинг уровня напряжения. Если уровень напряжения отклонится от требуемого значения более чем на допустимый предел в течение установленного срока, то защитная система напряжения ограничит длительность неестественного состояния, которое может привести к неисправности энергетической системы или ее компонентов. Для предотвращения более крупных выходов из строя в результате изменения частоты, подстанции обычно оснащают защитными реле падения частоты, которые по очереди производят сброс нагрузки. Это только несколько примеров главных защитных функций для фидеров.

Применение и особенности

В зависимости от требований надлежащий тип IED может быть выбран и конфигурирован таким образом, чтобы можно было найти общее решение для различных типов фидеров.

Обычно требуемые защитные функции вышеуказанных типов фидеров значительно отличаются в зависимости, например, от характеристики токов КЗ и типов потребителей.

Рекомендуемые изделия

ABB поставляет большой диапазон защитных реле и терминалов, входящих в семейство Relion®, для выполнения требований каждого индивидуального применения. IED были разработаны с опорой на многолетний опыт работы с различными применениями и функциональные требования клиентов ABB во всем мире. Популярная серия IED RE500 является одним из самых популярных изделий ABB в данной области.

Изделия Relion® были разработаны для соответствия высоким требованиям стандарта МЭК 61850. Использование стандарта связи подстанций IEC 61850 обеспечивает как вертикальную, так и горизонтальную связь между IED.



Рисунок 42. Устройство защиты и управления фидерами REF630

- **Устройство защиты и управления фидерами REF630** для организации функций защиты, управления, измерения и контроля распределительных подстанций. REF630 может использоваться в системах с глухозаземленной, заземленной через сопротивление, изолированной или компенсированной нейтралью.

Доступны четыре (4) шаблона конфигурации, соответствующие типичным требованиям для защиты и управления фидером. Стандартные конфигурации можно использовать в готовом виде, или они также легко адаптируются и расширяются за счет дополнительных функций, при использовании которых устройство сможет отвечать конкретным требованиям применения.

- **Устройство защиты и управления фидерами REF615**, предназначенное для защиты, управления, измерений и контроля общественных и промышленных распределительных систем. Устройство обеспечивает защиту воздушных линий, кабельных фидеров и шин распределительных подстанций. Устройство может использоваться в любых распределительных сетях независимо от режима работы нейтрали. Более того, использование функций межстанционной связи IED

позволят REF615 применять для защиты распределительных сетей кольцевого типа и объединенных сетей, а также радиальных сетей. На данный момент REF615 включает восемь стандартных конфигураций для соответствия требованиям по защите и управлению фидерами, а также по токовой защите фидера.

- **Реле защиты фидера REF610** в первую очередь предназначено для защиты фидеров ввода/вывода на распределительных подстанциях заземленных через сопротивление и глухозаземленных энергетических системах. REF610 подходит для морского и берегового применения. Поставляемое с опционной функцией защиты от дуги REF610 также обеспечивает быструю защиту шины подстанции при дуговом КЗ. REF610 также используется для резервной защиты двигателей, трансформаторов и генераторов для повышения уровня защиты в важных общественных и промышленных системах.



Рисунок 43. Устройство защиты и управления фидерами REF630



Рисунок 44. Устройство защиты фидера REF615

1. UniGear ZS1

Автоматизация распределительной сети

Защита трансформатора

Трансформатор является одним из самых важных компонентов и одним из наиболее дорогостоящих индивидуальных устройств распределительной сети. Из-за высокой значимости силового трансформатора очень важно максимально защитить его от возможных повреждений. Несмотря на то, что качественные трансформаторы большой мощности являются высоконадежными, повреждение изоляции происходит. Эти повреждения, проявляющиеся как КЗ и/или замыкания на землю, вызывают значительное повреждение обмотки и сердечника трансформатора. Поломка пропорциональна времени отключения повреждения, поэтому трансформатор должен быть отключен как можно быстрее. Мощный трансформатор должен быть транспортирован для ремонтных работ, которые занимают значительное время. Работа сети всегда является сложной, когда силовой трансформатор выведен из строя. Поэтому поломка силового трансформатора часто вызывает более серьезное повреждение системы, чем КЗ линии, которое обычно можно быстро устранить. Очень важно, чтобы для определения поломок трансформаторов и инициирования отключения было использовано быстрое и надежное защитное реле.

Размер, уровень напряжения и важность силового трансформатора определяют диапазон и выбор используемого оборудования мониторинга и защиты для минимизации повреждений при возможном КЗ. При сравнении общих затрат на силовой трансформатор, а также затрат, вызванных неисправностью трансформатора, затраты на защитную систему являются незначительными.

Рекомендуемые изделия

ABB поставляет большой диапазон защитных реле и терминалов, входящих в семейство Relion®, для выполнения требований каждого индивидуального применения. IED были разработаны с опорой на многолетний опыт работы с различными применениями и функциональными требованиями клиентов ABB во всем мире. Серия IED RE500 является одним из самых популярных изделий ABB в данной области.

Изделия Relion® были разработаны для соответствия высоким требованиям стандарта IEC 61850. Использование стандарта связи подстанций IEC 61850 обеспечивает как вертикальную, так и горизонтальную связь между IED.



Рисунок 45: Устройство защиты и управления трансформаторами RET630

• **Устройство защиты и управления трансформаторами RET630** является интеллектуальным электронным устройством (ИЭУ) управления, предназначенным для защиты, управления, измерения и контроля силовых, блочных и повышающих трансформаторов, включая блоки генератор-трансформатор на подстанциях и в промышленных распределительных сетях. Устройство обеспечивает основную защиту двухобмоточных силовых трансформаторов и блоков генератор-трансформатор. Имеется две (2) стандартных конфигурации, отвечающие типовым требованиям по защите и управлению трансформатора. Стандартные конфигурации можно использовать в готовом виде или, они также легко адаптируются и расширяются за счет дополнительных функций, при использовании которых устройство сможет отвечать конкретным требованиям применения.

• **Устройство защиты и управления трансформаторами RET615** является интеллектуальным электронным устройством защиты и управления двухобмоточными трансформаторами, трансформаторами собственных нужд, повышающими трансформаторами, включая блоки генератор-трансформатор на промышленных предприятиях и в распределительных сетях. RET615 имеет восемь (8) стандартных конфигураций, которые охватывают наиболее часто используемые способы заземления нейтрали и соответствующие схемы защит от замыканий на землю. Устройство обеспечивает защиту от отклонения коэффициента трансформации, междуфазных, межвитковых замыканий и от перекрытия изоляции на вводах. RET615 также поддерживает локальное или дистанционное управление трансформатором.



Рисунок 46. Устройство защиты и управления трансформаторами RET615

1. UniGear ZS1

Автоматизация распределительной сети

Защита двигателя

От защиты двигателя обычно ожидают обеспечения максимальной токовой защиты, защиты от несимметрии, защиты от замыкания на землю и защиты от короткого замыкания. Однако основной проблемой для двигателей является тепловая защита, потому что перегрев представляет собой наибольшую опасность для двигателя. Для двигателей требуется защита не только от электрических неисправностей, но и от любого неправильного способа их эксплуатации. Решения ABB направлены на современную тепловую защиту, которая предохраняет от неправильного использования двигателей. Тепловая защита необходима для защиты двигателя как при кратковременной, так и при длительной перегрузке и, таким образом, очень важна для эксплуатации двигателя. Кратковременные состояния перегрузки могут появиться во время запуска двигателя. Неправильное использование работающего двигателя не обязательно приведет к повреждению оборудования, но сократит срок его службы. Поэтому надежная и разносторонняя системы защиты двигателя не только защищает двигатель, но и продлевает срок его службы, что увеличивает прибыль на инвестированный в двигатель капитал.

Рекомендуемые изделия

ABB поставляет большой диапазон защитных реле и терминалов, входящих в семейство Relion®, для выполнения требований каждого индивидуального применения. IED были разработаны с опорой на многолетний опыт работы с различными применениями и функциональные требования клиентов ABB во всем мире. Серия IED RE500 является одним из самых популярных изделий ABB в данной области. Изделия Relion® были разработаны для соответствия высоким требованиям стандарта МЭК 61850. Использование стандарта связи подстанций МЭК 61850 обеспечивает как вертикальную, так и горизонтальную связь между IED.

- **Защита и управление двигателем REM630** является многофункциональным интеллектуальным электронным устройством (ИЭУ), предназначенным для защиты, управления, измерения и контроля средних и больших асинхронных электродвигателей в промышленных энергосистемах среднего напряжения. REM 630 относится к линейке продуктов Relion® производства компании ABB и 630 серии устройств защиты и управления, которая характеризуется способностью к наращиванию и гибкостью конфигурации. Данное устройство также обладает функциями управления, необходимыми для контроля ячеек питающей линии промышленного двигателя.



Рисунок 47. Устройство защиты и управления двигателями REM630



Рисунок 48. Устройство защиты и управления двигателями REM615

REM630 обеспечивает основную защиту для асинхронных электродвигателей и соответствующих приводов. Интеллектуальное электронное устройство управления двигателем предназначено для средних и больших асинхронных двигателей с контакторным управлением и управлением выключателем в различных вариантах применения, таких как использование в качестве электродвигательного привода для насосов, вентиляторов, компрессоров, мельниц, дробилок и т. д. Разработанную для REM630 стандартную конфигурацию можно использовать без изменений, а также можно легко настроить или расширить при помощи различных дополнительных функций, использование которых позволит точно отрегулировать управление двигателем, чтобы устройство соответствовало конкретным требованиям применения.

- **Защита и управление двигателем REM615** является специально разработанным интеллектуальным электронным устройством для защиты, управления, измерения и контроля асинхронных двигателей на промышленных предприятиях, в том числе и в обрабатывающей промышленности. Обычно REM615 используется с высоковольтными двигателями, управляемыми автоматическим выключателем или контактором, и низковольтными двигателями среднего и большого размеров. REM615 производится с тремя (3) стандартными конфигурациями, включая все базовые функции защиты

двигателя, функции защиты по напряжению и измерения мощности и энергии. Также доступна функция удаленного запуска/остановки двигателя.

- **Реле защиты двигателя REM610** является универсальным многофункциональным реле защиты, предназначенным в основном для защиты стандартных асинхронных двигателей среднего напряжения большой и средней мощности в широком диапазоне их применений.

Реле REM610 можно использовать с двигателями, управляемыми как выключателями, так и контакторами в различных установках. Данное реле, оснащенное опциональным термопреобразователем сопротивления или элементами теплового датчика, можно использовать для непосредственного измерения температуры важнейших элементов двигателя, таких как подшипники и обмотка. Реле REM610 может также использоваться для защиты фидерных кабелей и силовых трансформаторов, которые требуют тепловой защиты от перегрузки, максимальной токовой защиты или ненаправленной защиты от замыканий на землю.



Рисунок 49. Реле защиты двигателя REM610

1. UniGear ZS1

Автоматизация распределительной сети

Защита напряжения

REU615 имеется в двух стандартных конфигурациях, обозначаемых А и В, для соответствия двум самым часто используемым применениям IED.

Конфигурация А REU615 адаптирована для напряжения и частоты на основании применения для защиты в распределительных и промышленных системах или системах распределения, включающих сети с распределенной генерацией энергии.

Конфигурация А REU615 предназначена для использования в системах распределительных устройств среднего напряжения. Конфигурация А REU615 обеспечивает контроль повышения и понижения напряжения на сборных шинах, а также мониторинг остаточного напряжения и частоты сети.

Конфигурация В адаптирована для автоматического регулирования напряжения. Обе конфигурации также позволяют осуществлять контроль выключателями и обладают функциями измерения и мониторинга. Конфигурация В REU615 обладает способностью регулирования напряжения для автоматического и ручного изменения напряжения силовых трансформаторов, оснащенных переключающим устройством регулировки напряжения под нагрузкой с приводом от двигателя.

REU615 относится к линейке продуктов Relion® производства компании ABB и 615 серии устройств защиты и управления. 615 серия характеризуется своей компактностью и съемной конструкцией. Новая 615 серия, созданная на основе предыдущей серии, была разработана для использования полного потенциала стандарта IEC 61850 для связи и совместимости автоматизированных устройств подстанций.



Рисунок 50. Защита напряжения REU615

Защита от дуги

Внутреннее дуговое КЗ в установке КРУ обычно вызывается проникновением постороннего тела в шкаф или повреждением какого-либо составляющего элемента. От дуги возникает бурный рост тепла и давления, создающий обычно большую опасность для распределительного устройства и обслуживающего персонала.

Соответствующая дуговая защитная система защищает подстанцию от внутреннего дугового КЗ минимизацией времени горения дуги, предупреждая нагревание и повреждение. Это уменьшает материальный ущерб и позволяет беспрепятственно и безопасно восстановить распределение энергии. Система также может получить экономию средств даже до случаев возникновения внутреннего дугового КЗ. Так как устаревшее распределительное устройство более подвержено внутренним дуговым коротким замыканиям, дуговая защита эффективно продлит срок его службы и повысит использование инвестиций. А главное, данная технология может помочь сохранить жизни.



Рисунок 51. Защита от дуги REA 101 с ее составными ячейками REA 103, REA 105 и REA 107

Применение и особенности

Источником дуги могут быть пробой изоляции, неправильная работа устройств, неисправные соединения сборных шин или кабельных соединений, перенапряжение, коррозия, загрязнение, влажность, феррорезонанс (измерительные трансформаторы), а также старение в результате электрической нагрузки. Большинство данных причин возникновения внутреннего дугового КЗ можно избежать при достаточном техническом обслуживании.

Однако, несмотря на проведенные меры предосторожности, ошибки людей могут приводить к внутренним дуговым КЗ. Время является критическим, когда речь идет об определении и минимизации воздействий электрической дуги. Внутреннее дуговое КЗ, которое длится 500 мс, может привести к крупному повреждению установки. Если время горения дуги меньше 100 мс, то повреждение часто меньше, а если дуга погаснет в течение 35 мс, то ее воздействие почти незначительно. Обычно используемые защитные реле недостаточно быстрые для обеспечения безопасного времени для устранения неисправности.

Время действия реле максимального тока, управляющего вводным выключателем, может, например, иметь задержку на сотни миллисекунд из-за селективности.

Данной задержке можно помешать путем установки системы дуговой защиты. Общее время отключения повреждения может быть снижено до 2,5 мс плюс время отключения выключателя. Кроме того, при повреждениях кабельного отсека благодаря применению дуговой защиты могут быть исключены повторные включения.

Рекомендуемые изделия

- **Дуговая защитная система REA 101** с ее составными ячейками REA 103, REA 105 и REA 107 спроектирована для защиты распределительных устройств среднего и низкого напряжения с воздушной изоляцией. Центральное устройство типа REA 101 действует самостоятельно или вместе с остальными устройствами REA 101. REA – это самая быстрая защитная система от дуги на рынке, обеспечивающая время до 2,5 мс. REA оснащена быстрым интегрированным элементом, считывающим максимальный ток, и, таким образом, работает независимо от остальных защитных устройств линии. Защитные реле линии REF615 и REF610 также содержат оптическую защитную функцию от дуги.

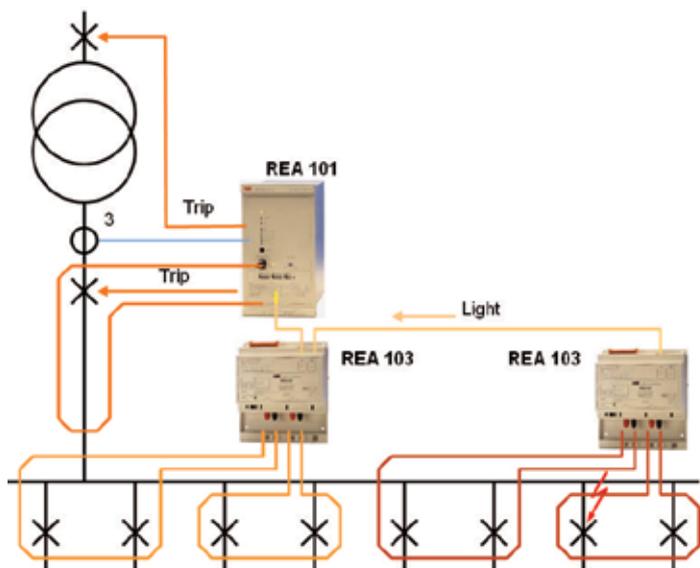


Рисунок 52. Типичная компоновка с REA 101 и субблоками 103

1. UniGear ZS1

Автоматизация распределительной сети

Автоматика подстанций серии COM600

COM600 – устройство автоматизации подстанций компании ABB, универсальный межсетевой шлюз, платформа автоматизации и интерфейс пользователя для общественных и промышленных распределительных подстанций.

Шлюз обеспечивает бесперебойную связь в соответствии с МЭК61850 между IED подстанции и системами контроля и управления сетевого уровня.

Платформа автоматизации с ее логическим процессором делает COM600 гибкой платформой для выполнения задач автоматизации на уровне подстанции. В качестве решения пользовательского интерфейса COM600 включает основанные на веб-технологии функции, обеспечивая доступ к устройствам и процессам подстанции через веб-браузер на основе интерфейса «человек – машина» (ЧМИ).

