

SEL-400G

Усовершенствованная система защиты генератора

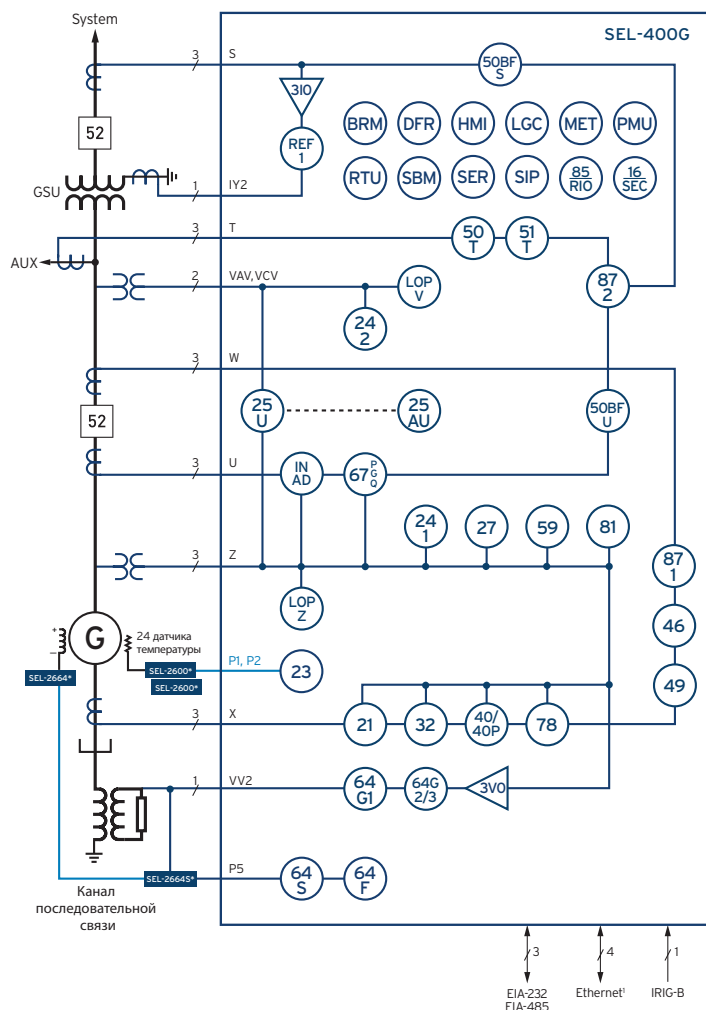


Защита гидроагрегатов, гидроаккумулирующих агрегатов, паровых турбин и газотурбинных генераторов

- Комплексная защита генератора, защита генераторного повышающего трансформатора (GSU), автосинхронизация и регистрация аварийных событий в одном устройстве.
- 18 токовых входов и 6 входов напряжения позволяют реализовать простые и сложные схемы.
- Широкодиапазонное отслеживание частоты (5–120 Гц) гарантирует, что все защитные функции работают безопасно и надежно.
- Программное обеспечение SEL для конфигурирования энергосистемы Grid Configurator позволяет быстро и без затруднений создавать, управлять и применять уставки устройства.