Продукт

Автоматика подстанций серии COM600 предлагает основанные на веб-сервере функции, предоставляя интерфейс «человек – машина» (ЧМИ) для контроля и управления локальной подстанцией. Надежная связь позволяет осуществлять доступ к ЧМИ подстанции через Интернет или локальную вычислительную сеть/глобальную вычислительную сеть (LAN/WAN) для любого уполномоченного пользователя с помощью стандартного ПК и веб-браузера. После локального подключения ноутбука к устройству, пользователь получает полный набор функций контроля и мониторинга с использованием СМИ на уровне подстанции.

Автоматика подстанций серии COM600 также предоставляет функции шлюза для передачи данных и сигналов между подстанцией и системами высшего уровня, такими как SCADA, DSC. Серия COM600 разработана для более плавной интеграции и совместимости системы на основе предварительно настроенных решений с использованием пакетов связи для интеллектуальных электронных устройств ABB.



Рисунок 53. Автоматика подстанций серии COM600

Применение и особенности

Компактность и надежность конструктивного исполнения устройств серии COM600 обуславливает их безотказную работу в неблагоприятных условиях эксплуатации. Конструкция устройств отвечает требованиям степени защищенности корпуса IP4x, в них отсутствуют вращающиеся элементы, подверженные физическому износу. Устройства серии COM600 созданы на базе технологий встроенных систем, что определяет их длительный срок службы и высокую готовность. Функции и компактный размер COM600 позволяют осуществлять установку в низковольтные отсеки большинства шкафов Unigear. COM600 подходит как для промышленного, так и для энергетического применения.

Устройства COM600 включают встроенный сервер OPC, который обеспечивает для подключаемых OPC-клиентов всю информацию о подстанции, кроме того, поддержка протокола IEC 61850 гарантирует полную совместимость и прямую связь с разными типами используемого оборудования.

Устройства серии COM600 полностью совместимы со стандартом IEC 61850, разработанным для автоматизации подстанций. Таким образом, эти устройства могут работать со всеми интеллектуальными электронными устройствами, поддерживающими МЭК 61850, что значительно упрощает проектирование и ввод систем управления в эксплуатацию. Ввод интеллектуальных электронных устройств ABB в эксплуатацию достаточно прост благодаря тому, что в устройствах ABB применяется уникальная концепция связи, что упрощает конфигурирование и снижает возможность ошибок, таким образом обеспечивая минимальные сроки конфигурирования и наладки устройств.

Более подробная информация, техническое руководство и описание продукта COM600 доступны по адресу: <http://www.abb.com/substationautomation>

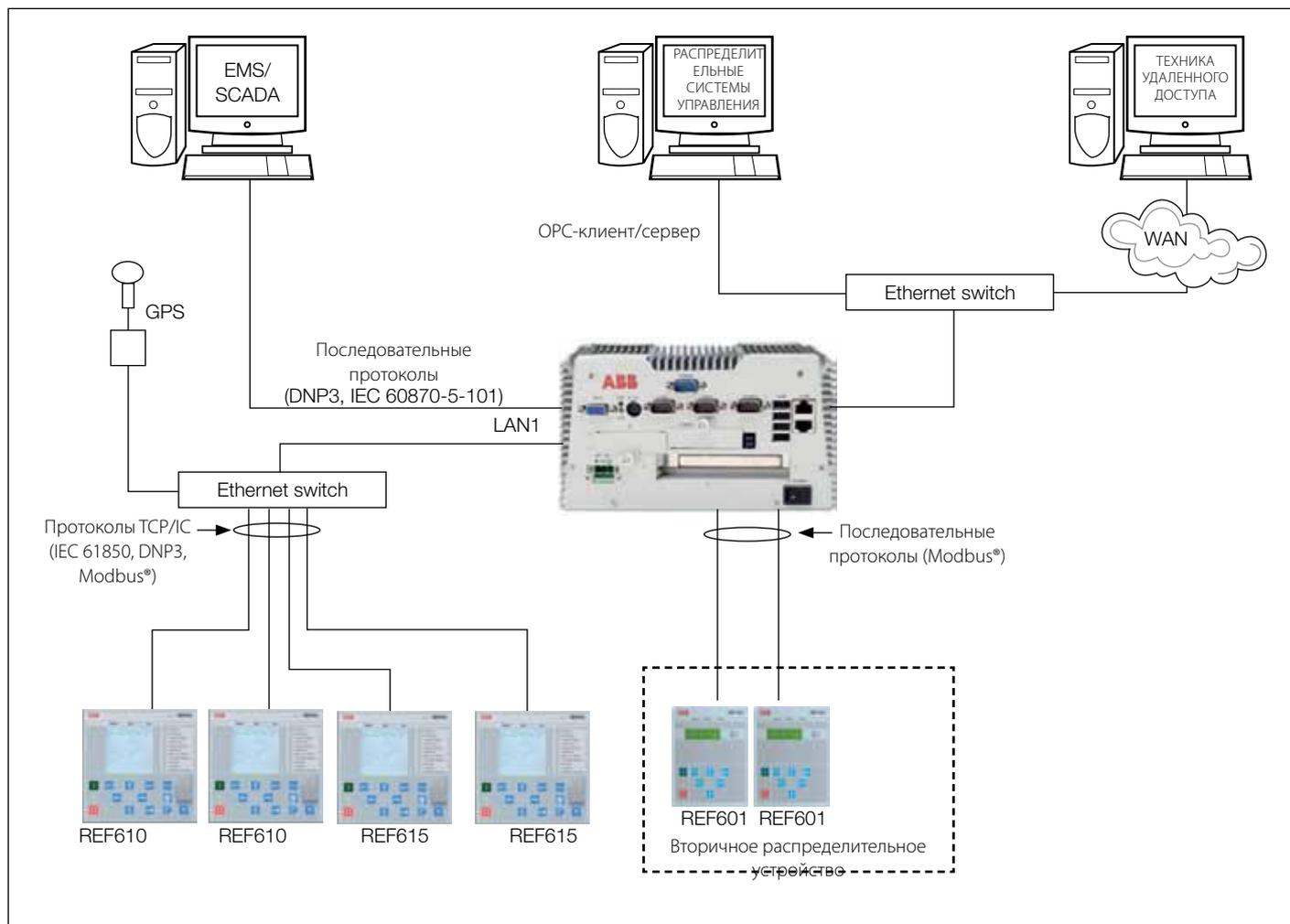


Рисунок 54. Обзор системы с использованием автоматики подстанции серии COM600

1. UniGear ZS1

Автоматизация распределительной сети

Таблица выбора реле

| Применение | REF | | | | | RED | |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|--|
| | 610 | 615 | 630 | 54_ | 542+ | 615 | |
| Защита напряжения | | • | | • | • | | |
| Применение фидера (входа и/или выхода) | • | • | • | • | • | • | |
| Применение фидера с высокими требованиями | | | • | • | • | | |
| Применение трансформатора | | | | • | • | | |
| Применение трансформатора с высокими требованиями | | | | | • | | |
| Защита двигателя | | | | • | • | | |
| Защита двигателя с высокими требованиями | | | | | • | | |
| Защита генератора и синхронного двигателя | | | | | | | |
| Дистанционная защита | | | • | • | • | | |
| Дифференциальная защита линии | | | | | • | • | |
| Резервная защита | • | | | • | • | | |
| Защита от дуги | o | o | | | | | |
| Протоколы связи | | | | | | | |
| IEC61850-8-1 | o | • | • | •* | •* | • | |
| IEC60870-5-103 | • | • | | • | • | • | |
| DNP 3.0 | • | • | • | • | • | • | |
| SPA | • | | | • | • | | |
| LON | | | | • | • | | |
| Modbus | • | • | | • | • | • | |
| Profibus | o | •* | | •* | •* | •* | |
| Дополнительные функции | | | | | | | |
| Прибор для обнаружения короткого замыкания | | | • | • | • | | |
| Реле АПВ | 3 срабатывания | 5 срабатывания | 2 срабатывания | 5 срабатывания | 5 срабатывания | o(5 срабатываний) | |
| Переключающее устройство регулировки напряжения под нагрузкой | | | | | | | |
| Регистрация неисправностей | • | • | | • | • | • | |
| Съемны | • | • | | | | • | |
| Принципиальная схема ЧМИ** | | • | • | • | • | • | |
| Локальное управление | • | • | • | • | • | • | |
| Удаленное управление | • | • | • | • | • | • | |
| Контроль состояния | | • | • | • | • | • | |
| Контроль качества электроэнергии | | | | • | | | |
| Аналоговые входы (VT/CT) | -/4 | | 9/8 | | | -/5 | |
| Входы датчика | | • | | • | • | | |
| Бинарные входы/выходы | 5/8 | 18/13 | 32/27 | | 42/24**** | 18/13 | |
| RTD***/входы МА | | | | 8 / - | 6 | | |
| Выходы МА | | | | o(4) | o(4) | | |

* С преобразователем интерфейса протокола

** ЧМИ – интерфейс «человек – машина»

*** RTD – резистивный датчик температуры

**** 27, если выходы являются статическими

1) REU615 с конфигурацией А для защиты напряжения и частоты

2) REU615 с конфигурацией В для регулировки напряжения под нагрузкой

o = опция

s = вторичное применение

| | REM | | | | RET | | | REU | | REX | REA |
|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|---------------------|-----|--------------------|-----------------|-----|
| | 610 | 615 | 630 | 54_ | 615 | 630 | 54_ | 610 | 615 | 521 | 10_ |
| | | | | • | | | • | • | • ¹ | • | |
| s | | | | | | | | • | | • | |
| s | | | | | • | • | • | | • ² | • | |
| | • | • | • | • | | | • | | | • | |
| | | | • | • | | | | | | | |
| | | | • | • | | | | | | | |
| | | 0 | | | 0 | | | | 0 | | • |
| •* | • | • | • | •* | • | • | •* | 0 | • | •* | |
| • | • | | | | • | | • | • | • | • | |
| • | • | • | | | • | • | • | • | • | • | |
| •* | | | | • | | | • | | | • | |
| • | • | | | • | • | | • | • | • | • | |
| •* | | | | • | •* | | •* | 0 | •* | •* | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | 5 сраба- тываний | | | 5 сраба-тываний | |
| • | • | | | • | • | | • | • | • ² | • | |
| • | • | | | • | • | | • | • | • | • | |
| • | • | • | | • | • | • | • | • | • | • | |
| • | • | • | | • | • | • | • | • | • | • | |
| • | • | • | | • | • | • | • | • | • | • | |
| -/4 | -/5 | 4/5 | | | -/7 | 3/9 | | 4/- | | | -/3 |
| | | | | • | | | • | | | • | |
| 5/8 | 12/10 | 32/27 | | | 14/13 | 32/27 | | 5/8 | | | 1/3 |
| 6 / - | 6/2 | | | 8 / - | 6 / 2 | | 8 / - | | 6 / 2 ² | | |

1. UniGear ZS1

Система автоматической передачи

Автоматические системы резервного питания используются для обеспечения максимальной длительности работы с непрерывной поставкой энергии пользователям. Это все возможно с использованием разных систем, основанных на различных видах техники.

Самые распространенные из них указаны ниже с соответствующим средним временем передачи.

- АВР с задержкой: 1500 мс
- АВР зависимые от остаточного напряжения: 400–1200 мс
- Синхронизированные (АТS): 200–500 мс
- Высокая скорость (НСТS): 30–120 мс

Первые две системы являются самыми простыми и могут также быть выполнены с простой логикой и приборами. Они гарантируют среднее время переключения и поэтому могут использоваться в устройствах, где отключение напряжения не особо критично.

С другой стороны, следующие две системы (АТS – автоматическая передающая система и НСТS – передающая система с высокой скоростью) требуют оборудования, основанного на микропроцессорах с высокосложной технологией.

Они гарантируют высокую скорость переключения и используются на заводах, где перерыв технологического процесса особенно критичен. Переключения, которые не являются очень быстрыми, могли бы вызвать серьезные функциональные поломки или остановку технологического процесса.

Компания АВВ может предложить все переключающие системы – от самых простых до самых сложных.

АТS

Устройство REF542plus может быть использовано в распределительном устройстве среднего напряжения для автоматического и ручного управления между двумя различными фидерами ввода.

Время, необходимое для выполнения АВР с помощью устройства REF542plus, находится в диапазоне 150–500 миллисекунд (включая время управления выключателем). Данное время может изменяться в указанном диапазоне в зависимости от сложности передающей логики программного обеспечения.

Распределительное устройство, оснащенное REF542plus, надлежащим образом запрограммированное, представляет собой комплексную и эффективную систему, способную управлять переводом между одной питающей системой и альтернативной системой или же полностью автоматически реконфигурировать сеть с двойного радиального распределения к простой системе.

Такое же манипулирование управлением можно проводить вручную со станции дистанционного управления или с передней панели распределительного устройства обслуживающим персоналом.

Ручное управление означает выполнение перевода питания с кратковременной параллельной работой: с помощью функции синхронизации управления (контроль синхронизации, код 25), введенной с REF542plus, линии питания включаются параллельно с синхронизацией векторов напряжения, после чего разъединяются после выполнения переключения. Для описанного применения не требуется дополнительное оборудование.

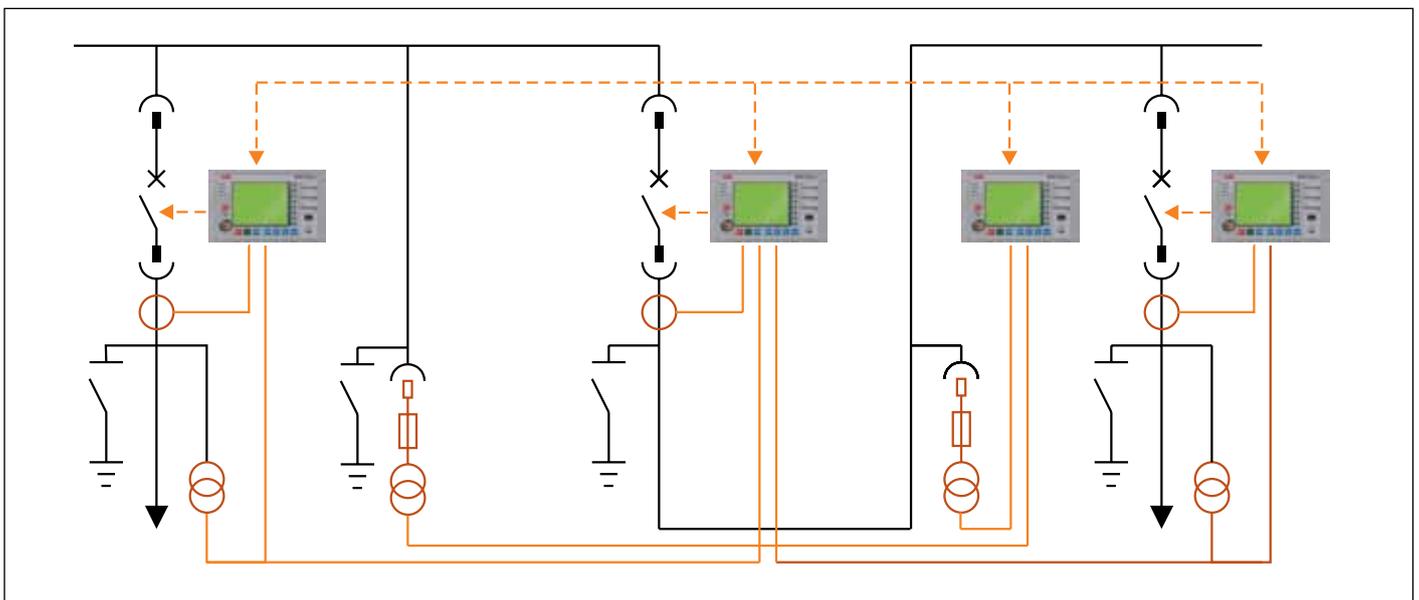


Рисунок 55. Принципиальная схема распределительного устройства UniGear ZS1 с применением архитектуры REF542plus, способного осуществлять как автоматическую и ручную передачу (АВР), так и защиту и измерения параметров питания распределительного устройства.

Устройство быстродействующего автоматического ввода резерва SUE3000

Снижение напряжения или полное прерывание подачи электроэнергии приводят к самым важным и сложным проблемам в сетях электроснабжения на сегодняшний день. Устройство быстродействующего автоматического ввода резерва SUE 3000 гарантирует оптимальную защиту энергоснабжения. Устройство обеспечивает непрерывное снабжение электроэнергией потребителей благодаря автоматическому переключению на резервный источник и защищает производственный процесс от дорогостоящего простоя. Более того, благодаря возможности ручного запуска переключения энергии, например, для устранения повреждения установка значительно упрощает обслуживание..

• Области применения

Данная система SUE3000 может быть полностью интегрирована в применениях, где прерывание подачи энергии может привести к остановке производства, и следовательно, к значительным потерям производительности и затратам. Возможные области применения включают, например:

- вспомогательные установки, обслуживающие электростанции;
- экотехнологические установки;
- источник напряжения для непрерывных промышленных процессов.

Для осуществления постоянной подачи питания нагрузка запитывается минимум из двух синхронизированных источников, которые не зависят друг от друга и оборудованы устройствами быстродействующего автоматического ввода резерва SUE3000. Таким образом, задачей устройства быстродействующего автоматического ввода резерва SUE3000 является обеспечение непрерывной работы



Рисунок 56. Устройство быстродействующего автоматического ввода резерва SUE3000

подключенных потребителей в случае отключения питания с учетом различных физических факторов путем максимально быстрого перехода на резервный источник. В соответствии со множеством областей применения SUE 3000 можно настроить для различных распределительных устройств.

• Непрерывные сравнения сети

Исключительно важной характеристикой, отличающей устройство быстродействующего автоматического ввода резерва SUE3000 от аналогов, является критерий синхронности и непрерывности,

По этой причине в случае запуска режим передачи уже заранее определен и готов к включению в любой момент. Это означает значительное увеличение вероятности выполнения быстрого переключения. Системы, ожидающие запуска для начала определения состояния сети, не могут выполнить быстрый переход с минимальным временем задержки из-за ожидания физического запуска.

• Режимы и время переключения

Возможны четыре различных режима переключения: быстрое переключение, переключение при первом совпадении фазы, переключение с контролем остаточного напряжения и переключение через выдержку времени. Быстрое переключение представляет собой оптимальный режим переключения для обеспечения минимального прерывания подачи напряжения в случае повреждения. В случае быстрого переключения, время переключения начиная с неисправности в основном фидере до резервного фидера составляет менее 50 мс.

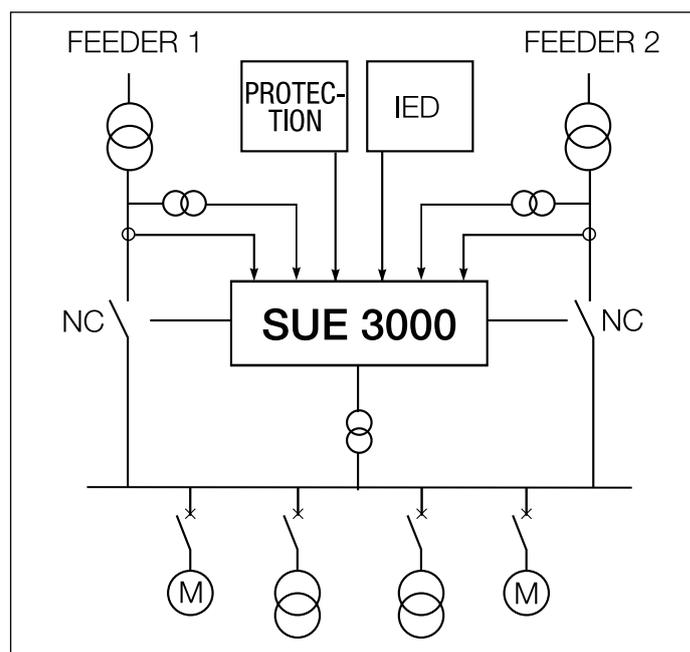
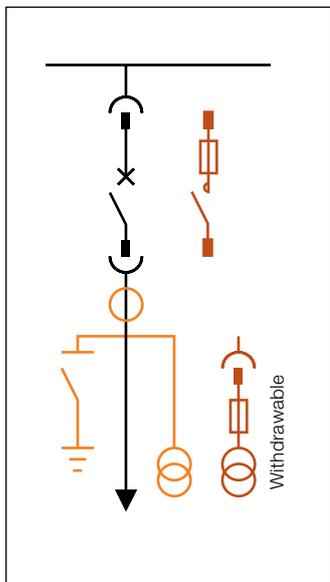


Рисунок 57. Пример распределительного устройства

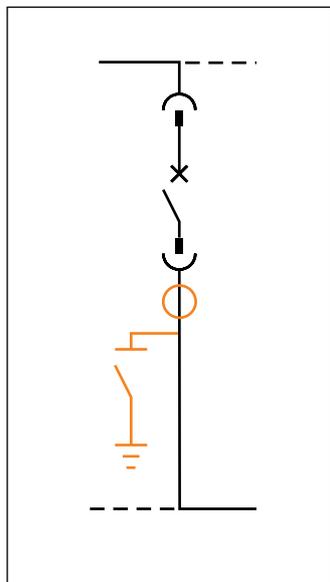
1. UniGear ZS1

Типовые шкафы

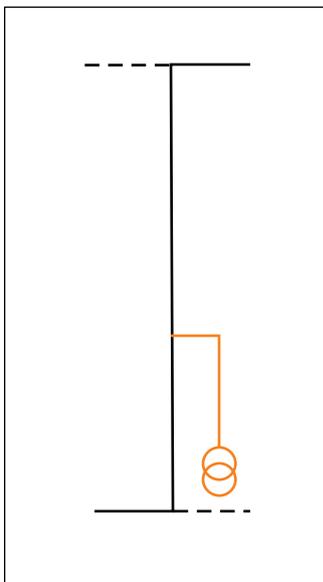
Принципиальная схема типовых шкафов



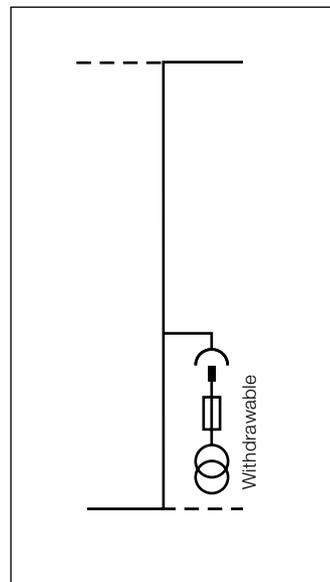
IF – ввод/вывод



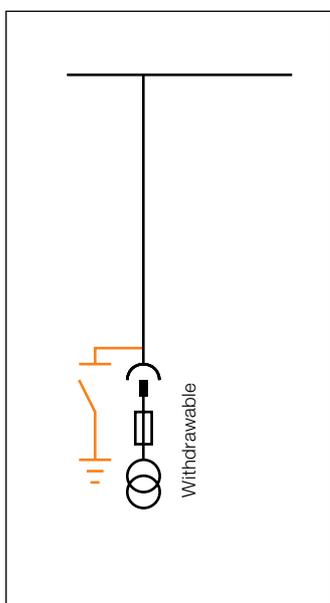
BT – секционирование сборных шин



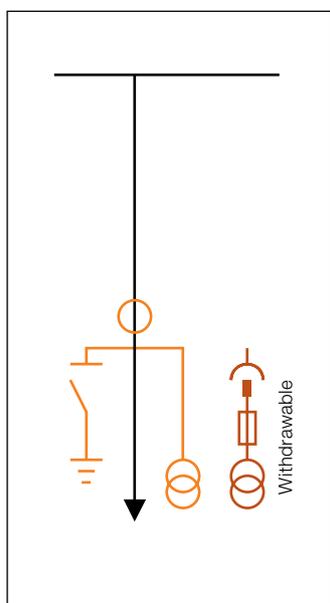
R – подъем шин



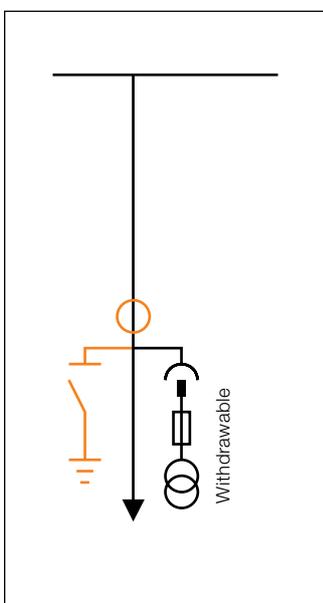
RM – подъем шин с измерением



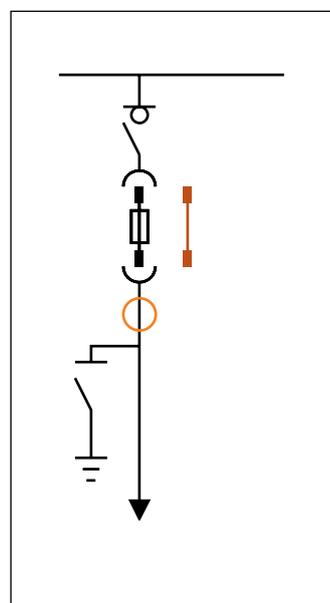
M – измерение



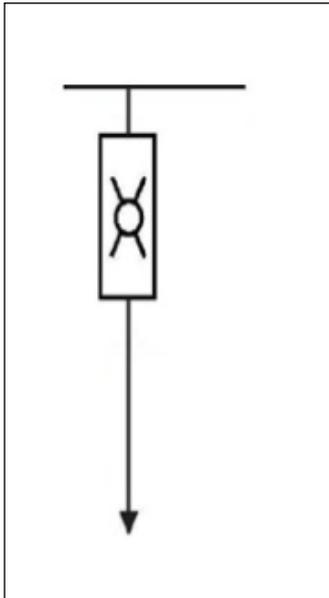
IFD – прямой ввод/вывод



IFDM – прямой ввод/вывод с измерением

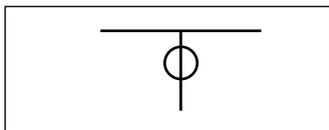


DF – с выключателем нагрузки

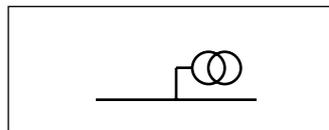


с выключателем нагрузки

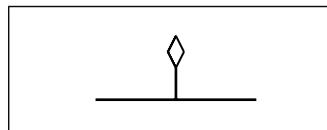
Принципиальная схема шинных применений



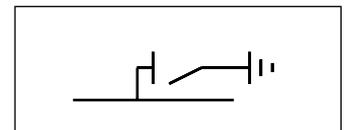
Трансформаторы тока



Трансформаторы напряжения

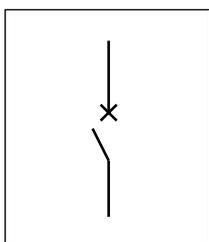


Вход в канал

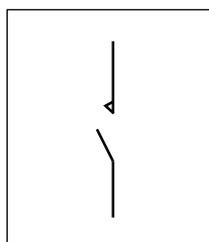


Заземлитель

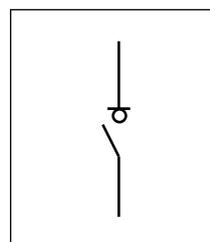
Графические символы



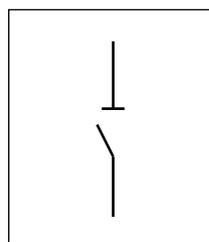
Выключатель



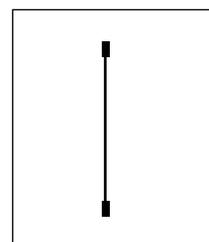
Контактор



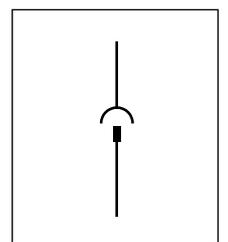
Выключатель нагрузки



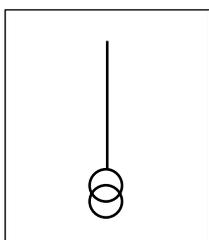
Разъединитель



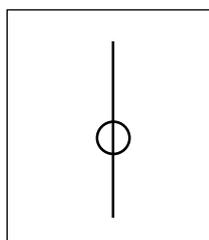
Изолирующая шина



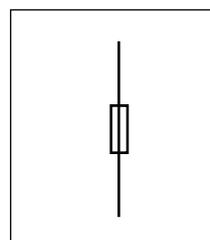
Штепсельная розетка и вилка



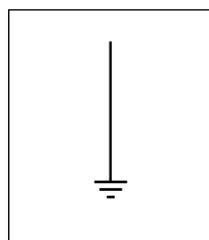
Трансформаторы напряжения



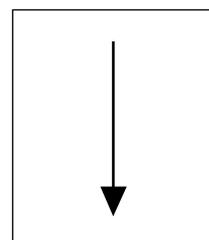
Трансформаторы тока



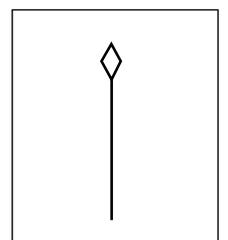
Предохранитель



Заземление



Кабельный ввод



Шинный ввод

Описание компонентов

— Стандартные компоненты

— Вспомогательные компоненты

— Альтернативные решения

1. UniGear ZS1 - одинарная система шин

Технические характеристики

Устройства: ... 12 кВ - 17.5 кВ - ... 31.5 кА

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| Ширина (мм) | 650 | | | | | 800 | | | | | 1000 | | | | | | | | | |
| Высота (мм) | 2200/2595 ⁽¹⁾ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Высота с каналом для выпуска газа | 2675 ⁽⁵⁾ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Глубина (мм) ⁽⁷⁾ | 1340 | | | | | 1340 | | | | | 1390 | | | 1340 | | 1390 | | 1405 | | |
| | IOF | | | | | 1840 | | | | | | | | | | | | | | |
| Номинальный ток (А) | 630 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 630 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 | 3600 | 4000 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 | 3600 | 4000 | |
| IF | Ввод/вывод | (3) | | | | | | | | | | | | (3) | (3) | | | | | |
| BT | Секционирование сборных шин | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R | Подъем шин | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RM | Подъем шин с измерением | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| M | Измерение | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IFD | Прямой ввод/вывод | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IFDM | Прямой ввод/вывод с измерением | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DF | С выключателем нагрузки | | | | | | (4) | | | | | | | | | | | | | |
| IOF | Ввод/вывод | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Устройства: ... 12 кВ - 17.5 кВ - 40 / 50 кА

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|------|--|------|--|------|--|
| Ширина (мм) | 800 | | | | | | | 1000 | | | | | | | | | | | | |
| Высота (мм) | 2200/2595 ⁽¹⁾ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Высота с каналом для выпуска газа (мм) | 2700 ⁽⁵⁾ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Глубина (мм) ⁽⁷⁾ | 40 кА | | | | | | | 1390 | | | | | | | 1340 | | 1390 | | 1405 | |
| | 50 кА | | | | | | | 1455 | | | | | | | 1390 | | 1455 | | | |
| | IOF | | | | | | | 1840 | | | | | | | 1840 | | 1890 | | | |
| Номинальный ток (А) | 630 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 | 3600 | 4000 | 2000 | 2500 | 3150 | 3600 | 4000 | | | | | | | |
| IF | Ввод/вывод | | | | | | | | | (2) | (2) | | | | | | | | | |
| BT | Секционирование сборных шин | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R | Подъем шин | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RM | Подъем шин с измерением | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| M | Измерение | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IFD | Прямой ввод/вывод | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IFDM | Прямой ввод/вывод с измерением | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IOF | Ввод/вывод | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Устройства: ... 24 кВ - ... 31.5 кА

| | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|------|------|------|------|---------------------|------|------|------|------|------|
| Ширина (мм) | 800 | | | | | 1000 | | | | | |
| Высота (мм) | 2325/2720 ⁽¹⁾ | | | | | | | | | | |
| Высота с каналом для выпуска газа (мм) | 2775 ⁽⁵⁾ | | | | | | | | | | |
| Глубина (мм) ⁽⁷⁾ | 1700 ⁽⁶⁾ | | | | | 1700 ⁽⁶⁾ | | | | | |
| | IOF | | | | | 2310 | | | | | |
| Номинальный ток (А) | 630 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 630 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
| IF | Ввод/вывод | | | | | (2) | (2) | | | | |
| BT | Секционирование сборных шин | | | | | | (2) | | | | |
| R | Подъем шин | | | | | | | | | | |
| RM | Подъем шин с измерением | | | | | | | | | | |
| M | Измерение | | | | | | | | | | |
| IFD | Прямой ввод/вывод | | | | | | | | | | |
| IFDM | Прямой ввод/вывод с измерением | | | | | | | | | | |
| DF | С выключателем нагрузки | | | | | (4) | | | | | |
| IOF | Ввод/вывод | | | | | | | | | | |

- (1) Высота ячейки зависит от высоты отсека низкого напряжения, который доступен в исполнениях 705 и 1100 мм.
- (2) В распоряжении имеется исполнение только с вакуумными выключателями.
- (3) Характеристики ячеек, оснащенных контакторами, представлены на странице 24.
- (4) Характеристики ячеек, оснащенных выключателями нагрузки, представлены на странице 26.
- (5) Доступны и другие решения, обратитесь к представителю компании ABB.
- (6) Для тока КЗ до 25 кА доступна конфигурация глубиной 1560 мм
- (7) Более глубокие шкафы доступны по запросу

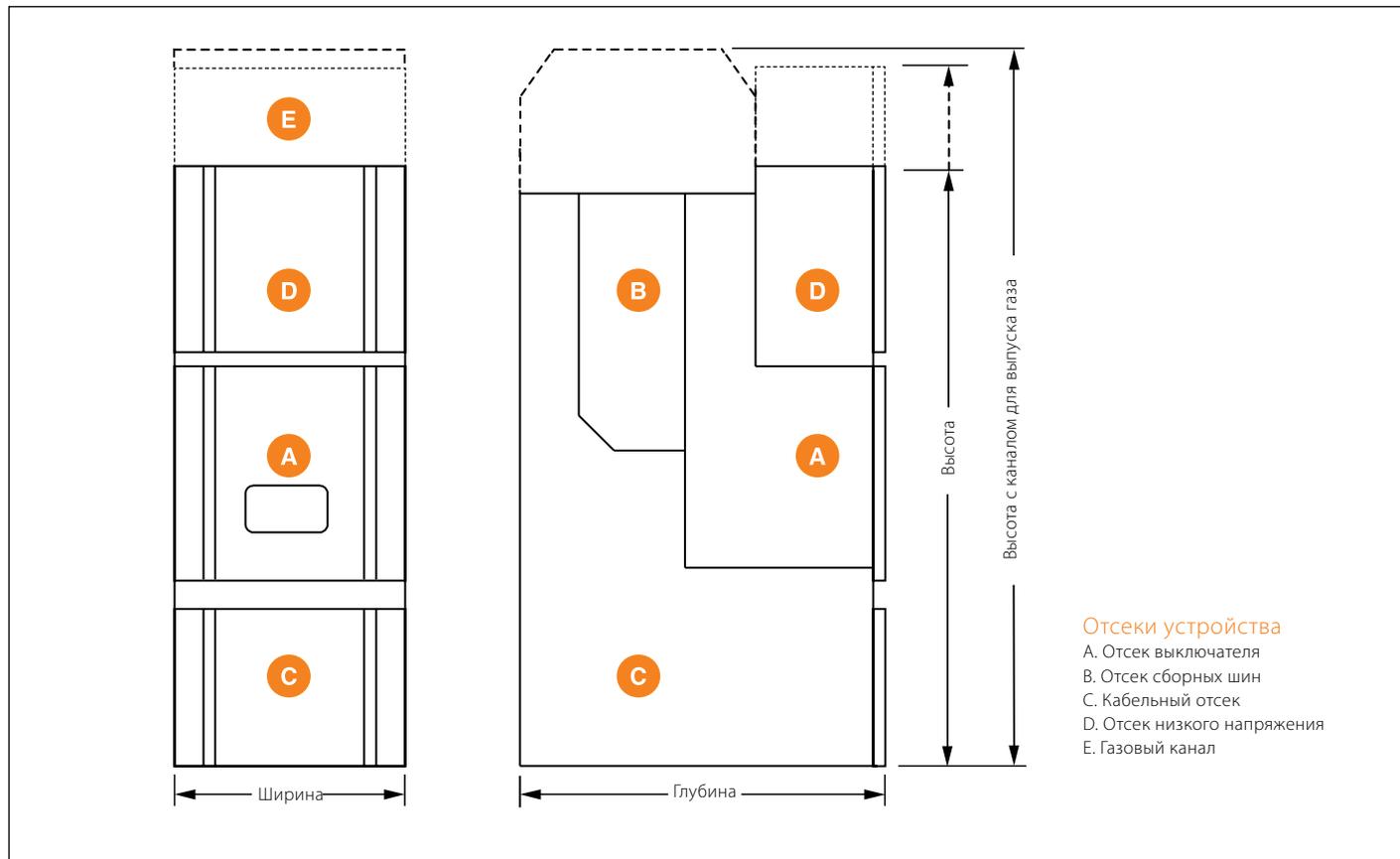


Рисунок 58. Пример распределительного устройства с компактным газовым каналом с выпуском газа через верхние дымоходные трубы (общая высота распределительного устройства составляет 2530 мм для 12–17,5 кВ до 40 кА)



Рисунок 59. Пример распределительного устройства с стандартным газовым каналом с выпуском газа и продуктов горения через выпускное отверстие за пределы помещения (общая высота распределительного устройства составляет 2675 мм для 12–17,5 кВ до 40 кА)



Рисунок 60. Пример UniGear ZS1 с высоким отсеком низкого напряжения (1100 мм)





2. UniGear ZS1 - двойная система сборных шин

Описание

Когда компания ABB начала разработку UniGear ZS1, в нее сразу была включена двойная система сборных шин. Пользователями UniGear ZS1 с двойной системой сборных шин в основном являются энергетические компании, главные подстанции и предприятия тяжелой промышленности. В любом случае использование данного продукта рекомендуется при необходимости в повышении срока службы оборудования.

Использование UniGear ZS1 с двумя системами сборных шин может быть необходимо в том случае, если необходимо следующее:

- отключение отходящих фидеров с различным уровнем значимости во время аварии;
- отсоединение отдельных фидеров от нормальной сети;
- балансировка выводов на две системы сборных шин во время нормальной эксплуатации;
- гибкость во время проверки и технического обслуживания без нарушения нагрузки;
- расширение без отключения распределительного устройства.
- Быстрое переключение между обеими системами сборных шин во время чрезвычайных ситуаций в результате использования разъединителей с моторным приводом (возможно только при отключенном шкафу секционирования).
- Свободный доступ к одной системе сборных шин во время технического обслуживания, в то время как вторая находится в эксплуатации.
- Вводы и особенно важные выводы могут быть оснащены



двумя выключателями для того, чтобы иметь резервный аппарат.

- Техническое обслуживание и испытание выключателей без отключения фидера.
- Меньшее количество компонентов и коммутационной аппаратуры.

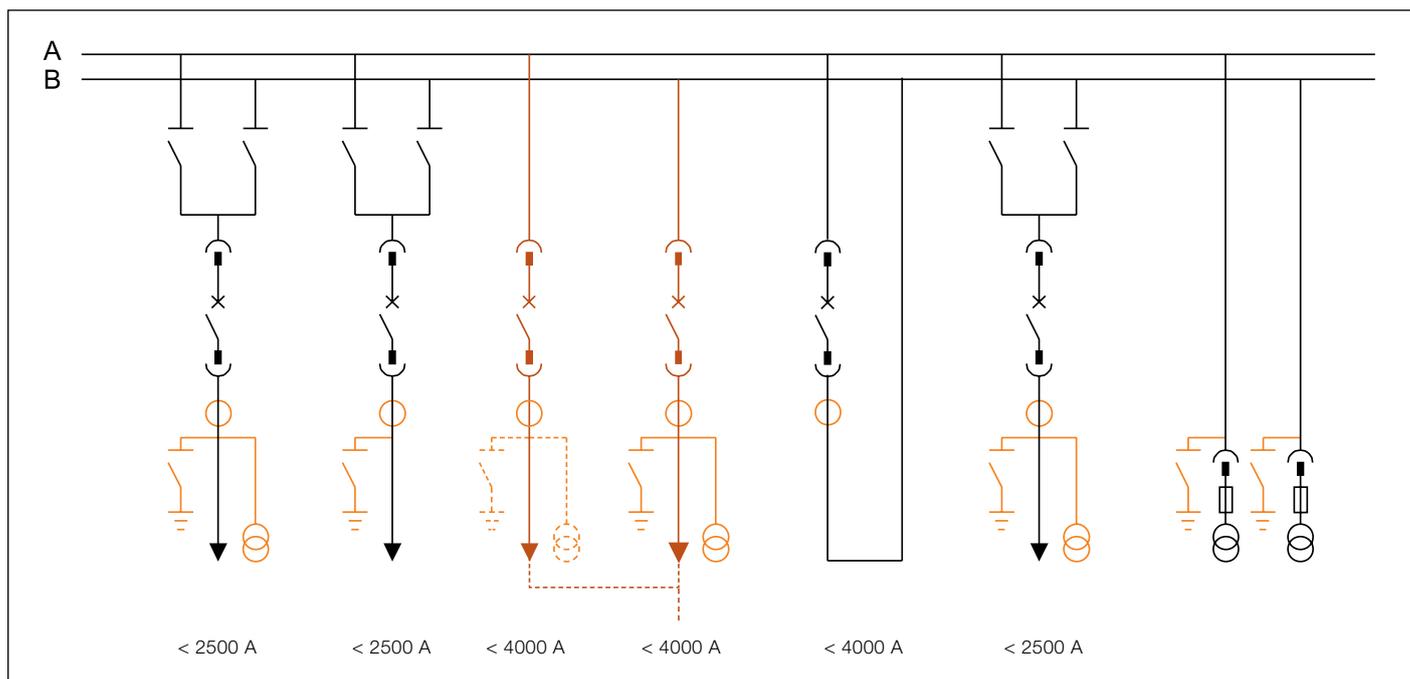


Рисунок 61. Пример одной секции UniGear ZS1 с двойной системой сборных шин

UniGear ZS1 с двумя системами сборных шин основаны на двух различных типах шкафов:

- Две системы сборных шин, два разъединителя и один выключатель (до 2500А для 12-17,5 кВ и 2000А для 24 кВ);
- Две системы сборных шин, два отсека выключателя с одним или двумя выключателями, данная версия называется дуплексной системой (до 4000А для 12-17,5 кВ и 2500А для 24 кВ).

Оба исполнения гарантируют полное резервирование системы сборных шин (физическое разъединение между системами сборных шин), а также предоставляют непрерывные и надежные условия эксплуатации.

Благодаря большому количеству типовых ячеек, которые имеются в распоряжении, КРУ может быть сконфигурировано надлежащим образом для удовлетворения всех требований установки.

Каждая ячейка может быть оснащена выключателем или контактором.

Все важные компоненты и вспомогательные устройства идентичны компонентам, использованным для устройств одноуровневой и двухуровневой конфигурации UniGear ZS1, поэтому гарантирован одинаковый порядок действий во время эксплуатации и технического обслуживания.

Система с двумя сборными шинами ABB может быть оснащена одним отсеком или двумя и более отсеками для удовлетворения даже самых строгих требований заказчика.

Примеры на двух секциях:

- одна секция двойной системы сборных шин (см. рисунок 61);
- две секции двойной системы сборных шин (см. рисунок 62).

Электрические характеристики МЭК

| | | | | |
|---|--------------|-------|-------|-------|
| Наибольшее рабочее напряжение | кВ | 12 | 17,5 | 24 |
| Испытательное одноминутное напряжение | кВ 1 min | 42 | 38 | 50 |
| Испытательное напряжение грозового импульса | кВ | 75 | 95 | 125 |
| Номинальная частота | Hz | 50/60 | 50/60 | 50/60 |
| Номинальный ток термической стойкости | kA 3 s up to | 31.5 | 31.5 | 25 |
| Номинальный ток динамической стойкости | kA up to | 80 | 80 | 63 |
| Выдерживаемый ток внутреннего дугового КЗ | kA 1 s up to | 31.5 | 31.5 | 25 |
| Номинальный ток сборных шин | A up to | 4000 | 4000 | 2500 |
| Номинальный ток выключателя | A up to | 4000 | 4000 | 2500 |
| | | 630 | 630 | 630 |
| | | 1250 | 1250 | 1250 |
| | | 1600 | 1600 | 1600 |
| Номинальный ток присоединений двух разъединителей | A | 2000 | 2000 | 2000 |
| | | 2500 | 2500 | - |
| | | 3150 | 3150 | - |
| Номинальный ток дуплексного фидера | A | 3150 | 3150 | - |
| Номинальный ток выключателя дуплексного фидера | A | 3600 | 3600 | 2500 |
| | | 4000 | 4000 | - |

1) Для остальных версий см. главу 1 (одноуровневая конфигурация) и главу 3 (двухуровневая конфигурация).

2) Указанные значения действительны как для вакуумного выключателя, так и для элегазового выключателя.

3) Для шкафа с контактором номинальный ток составляет 400 А.

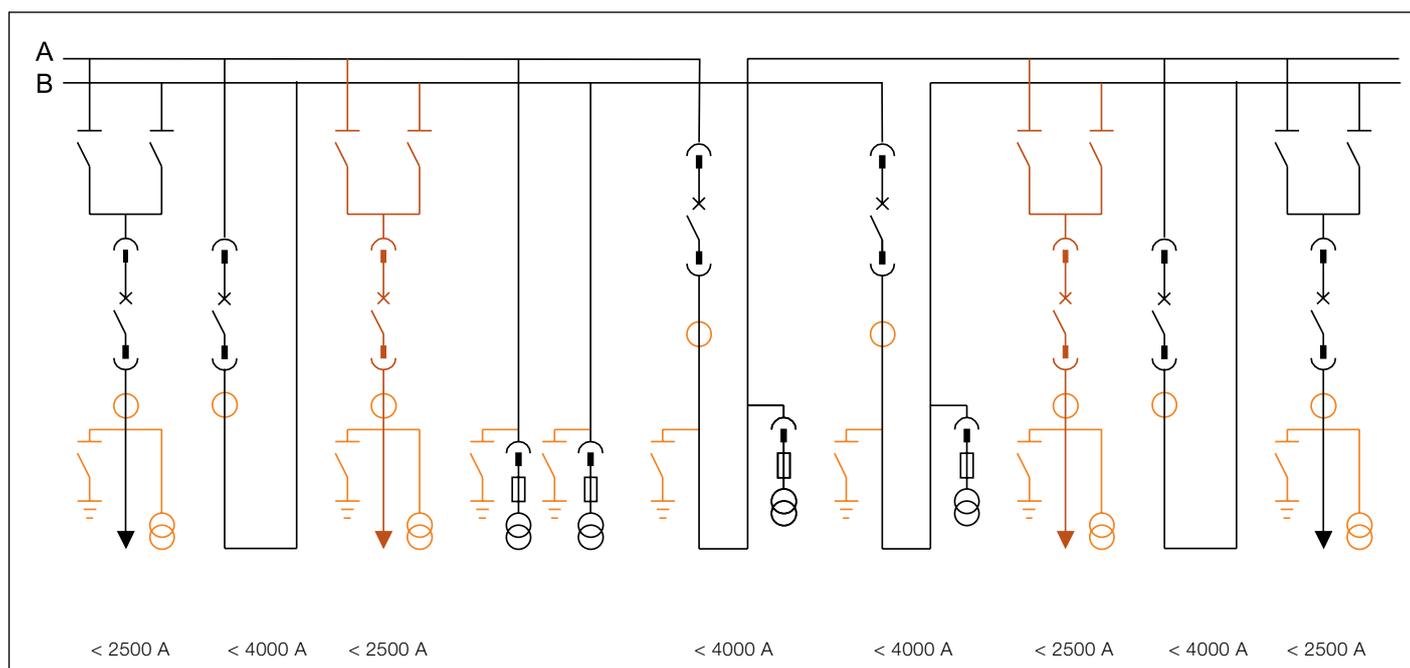


Рисунок 62. Пример двух секций UniGear ZS1 с двойной системой сборных шин

2. UniGear ZS1 - двойная система сборных шин

Характеристики

Отсеки

Каждый шкаф состоит из четырех независимых отсеков: выключателя (А), сборная шина 1 (В1), сборная шина 2 (В2) и кабельный (С), см. с. 69.

Между всеми отсеками имеются металлические перегородки. В передней/верхней части шкаф оснащен отсеком низковольтного оборудования (D).

UniGear ZS1 с двойной системой сборных шин устойчиво к внутренним дуговым КЗ и оснащен каналом для отведения газов, образованных дугой (E).

Каждый отсек шкафа оснащен клапаном в его верхней части. Последний открывается под воздействием давления, которое возникает при дуговом перекрытии, что приводит к прохождению газа в канал.

К отсеку выключателя имеется доступ с передней стороны.

Двери, закрывающие данные отсеки, имеются в двойном исполнении: с болтами или с центральной рукояткой.

Извлечение аппаратов из распределительного устройства (выключателей и контакторов) и его соответствующих отсеков осуществляется с помощью одной унифицированной одноцелевой тележки.

Доступ к отсекам сборных шин и кабелей осуществляется с задней части распределительного устройства с помощью съемных панелей. Все обычные рабочие манипуляции осуществляются с передней стороны, в то время как для проведения технического обслуживания и введения в эксплуатацию требуется также доступ с задней стороны распределительного устройства.

Разъединители сборных шин

Разъединители шкафов IФ сконструированы таким образом, что они работают как двухпозиционные переключатели - отключенное и включенное положения - ручное управление (т. е. без пружин).

Манипуляция с включением и отключением разъединителя осуществляется с передней стороны шкафа.

Положение разъединителя сборных шин отображается на передней стороне шкафа посредством механических указателей.

Разъединители сборных шин видимо разделены, и соответствующие отсеки сборных шин взаимно отделяются друг от друга для достижения следующего:

- можно производить техническое обслуживание, а также расширение распределительного устройства дополнительными устройствами с сохранением одной из двух систем сборных шин под напряжением;

- повреждение, возникшее в одном отсеке (напр. пробой изоляции), не вызывает никаких повреждений в других отсеках или не требует выведение устройства из эксплуатации.

Разъединители сборных шин оснащены конечными выключателями для определения положения. Они могут управляться вручную или опционально с двигателем.

Разъединители сборных шин оснащены необходимым блокировочным оборудованием.

Блокировка между двумя разъединителями сборных шин и выключателями выполнена с помощью блокирующих магнитов.



Рисунок 63. Включенное положение разъединителя сборных шин

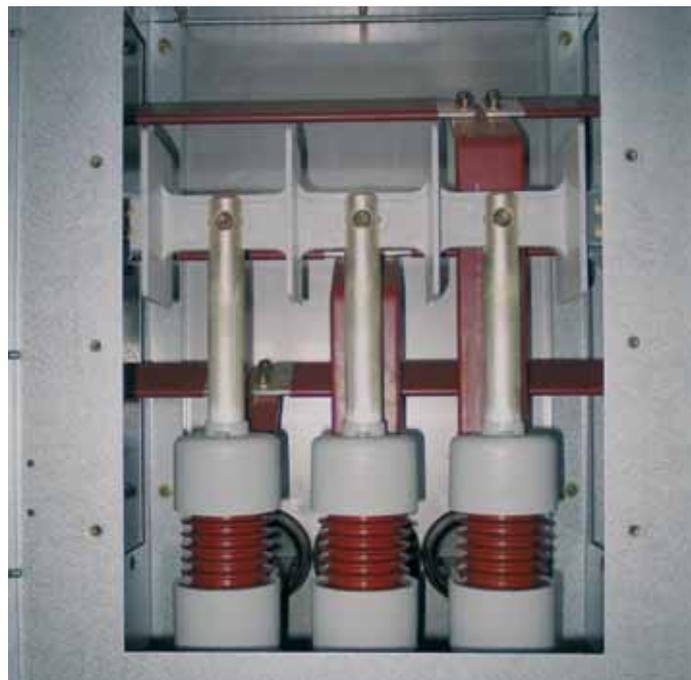


Рисунок 64. Отключенное положение разъединителя сборных шин

Разъединитель сборных шин состоит из движущейся медной трубки, которая вставлена внутрь эпоксидного изолятора. Электрический контакт гарантирует две или четыре контактные пружины (в зависимости от параметров разъединителя). Дополнительно устанавливаются с обеих сторон изолятора изоляционные кожухи, что гарантирует высокий уровень надежности аппаратов.



Рисунок 65. Отсеки исполнения с двумя системами сборных шин

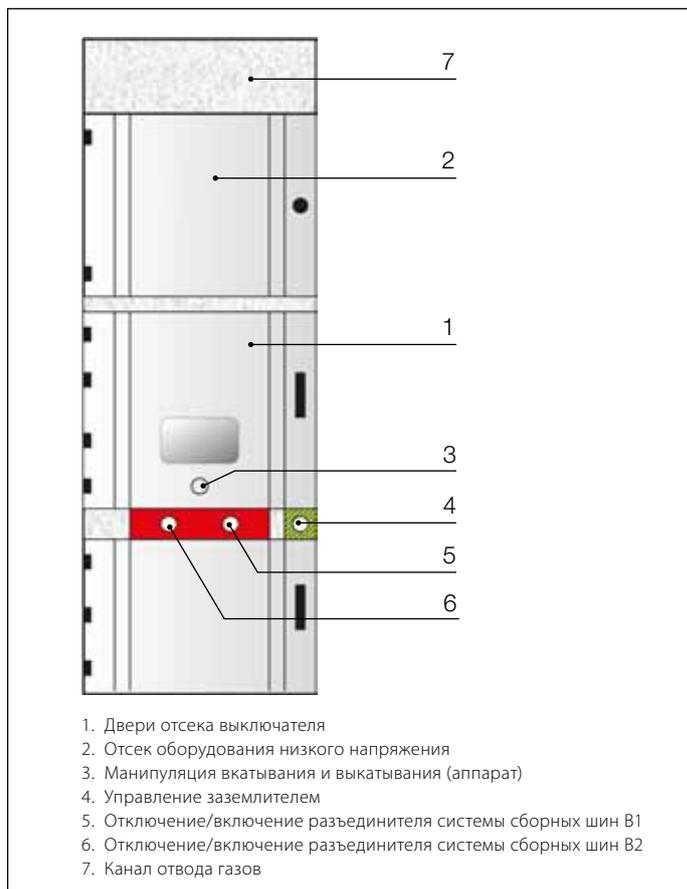


Рисунок 66. Исполнение с двумя сборными шинами с двумя разъединителями сборных шин

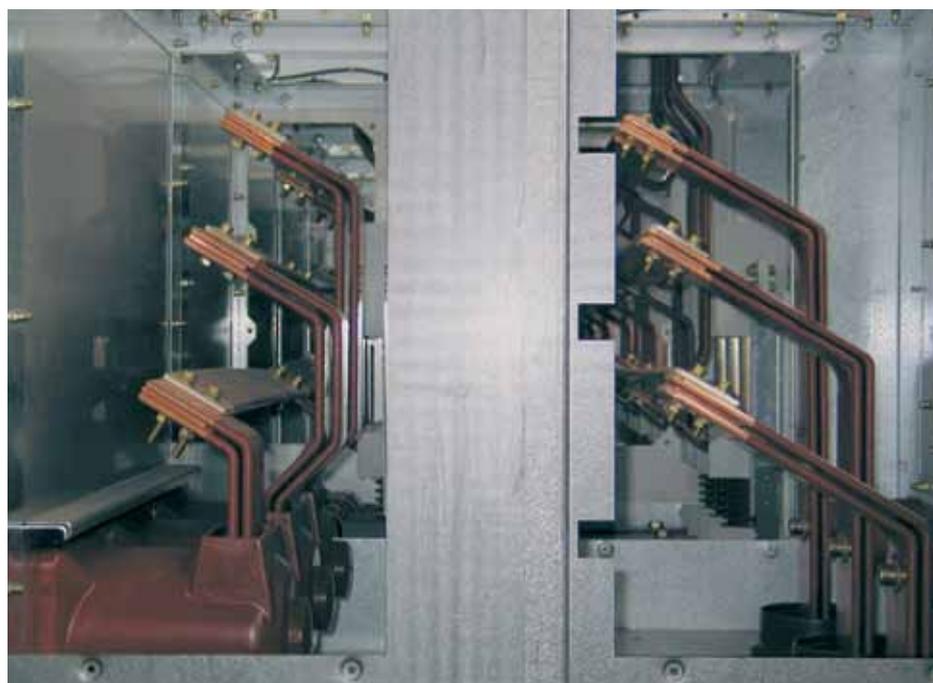
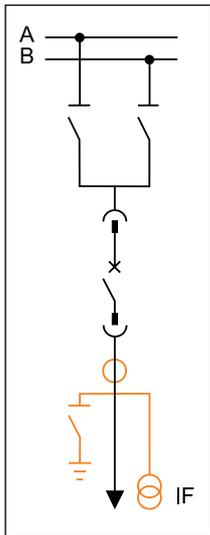


Рисунок 67. Передний шкаф с рабочими посадочными местами разъединителя сборных шин

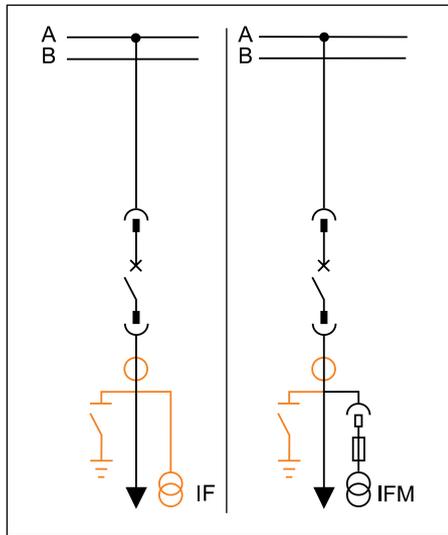
2. UniGear ZS1 - двойная система сборных шин

Типовые шкафы

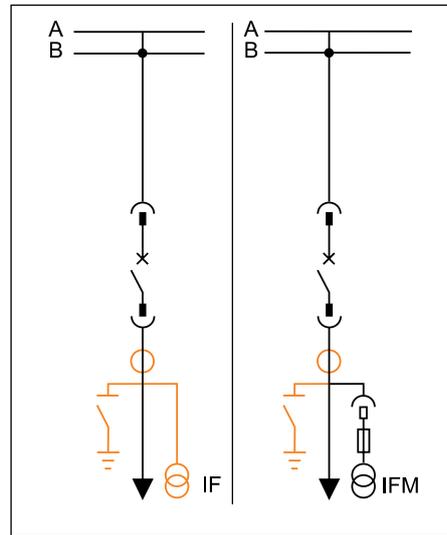
Принципиальная схема типовых шкафов



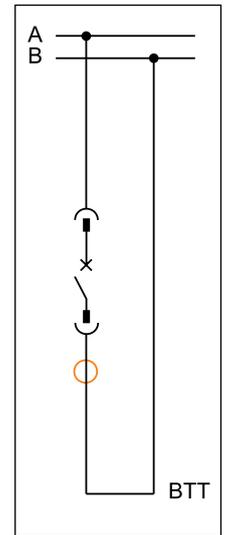
IF – ввод/вывод



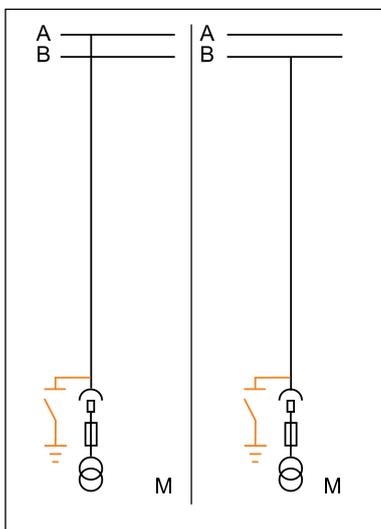
IF и IFM – сборная шина А дуплекс



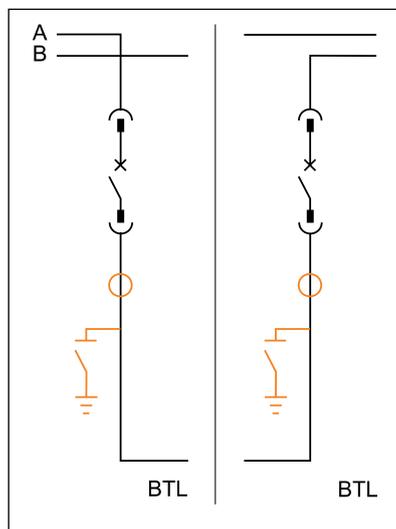
IF и IFM – сборная шина В дуплекс



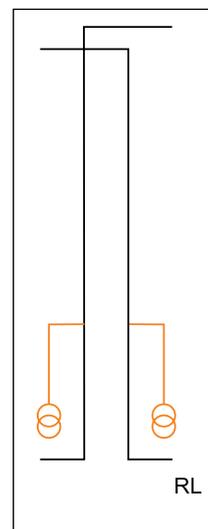
BTT – секционирование
сборной шины



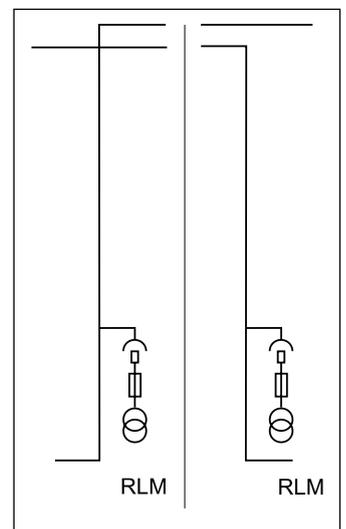
M – измерение



BTL – продольное соединение сборных шин

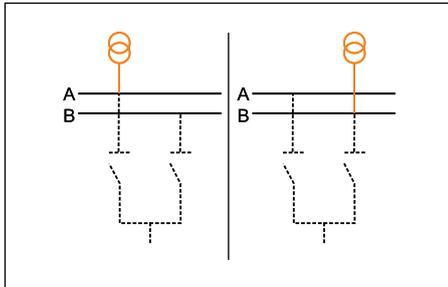


RL – продольный подъем
шин

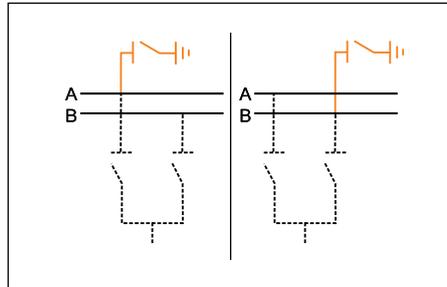


RLM – продольный подъем шин с
измерением

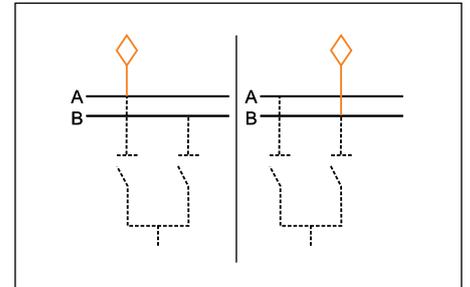
Применение сборных шин



Трансформаторы напряжения, устанавливаемые сверху



Заземлитель, устанавливаемый сверху



Канал, устанавливаемый сверху

2. UniGear ZS1 - двойная система сборных шин

Технические характеристики

Устройства ... 12–17,5 кВ – ... 31,5 кА

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------------------|------|------|------|------|--------------------------|------|------|------|------|--------------------------|------|------|------|------|
| Глубина (мм) | 2021 | | | | | 2021 | | | | | 2021 | | | | |
| Высота (мм) | 2200/2595 ⁽¹⁾ | | | | | 2200/2595 ⁽¹⁾ | | | | | 2200/2595 ⁽¹⁾ | | | | |
| Высота с каналом для выпуска газа (мм) | 2700 ⁽²⁾ | | | | | 2700 ⁽²⁾ | | | | | 2700 ⁽²⁾ | | | | |
| Ширина (мм) | 650 | | | | | 800 | | | | | 1000 | | | | |
| Номинальный ток (А) | 630 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 | 3500 | 4000 | 2500 | 3150 | 3500 | 4000 |
| IF | Ввод/вывод | | | | | | | | | | | | | | |
| IF | Ввод/вывод дуплекс | | | | | | | | | | | | | | |
| IFM | Ввод/вывод дуплекс с измерением | | | | | | | | | | | | | | |
| BTT | Секционирование сборных шин | | | | | | | | | | | | | | |
| M | Измерение | | | | | | | | | | | | | | |
| BTL | Продольное соединение сборных шин | | | | | | | | | | | | | | |
| RL | Продольный подъем шин | | | | | | | | | | | | | | |
| RML | Продольный подъем шин с измерением | | | | | | | | | | | | | | |

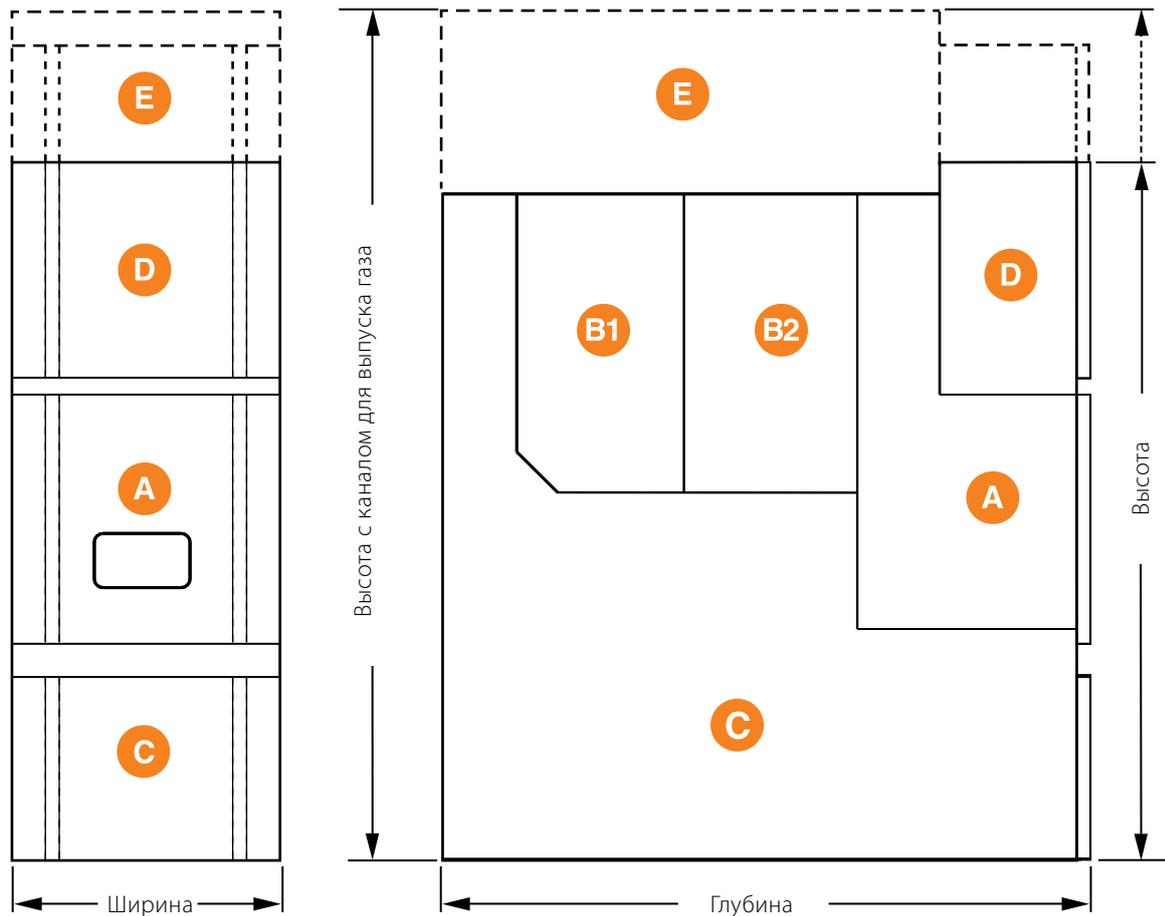
Устройства ... 24 кВ – ... 25 кА

| | | | | | | | | | | |
|--|------------------------------------|------|------|------|------|--------------------------|------|------|------|------|
| Глубина (мм) | 2570 | | | | | 2570 | | | | |
| Высота (мм) | 2400/2720 ⁽¹⁾ | | | | | 2400/2720 ⁽¹⁾ | | | | |
| Высота с каналом для выпуска газа (мм) | 3000 ⁽²⁾ | | | | | 3000 ⁽²⁾ | | | | |
| Ширина (мм) | 800 | | | | | 1000 | | | | |
| Номинальный ток (А) | 630 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 630 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 |
| IFM | Ввод/вывод дуплекс с измерением | | | | | | | | | |
| BTT | Секционирование сборных шин | | | | | | | | | |
| M | Измерение | | | | | | | | | |
| BTL | Продольное соединение сборных шин | | | | | | | | | |
| RL | Продольный подъем шин | | | | | | | | | |
| RLM | Продольный подъем шин с измерением | | | | | | | | | |

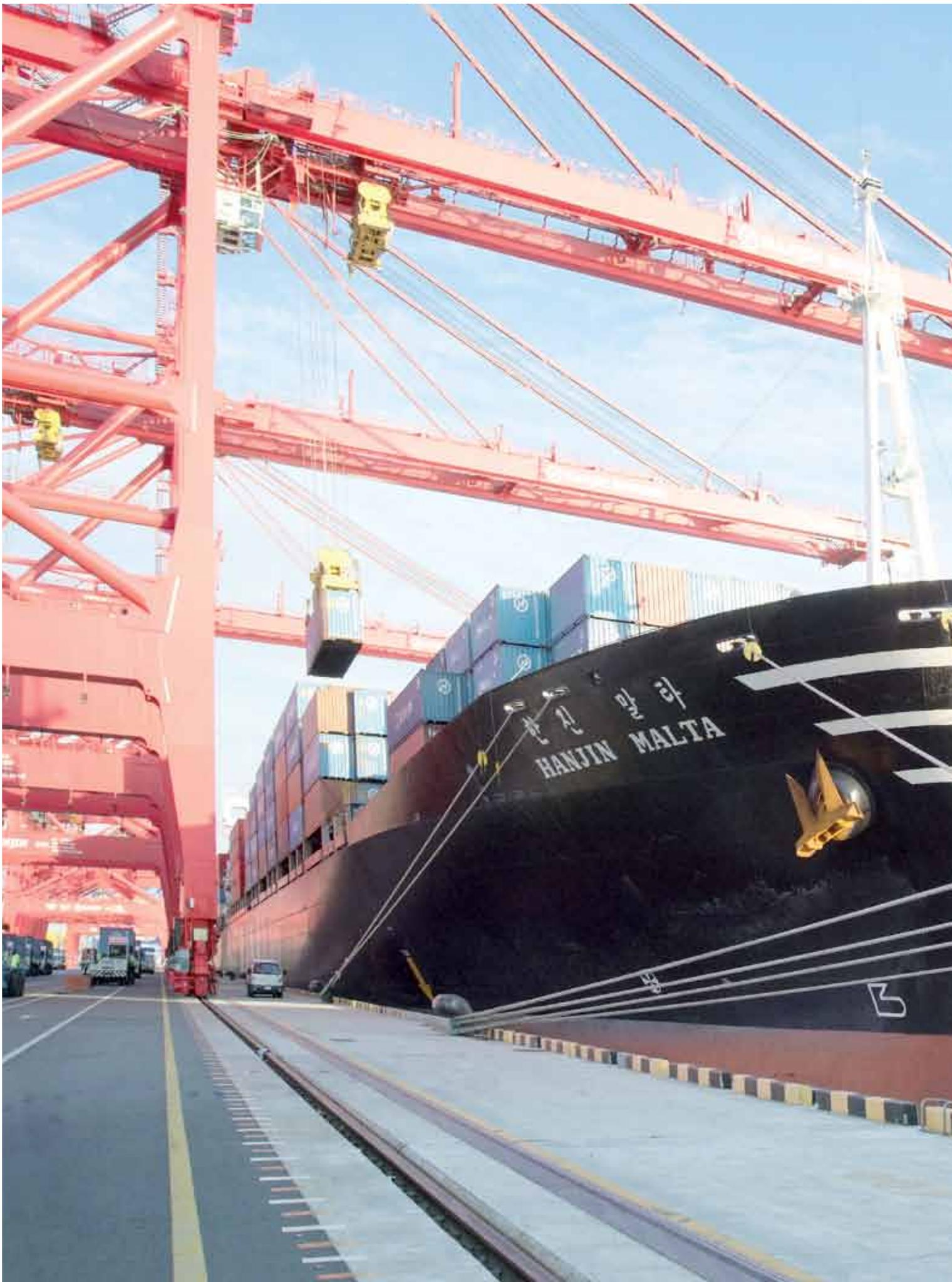
IF и IFM дуплексны, M, BTL, RL и RLM имеются в исполнениях как с подключением к системе сборных шин А, так и В.

1) Высота ячейки является функцией высоты отсека низкого напряжения, который доступен в исполнениях 705 и 1100 мм.

2) Доступны и другие решения, обратитесь к представителю компании ABB.



- Отсеки устройства**
- A. Отсек выключателя
 - B. Отсек сборной шины
 - C. Кабельный отсек
 - D. Низковольтный отсек
 - E. Канал отвода газов





3. Морское исполнение

Описание

Морской рынок разделен на четыре различных сегмента:

- пассажирские суда (круизные корабли и паромы);
- промышленные суда (челночные танкеры, буровые суда, танкеры, грузовые суда и т. п.);
- платформы (буровые вышки и платформы);
- военно-морской флот.

Диапазон температуры, вибрация и изменяющийся наклон представляют собой особенно тяжелые условия, оказывающие влияние на функциональную эффективность палубных компонентов, как, например, распределительных устройств. ABB – это передовой производитель распределительных устройств с воздушной изоляцией для морского применения, устанавливаемых всеми основными судостроительными заводами (Бразилия, Китай, Дания, Финляндия, Франция, Германия, Япония, Корея, Италия, Норвегия, Сингапур, Испания, Великобритания и США).

Подходящим распределительным устройством для данного применения является UniGear ZS1 одноуровневой и двухуровневой конфигурации с наибольшим рабочим напряжением до 7,2–12 кВ (с опцией для 17,5 кВ) со многими соответствующими функциями и специальными устройствами. В мире в эксплуатации на палубах всех видов судов находится более чем 10 000 шкафов ABB.

Регистры и конечные заказчики (судостроительные заводы или владельцы судов) запрашивают распределительные устройства, изготовленные таким образом, чтобы они соответствовали испытательным требованиям морских регистров для палубного оборудования.

Для этой цели были проведены испытания в соответствии с правилами главных морских регистров; DNV, LR, RINA, BV, GL, ABS, KR.

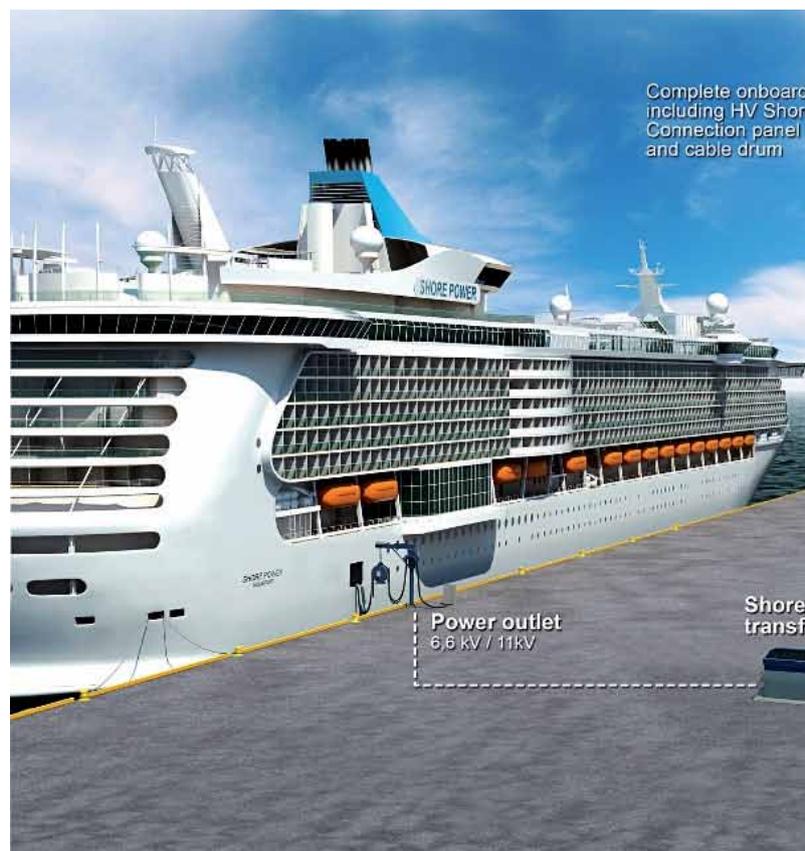
Для гарантирования необходимого комфорта и удобства мощное оборудование для производства электроэнергии и системы управления должно быть значительно меньших размеров.

UniGear ZS1 с одноуровневой конфигурацией с возможностью перехода на двухуровневую конфигурацию предлагает большой диапазон аппаратов и устройств управления, удовлетворяющих требованиям морских установок. Распределительное устройство UniGear ZS1 является идеальным техническим решением для морского применения:

- устойчивая к внутренним дуговым замыканиям механическая аварийная блокировка, автоматические защитные шторки и управление аппаратами при закрытых дверях обеспечивают безопасность обслуживающего персонала во время монтажа, технического обслуживания и эксплуатации.
- Высокая степень защиты (до IP 43) .
- Металлические перегородки между каждым отсеком и заземление всех отсеков, доступных для обслуживающего персонала: аппараты, шторки, двери и вся оболочка распределительного устройства.
- Высокая огнестойкость в результате минимального применения пластмассы и смолы: вспомогательное оборудование и провода не поддерживают процесс горения.



Рисунок 68. Одноуровневое распределительное устройство UniGear ZS1 для морского применения





Соединение с берегом

Суда генерируют выбросы во время нахождения в порту, так как работают их вспомогательные двигатели для создания электроэнергии на судне.

В портах с большим движением судов это приводит к выбросам, которые оказывают отрицательное влияние на человека и окружающую среду не только в порту, но и в близлежащих районах.

С ростом мировой торговли выбросы судов стали одной из сложнейших экологических проблем.

Способность развития сегодня является ключевым фактором в судостроительной промышленности, где принимаются серьезные меры для значительного снижения выбросов судов.

Одна из таких мер – подача электроэнергии на судно с берега, что сокращает проблему загрязнения и высвобождения вредных частиц в воздух, а также уровень шума и вибрации, создаваемый судами в портах.

Ячейка для передачи электроэнергии на судно с берега UniGear ZS1 поставляется в виде готового шкафа с силовым модулем управления.

В зависимости от конфигурации системы и бортовых требований шкаф может быть оборудован кабельными разъемами, расположенными в его передней части, или отверстиями для ввода кабелей через дно шкафа.

Все оборудование разработано и проверено на заводе-изготовителе в соответствии с международными стандартами и требованиями классификационного общества.

Условия окружающей среды для классификации палубного оборудования

- Температура окружающего воздуха от 0 до + 45 °С.
- Наклон до 25° постоянно.

Вибрация в диапазоне частоты 2... 100 Гц при следующих амплитудах колебаний

- Амплитуда 1 мм в диапазоне частоты 2... 13,2 Гц
- Амплитуда ускорения 0,7 г в диапазоне частоты 13,2... 100 Гц

Полное прохождение типовых испытаний

Распределительное устройство UniGear ZS1 было подвержено всем типовым испытаниям, требуемым международными стандартами (МЭК). Кроме того, были проведены испытания, требуемые основными морскими регистрами (LR, DNV, RINA, BV, GL, KR) для применения распределительного устройства в морских установках. Для получения более подробной информации о проводимых тестах, установленных морскими регистрами, см. с. 13.

Электрические характеристики МЭК

| | | | |
|--|-----------|-------------|-------------|
| Наибольшее рабочее напряжение | кВ | 7.2 | 12 |
| Номинальное напряжение изоляции | кВ | 7.2 | 12 |
| Испытательное одноминутное напряжение промышленной частоты | кВ 1 мин. | 20 | 28 |
| Испытательное напряжение грозового импульса | кВ | 60 | 75 |
| Номинальная частота | Гц | 50 / 60 | 50 / 60 |
| Ток термической стойкости | кА 3 с | ...50 | ...50 |
| Ток динамической стойкости | кА | ...125 | ...125 |
| Выдерживаемый ток внутреннего дугового КЗ | кА 1 с | ...40 | ...40 |
| | кА 0.5 с | ...50 | ...50 |
| Номинальный ток главной шины | А | 1250...4000 | 1250...4000 |
| Номинальный ток выключателя | А | 630...3150 | 630...3150 |
| Номинальный ток автоматического выключателя с принудительным охлаждением | А | 3600...4000 | 3600...4000 |

1) Указанные значения действительны как для вакуумного выключателя, так и для элегазового выключателя

2) Для шкафа с контактором номинальный ток составляет 400 А.



3. Морское исполнение

Характеристики

Далее представлено описание требуемых свойств, которые не являются составной частью стандартной конструкции.

Степень защиты

По запросу внешний корпус UniGear ZS1 может быть поставлен с различной степенью защиты, стандартная внешняя степень защиты для морского применения – IP42 или IP43; где:

- IP42 – защита от инородных тел диаметром 1 мм и защита от струй воды при максимальном угле 15°;
- IP43 – защита от инородных тел диаметром 1 мм и защита от струй воды при максимальном угле 60°.

Канал для вторичных цепей

Каждый низковольтный отсек распределительного устройства опционно может быть оснащен каналом для вторичных цепей, установленным в верхней части.

В данном канале размещены клеммные колодки, связанные с проводкой между шкафом.

Канал отвода газов

UniGear ZS1 устойчивы к внутренним дугам КЗ и оснащены каналом для отведения газов, образованных дугой.

Канал прикреплен к верхней части шкафа.

В устройствах, применяемых в морских установках, газы нельзя отводить просто за пределы распределительного устройства, поэтому канал отвода газов всегда закрыт на обоих концах и оснащен устройствами сброса газов вверх.

Если в некоторых случаях можно отводить горячие газы за пределы распределительного устройства, может быть установлен стандартный газовый канал.

Двери

Дверь отсека выключателя и задняя панель всегда поставляются с поручнями.

Кроме того, все двери (низковольтных, выключателей и кабельных отсеков) оснащены надлежащими фиксаторами для их закрепления в открытом положении.

Кабели

UniGear ZS1 одноуровневой конфигурации. Одноуровневые устройства IF и IFM обычно выполнены в более глубокой версии (1650–1700 мм). Данная конструкция позволяет достичь следующих целей:

- нижний и верхний ввод кабелей;
- надлежащее расстояние кабельных зажимов (минимальные требования):
 - 700 мм в случае нижнего ввода;
 - 1000 мм в случае верхнего ввода.

Стандартная глубина устройств IF (1340–1390 мм) также используется в качестве альтернативы в случае проблем с пространством. Данное исполнение ввода позволяет только нижний ввод кабелей и расстояние кабельных зажимов в диапазоне 440... 535 мм в зависимости от номинального тока.

UniGear ZS1 двухуровневой конфигурации

Все рекомендации для одноуровневых устройств должны применяться к двухуровневым устройствам.

Расстояние зажимов кабелей устройств IF составляет 600 мм для всех следующих конфигураций:

- нижний ввод (оба фидера);
- верхний ввод (оба фидера);
- нижний и верхний ввод (один фидер сверху, один фидер снизу).

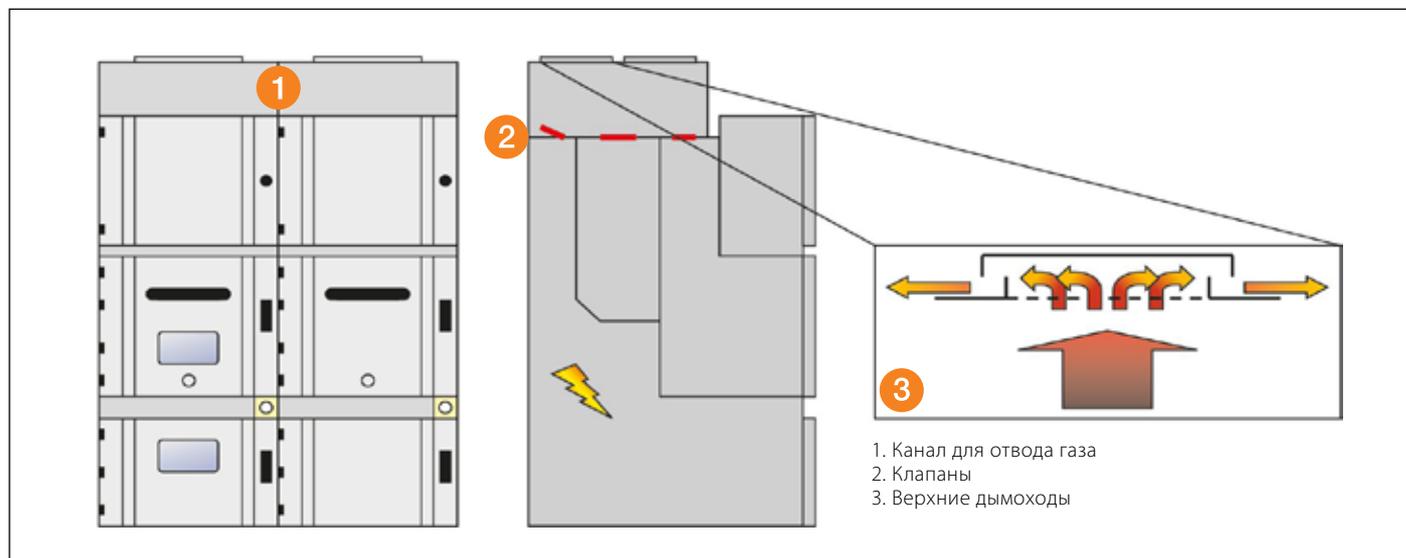
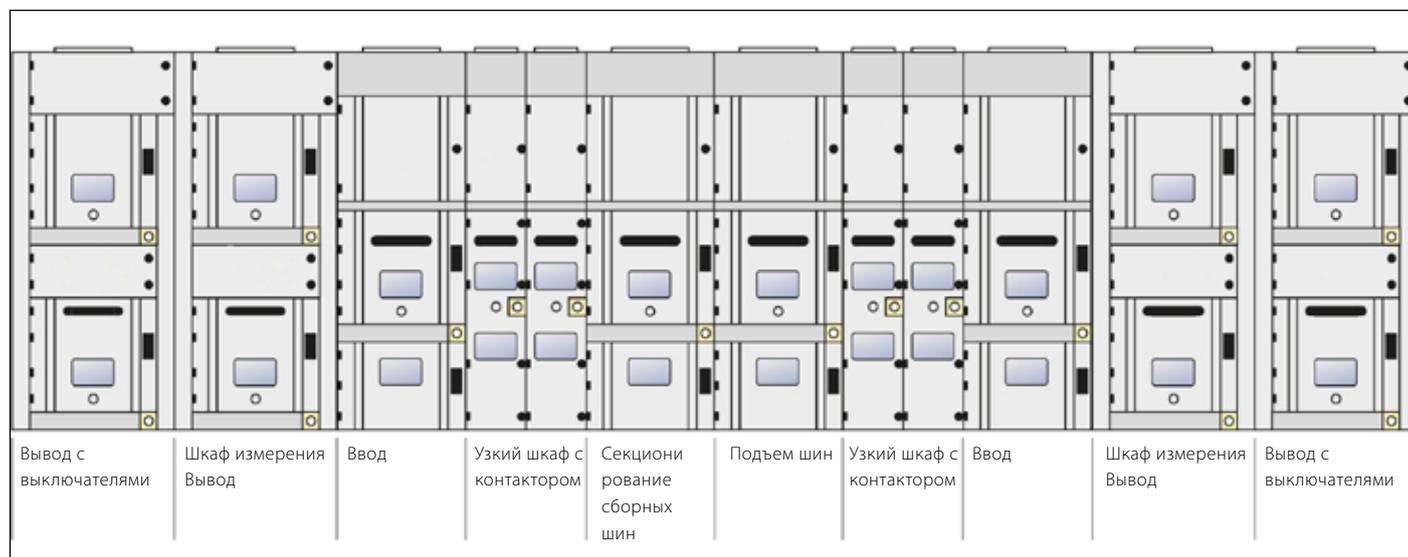


Рисунок 69. UniGear ZS1 с компактным каналом отвода газа с устройством сброса вверх

Комплексная конфигурация с одним уровнем, двумя уровнями и центром управления двигателями



Термографическая проверка

Термографическая проверка в стандартном исполнении требуется для подключения силовых кабелей, а иногда и систем сборных шин. Обычно заказчики намного требовательнее к силовым кабелям, потому что повреждения присоединения кабелей представляют собой значительную часть всех поломок в распределительных устройствах, в то время как повреждения системы сборных шин довольно редки.

Термографическую проверку и контроль можно производить двумя способами:

- кратковременная проверка с помощью ИК-камеры через соответствующее смотровое окно;
- постоянный контроль с помощью ИК-датчиков, размещенных в распределительном устройстве.

Для первой системы (кратковременной проверки) необходима ИК-камера и смотровое окно в каждом отсеке, подлежащем контролю.

Для второй системы (постоянный контроль) необходим постоянный термальный контроль.

Речь идет о бесконтактной системе мониторинга температуры, основанной на ИК-термодатчиках, подключенных к центральной ячейке (8 датчиков можно присоединить к каждой центральной ячейке).

В результате конструктивных ограничений распределительного устройства может быть достигнута термографическая проверка главной сборной шины только с помощью системы постоянного термального контроля. Силовые кабели можно проверять с помощью двух представленных выше решений.

Что касается UniGear ZS1 двухуровневой конфигурации,

необходимо обратить внимание на то, что в результате конструктивных ограничений распределительного устройства термографическую проверку можно осуществить как для главной системы сборных шин, так и для силовых кабелей только с помощью системы постоянного термального контроля.



Рисунок 70. Пример термографической проверки UniGear ZS1 одноуровневого исполнения

3. Морское исполнение

Типовые шкафы

Описание типичных шкафов в морском исполнении представлено на странице 58 для одноуровневых UniGear ZS1 и на странице 68 для двухуровневых UniGear ZS1. Далее дается описание шкафов, изготавливаемых по запросу, которые не являются стандартными исполнениями.

Шкаф заземляющего трансформатора

С электрической точки зрения морское оборудование основывается на изолированных сетях (изолированная нейтраль). Основными результатами этого являются:

- сеть можно эксплуатировать с однофазным замыканием на землю;
- определение КЗ очень сложно в результате предельно низких токов замыкания на землю.

Для их повышения и, следовательно, для того, чтобы реле работали при однофазных замыканиях, можно использовать два решения:

- подключение вторичной обмотки генераторов на землю через сопротивление;
- установка в сеть заземляющего трансформатора.

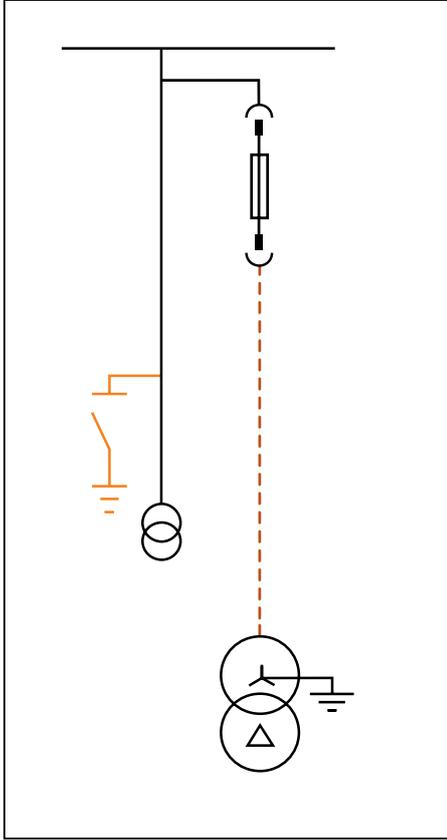
По этой причине ряд распределительных устройств UniGear ZS1 должен быть расширен на две дополнительные типовые ячейки:

- ME – ячейка измерения на сборных шинах с заземляющим трансформатором;
- RE – подъем шин с заземляющим трансформатором.

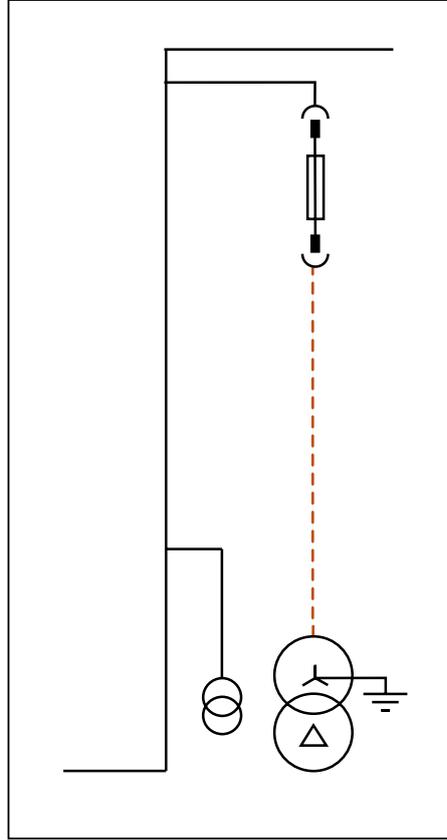
В случае КРУ с одной системой сборных шин, для данной цели можно использовать ME; в случае КРУ, оборудованного двумя системами сборных шин, необходимо использовать как исполнение ME, так и RE для покрытия всех схем.

Дополнительные свойства шкафов измерения и подъема

В качестве выбираемой возможности шкафы M и R можно оснастить фиксированными трансформаторами напряжения вместо выкатных трансформаторов напряжения с предохранителями. В данной конфигурации отсек выключателя, в котором помещается выкатная тележка с трансформатором напряжения, используется в качестве дополнительного вспомогательного отсека. Он должен быть полностью отделен металлическими перегородками от других отсеков и обозначен как вспомогательный отсек с учетом правил по безопасности. Внутреннее пространство и боковые стенки отсека должны быть оснащены панелью для крепления вспомогательного оборудования. В отсеке слева устанавливается соответствующий канал для подведения снизу кабелей и их вывода в располагаемый сверху низковольтный отсек.



ME – измерение с заземляющим трансформатором



RE – подъем шин с измерением и заземляющим трансформатором

3. Морское исполнение

Технические характеристики

7.2 - 12 кВ - ... 31.5 кА

| | | | | | | |
|-------------------------|---|------|------|------|------|------|
| Ширина устройства (мм) | | 650 | | | | |
| Глубина устройства (мм) | | 1650 | | | | |
| Номинальный ток (А) | | 630 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 |
| IF | Ввод/вывод ⁽¹⁾ | (3) | | | | |
| IFM | Ввод/вывод дуплекс с измерениями ⁽¹⁾ | (3) | | | | |
| Глубина устройства (мм) | | 650 | | | | |
| Ширина устройства (мм) | | 1340 | | | | |
| Номинальный ток (А) | | 630 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 |
| IF | Ввод/вывод ⁽²⁾ | (3) | | | | |
| BT | Секционирование сборных шин | | | | | |
| R | Подъем шин | | | | | |
| RE | Подъем шин с заземляющим трансформатором | | | | | |
| RM | Подъем шин с измерениями | | | | | |
| M | Измерение | | | | | |
| ME | Измерение с заземляющим трансформатором | | | | | |

(1) Нижний и верхний ввод кабелей

(2) Нижний ввод кабелей

(3) До 50 кА с вакуумным контактором

7.2 - 12 кВ - ... 40-50 кА

| Ширина устройства (мм) | | 650 | | | | | | 1000 | | | | | | | |
|-------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| Глубина устройства (мм) | | 1650 | | | 1700 | | | 1650 | | | 1700 | | | | |
| Номинальный ток (А) | | 400 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 | 4000 | 630 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 | 4000 |
| IF | Ввод/вывод ⁽¹⁾ | (3) | | | | | | | | | | | | | |
| IFM | Ввод/вывод дуплекс с измерениями ⁽¹⁾ | (3) | | | | | | | | | | | | | |

| Ширина устройства (мм) | | 650 | | | | | | 1000 | | | | | | | |
|-------------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| Глубина устройства (мм) | | 1340 | | | 1390 | | | 1340 | | | 1390 | | | | |
| Номинальный ток (А) | | 400 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 | 4000 | 630 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 | 4000 |
| IF | Ввод/вывод ⁽²⁾ | (3) | | | | | | | | | | | | | |
| BT | Секционирование сборных шин | | | | | | | | | | | | | | |
| R | Подъем шин | | | | | | | | | | | | | | |
| RE | Подъем шин с заземляющим трансформатором | | | | | | | | | | | | | | |
| RM | Подъем шин с измерением | | | | | | | | | | | | | | |
| M | Измерение | | | | | | | | | | | | | | |
| ME | Измерение с заземляющим трансформатором | | | | | | | | | | | | | | |

(1) Нижний и верхний ввод кабелей

(2) Нижний ввод кабелей

(3) До 50 кА с вакуумным контактором

3. Морское исполнение UniGear ZS1 двухуровневой конфигурации

Описание

КРУ UniGear ZS1 также доступно с одной системой сборных шин в двухуровневой конфигурации. Каждый шкаф состоит из двух полностью независимых размещенных один над другим устройств и функционально идентичен двум устройствам на одном уровне, размещенным в ряду.

Благодаря большому количеству типовых шкафов, которые имеются в распоряжении, КРУ сконфигурировано надлежащим образом для удовлетворения всех требований установки. Каждое устройство может быть оснащено выключателями или контакторами, как и любыми аксессуарами, доступными для UniGear ZS1 одноуровневой конфигурации.

Все важные компоненты идентичны компонентам, использованным для одноуровневой конфигурации, таким образом, гарантированы одинаковые методы управления и технического обслуживания.

КРУ UniGear ZS1 в двухуровневой конфигурации отличается прежде всего эффективным использованием пространства. Вся конфигурация позволяет значительно снизить используемое пространство, особенно с учетом ширины распределительного устройства (30... 40 % от типичных конфигураций).

Его применение рекомендуется в установках с большим количеством вводов, оснащенных выключателями или контакторами.

Его можно использовать в качестве центра управления двигателем для применений до 12 кВ.

Все электрические характеристики устройств двухуровневой и одноуровневой конфигурации являются идентичными.

Общий номинальный ток системы сборных шин состоит из суммы токов двух верхних и нижних половинок сборных шин.



Устройства двухуровневой конфигурации могут быть подсоединены непосредственно к устройствам одноуровневой конфигурации с возможностями расширения на обоих концах распределительного устройства.

Для распределительного устройства необходим подход с задней стороны для установки и технического обслуживания, в то время как любое манипулирование с управлением осуществляется с передней стороны.

UniGear ZS1 двухуровневой конфигурации можно использовать в двух типичных конфигурациях:

- полностью в двухуровневой конфигурации;
- комплексное решение одноуровневой и двухуровневой конфигурации.

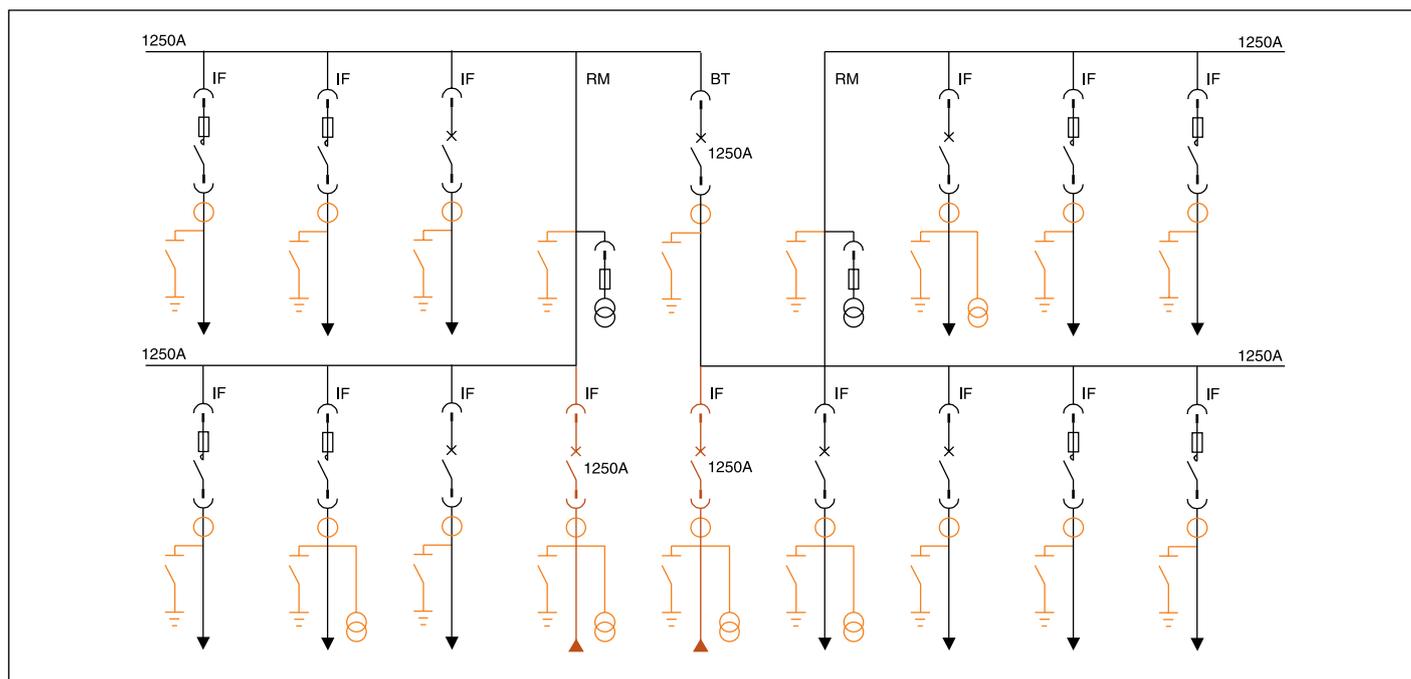


Рисунок 71. Пример завершенного UniGear ZS1 двухуровневой конфигурации

Полное решение использует только шкафы в двухуровневой конфигурации для реализации всех типовых исполнений: вводных фидеров, секционирования шин, подъема шин, измерений и вывода.

С другой стороны, комплексная конфигурация использует как одноуровневую, так и двухуровневую конфигурацию: для вводных фидеров, секционирования шин и подъема шин, последние для измерений и устройств вывода.

Полное двухуровневое решение достигает максимальную цель

снижения размеров и может использоваться для относительно ограниченных номинальных токов (1600 А максимального тока вводных фидеров). Обычно используется для выполнения локальных распределительных устройств с ограниченным количеством фидеров вывода.

Поле применения комплексных решений, с другой стороны, является главное распределительное устройство с высокими номинальными токами (3150 А максимальный ток вводных фидеров) и большим количеством выводов.

Электрические характеристики IEC

| | | | | |
|--|----------|---------|---------|---------|
| Наибольшее рабочее напряжение | kB | 7.2 | 12 | 17.5 |
| Наибольшее рабочее напряжение изоляции | kB | 7.2 | 12 | 17.5 |
| Испытательное одноминутное напряжение промышленной частоты | kB 1 min | 20 | 28 | 38 |
| Испытательное напряжение грозового импульса | kV | 60 | 75 | 95 |
| Номинальная частота | Hz | 50 / 60 | 50 / 60 | 50 / 60 |
| Ток термической стойкости | kA 3 с | ...50 | ...50 | ...40 |
| Ток динамической стойкости | kA | ...125 | ...125 | ...105 |
| Выдерживаемый ток внутреннего дугового КЗ | kA 1 с | ...40 | ...40 | ...40 |
| | kA 0.5 с | ...50 | ...50 | – |
| Номинальный ток сборных шин | A | ...1600 | ...1600 | ...1600 |
| | | 630 | 630 | 630 |
| | | 1000 | 1000 | 1000 |
| | | 1250 | 1250 | 1250 |
| Номинальный ток выключателя | A | 1600 | 1600 | 1600 |
| | | 1250 | 1250 | 1250 |

1) GB/DL вариант доступен при необходимости в более высоких характеристиках диэлектрика (42 кВ) и коротком времени выдерживаемого тока (4 с).

2) Указанные значения действительны как для вакуумного выключателя, так и для элегазового выключателя.

3) Для шкафа с контактором номинальный ток составляет 400 А.

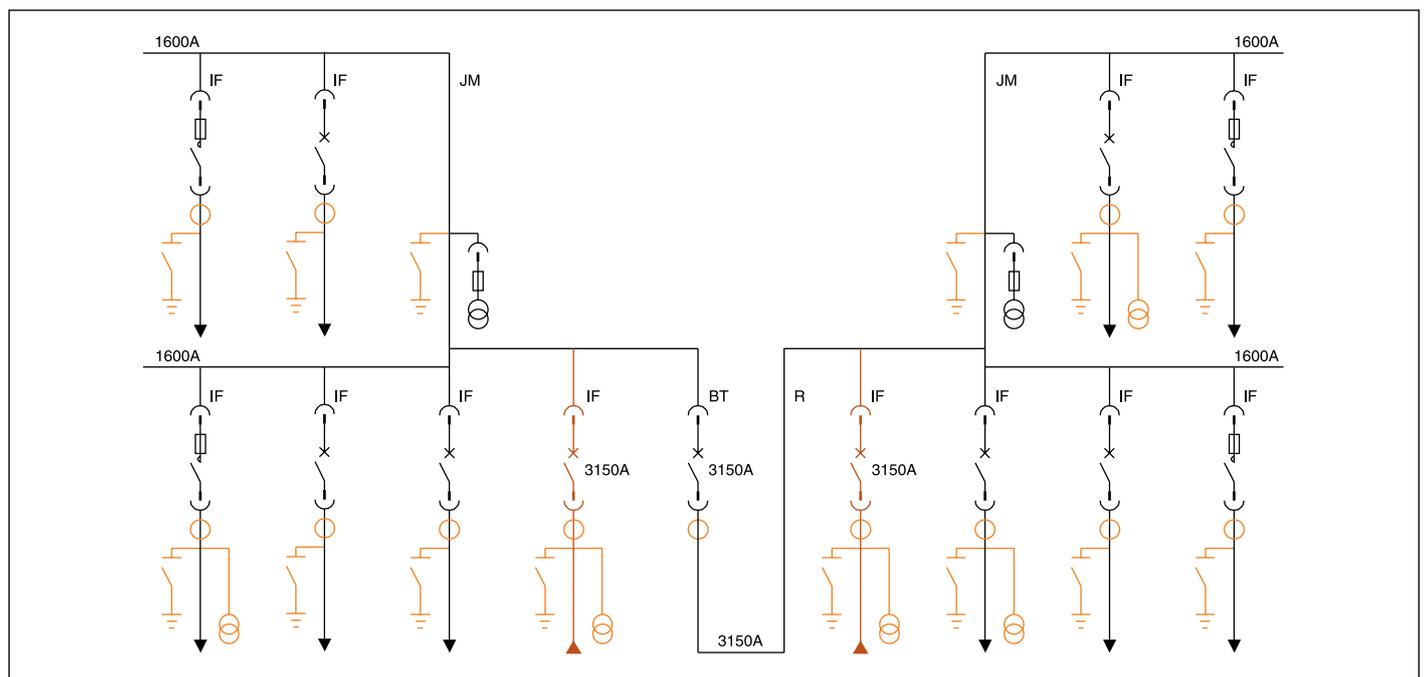


Рисунок 72. Пример UniGear ZS1 одноуровневой и двухуровневой конфигурацией

3. Морское исполнение UniGear ZS1 двухуровневой конфигурации Характеристики

Отсеки

Каждый шкаф состоит из двух устройств, расположенных друг над другом (первый уровень и второй уровень), поэтому каждое устройство выполнено из трех независимых силовых отсеков: выключателя [A], сборных шин [B] и кабельного отсека [C] (см. с. 89).

Между всеми отсеками имеются металлические перегородки. Центральная часть шкафа оснащена отсеком для размещения низковольтного оборудования двух устройств [D].

Данное решение означает, что интерфейс «оборудование – пользователь» находится на надлежащей высоте. В верхней части шкафа расположен достаточный отсек для установки оборудования в будущем [d].

КРУ, устойчивое к внутренним дугам КЗ, обычно оснащено каналом для отведения газов, образующихся при горении дуги [E].

Каждый отсек устройства, размещенный во втором уровне, оснащен клапаном в его верхней части. Последний открывается под воздействием давления, которое возникает при дуге замыкания, что приводит к прохождению газа в канал. Газы, образующиеся в результате дугевого КЗ в отсеках первого уровня, отводятся в направлении главного канала с помощью предназначенного для этого канала, расколенного сбоку [e].

Каждый отсек, входящий в первый уровень, оснащен клапаном, размещенным сбоку распределительного устройства. Клапан открывается под воздействием давления, которое возникает при дуге замыкания, что приводит к прохождению газа в канал. Это означает, что устройства, размещенные на втором уровне, не затрагиваются при повреждении.

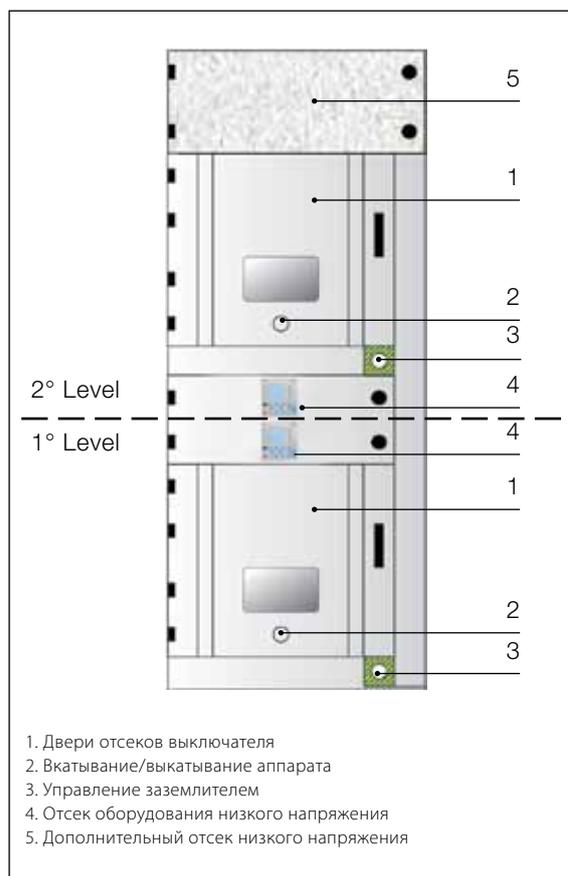
Доступ к отсекам выключателей осуществляется с передней стороны.

Двери, закрывающие данные отсеки, имеются в двойном исполнении: с болтами или с центральной рукояткой.

Извлечение аппаратов (выключателей, контакторов и измерительных тележек) из соответствующих отсеков распределительного устройства, размещенных на вторых уровнях, осуществляется с помощью унифицированной предназначенной для этого подъемной тележки. Данную тележку можно использовать для тех же целей со шкафами одноуровневой конфигурации.

Доступ к отсекам сборных шин и кабелей осуществляется с задней части распределительного устройства с помощью съемных панелей.

Все обычные рабочие манипуляции осуществляются с передней стороны, в то время как для проведения технического обслуживания и введения в эксплуатацию требуется также доступ с задней стороны КРУ.



Характеристики системы сборных шин, соединений, заземляющей шины, заземлителя, изоляционных проходных изоляторов и шторок такие же, как и характеристики для устройств одноуровневой конфигурации. Можно использовать максимум шесть одножильных или трехжильных кабелей на фазу в зависимости от номинального напряжения, размеров устройства и сечения кабелей.

Конфигурация

Доступные типовые устройства позволяют применить самую подходящую конфигурацию для требований установки.

Шкаф ввода/вывода (IF) – самый часто используемый шкаф: оба уровня распределительного устройства состоят из устройств данного типа и могут использоваться в качестве вводов и выводов.

Шафы секционирования сборных шин [BT] и подъема шин [R] используются для выполнения распределительного устройства в двухуровневой конфигурации.

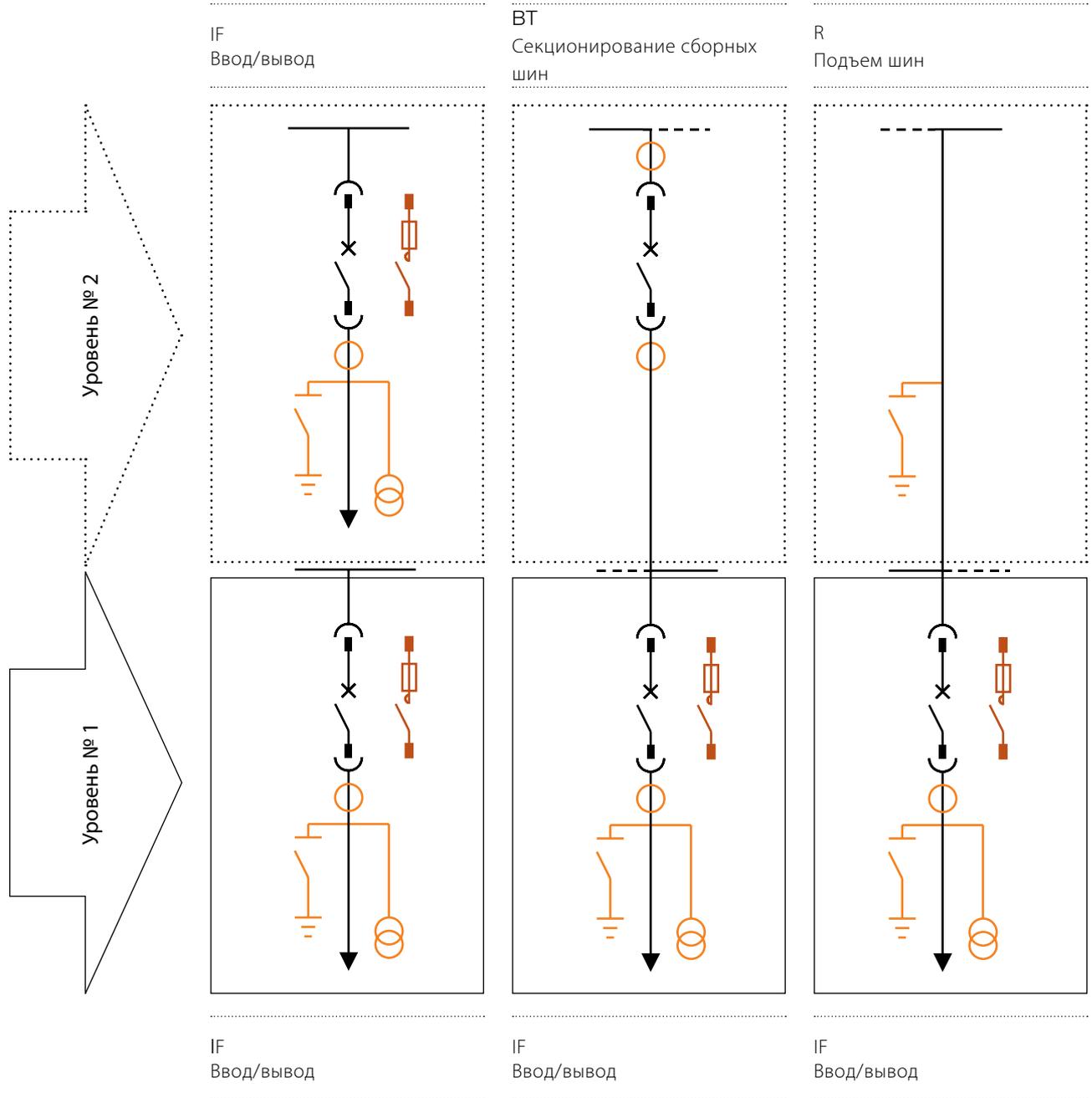
Данные устройства размещаются на втором уровне, в то время как устройства ввода/вывода – на первом уровне.

Устройства секционирования сборных шин могут быть оснащены трансформаторами тока на стороне нагрузки выключателей для измерения на сборных шинах. Монтаж трансформаторов тока со стороны питания также возможен для реализации специальных защитных схем. Отсек подъема шин также с выкатной тележкой трансформаторов напряжения с предохранителями [RM]. Для комплексной конфигурации с одним и двумя уровнями необходимо соединение между двумя распределительными устройствами с помощью соединительного устройства. Данное устройство осуществляет все соединения между двумя типами распределительных устройств (сборная шина, заземляющая шина, канал сброса газа, каналы для вспомогательных цепей) и может включать заземлитель сборных шин [J], а также выкатную тележку трансформаторов напряжения с предохранителями [JM]. Данные устройства размещаются на втором уровне, в то время как устройства ввода/вывода – на первом уровне.



Рисунок 73. Комплексная конфигурация UniGear ZS1 одноуровневой и двухуровневой конфигурацией

3. Морское исполнение UniGear ZS1 двухуровневой конфигурации Типовые шкафы



3. Морское исполнение UniGear ZS1 двухуровневой конфигурации Технические характеристики

... 12 кВ - ... 50 кА

| | | | | | | |
|--|----|-----------------------------|---------------------|----------|--------|--------|
| Глубина (мм) | | | 1976 | | | |
| Высота (мм) | | | 2700 ⁽¹⁾ | | | |
| Высота с каналом для выпуска газа (мм) | | | 2700 ⁽¹⁾ | | | |
| Ширина (мм) | | | 750 | 750 | 900 | 900 |
| Расчетный кратковременный ток (кА) | | | ... 31.5 | ... 31.5 | ... 50 | ... 50 |
| Номинальный ток (А) | | | 630 | 1000 | 1250 | 1600 |
| 2-й | IF | Ввод/вывод | (2) | | | |
| 1-й | IF | Ввод/вывод | | | | |
| 2-й | BT | Секционирование сборных шин | | | | |
| 1-й | IF | Ввод/вывод | | | | |
| 2-й | R | Подъем шин | | | | |
| 1-й | IF | Ввод/вывод | | | | |
| 2-й | RM | Подъем шин с измерениями | | | | |
| 1-й | IF | Ввод/вывод | | | | |
| 2-й | J | Соединение | 1250 А | | | |
| 1-й | IF | Ввод/вывод | (2) | | | |
| 2-й | JM | Соединение с измерениями | 1250 А | | | |
| 1-й | IF | Ввод/вывод | (2) | | | |

.... 17.5 кВ - ... 40 кА

| | | | | | | |
|--|----|-----------------------------|---------------------|----------|--------|--------|
| Глубина (мм) | | | 1976 | | | |
| Высота (мм) | | | 2700 ⁽¹⁾ | | | |
| Высота с каналом для выпуска газа (мм) | | | 2700 ⁽¹⁾ | | | |
| Ширина (мм) | | | 750 | 750 | 900 | 900 |
| Расчетный кратковременный ток (кА) | | | ... 31.5 | ... 31.5 | ... 40 | ... 40 |
| Номинальный ток (А) | | | 630 | 1000 | 1250 | 1600 |
| 2-й | IF | Ввод/вывод | | | | |
| 1-й | IF | Ввод/вывод | | | | |
| 2-й | BT | Секционирование сборных шин | | | | |
| 1-й | IF | Ввод/вывод | | | | |
| 2-й | R | Подъем шин | | | | |
| 1-й | IF | Ввод/вывод | | | | |
| 2-й | RM | Подъем шин с измерениями | | | | |
| 1-й | IF | Ввод/вывод | | | | |
| 2-й | J | Соединение | 1250 А | | | |
| 1-й | IF | Ввод/вывод | | | | |
| 2-й | JM | Соединение с измерениями | 1250 А | | | |
| 1-й | IF | Ввод/вывод | | | | |

(1) Высота распределительного устройства комплексной конфигурации с одинарным и двойным уровнем такая же, как при двойном уровне

(2) Характеристики шкафов, оснащенных контакторами, представлены на странице 24.



Отсеки устройства

- A. Отсек выключателя
- B. Отсек сборной шины
- C. Кабельный отсек
- D. Отсек оборудования низкого напряжения
- E. Канал отвода газов

Контактная информация



Контактная информация: www.abb.com/contacts

Подробная информация о продуктах: www.abb.com/productguide

Данные и иллюстрации не являются обязательными. Мы оставляем за собой право внесения изменений в ходе технической модернизации изделия без предварительного уведомления об этом.

© Авторские права 2013 ABB. Все права защищены.