Обзор функций



Номер по ANSI/сокращения и функции

21	Дистанционная защита от междофазных КЗ
23	Резистивные температурные датчики — SEL-2600
24	Защита по характеристике вольт/герц
25	Проверка синхронизма
25A	Автосинхронизатор
27	Защита от понижения напряжения
32	Направленная защита по мощности
40	Защита от потери возбуждения
40P	Защита от потери возбуждения на основе мощности
46	Защита от несимметрии токов
49	Термическая модель, совместимая с IEC 60255
50BF	Максимальная токовая защита отказа выключателя (УРОВ)
50N	МТЗ нейтрали
50 (P,G,Q)	Максимальная токовая защита (межфазное, замыкание на землю, обратной последовательности)
51N	Максимальная ТЗ нейтрали с выдержкой времени
51 (P,G,Q)	Максимальная ТЗ с выдержкой времени (межфазное, замыкание на землю, обратной последовательности)
59	Защита от перенапряжения
64G1	Защита статора от замыканий на землю (основная частота, по нейтрали, повышение напряжения)
64G2	Защита на основе третьей гармонической составляющей напряжения (сдвиг, пониженное напряжение)
64G3	Коэффициент искажений третьей гармоники
64F	Защита ротора от замыканий на землю — SEL-2664
64S	Защита статора от замыканий на землю (ввод многочастотного сигнала) — SEL-2664S
67 (P,G,Q)	Направленная максимальная токовая защита (межфазное, замыкание на землю, обратной последовательности)
78	Защита от потери синхронизма
81 (O, U)	Защита по максимальной/минимальной частоте
81A	Защита по частоте с накоплением по времени
85 (O, U)	Защита по максимальной и минимальной частоте, по скорости изменения частоты
85 RIO	Коммуникации SEL MIRRORED BITS®
87 (U,R,Q)	Универсальная дифф. защита (без торможения, с торможением, обратной последовательности)
DFR	Отчеты о событиях и неисправностях
HMI	Интерфейс оператора
INAD	Непреднамеренное включение электропитания
LGC	Расширенные уравнения управления SELogic®
LOP	Потеря потенциала
MET	Высокоточные измерения
PMU	Синхрофазоры
REF	Ограниченная дифф. защита от замыкания на землю
RTU	Блок удаленного терминала
SER	Регистратор последовательных событий

Дополнительные функции

16 SEC	Защита доступа (последовательный, Ethernet)
BRM	Контроль износа выключателя
LDP	Профилирование данных нагрузки
SBM	Устройство мониторинга батареи подстанции
SIP	Программно-обратимые полярности

*Дополнительная функциональность †По медному или оптоволоконному кабелю

Основные функции

Комплексная защита генератора и блока

SEL-400G предлагает первичную и резервную защиту для генераторов всех размеров и типов, включая гидроагрегаты, гидроаккумулирующие агрегаты, паровые турбины большой мощности и газотурбинные генераторы. Два независимых универсальных дифференциальных элемента обеспечивают защиту генератора и генераторного повышающего трансформатора в одном реле. **SEL-400G** также имеет 18 токовых входов, 6 входов напряжения, широкодиапазонное отслеживание частоты (5–120 Гц), улучшенную защиту генератора от перехода в двигательный режим, защиту от потери возбуждения и многое другое.

Защита от замыкания на землю обмотки статора

SEL-400G предлагает пассивное и активное обнаружение замыкания на землю на 100% обмотки статора без ущерба для безопасности. Элементы защиты от замыкания на землю обмотки статора включают в себя встроенные таймеры, которые обнаруживают прерывистые замыкания на землю и изолируют генератор до того, как сбой перерастет в постоянную неисправность, тем самым ограничивая повреждение генератора. Использование **SEL-400G** вместе с реле защиты от замыканий на землю статора **SEL-2664S** дает возможность защитить статор от замыканий на землю в состоянии остановки, во время запуска и во время работы с помощью ввода многочастотного сигнала и защиты изоляции нейтрали от перенапряжений.

Защита обмотки ротора/возбуждения от замыкания на землю

Применение модуля защиты от замыкания на землю обмотки возбуждения **SEL-2664** и реле **SEL-2664S** вместе с **SEL-400G** позволит защитить систему от коротких замыканий обмотки ротора/обмотки возбуждения. Реле может отображать динамику ухудшения сопротивления изоляции обмотки возбуждения, а также обеспечивает защиту от межвиткового замыкания обмотки ротора / обмотки возбуждения.

Простота организации связи

На выбор доступны порты **Ethernet** с медной или оптоволоконной линией, порт последовательной связи и интерфейсы нескольких протоколов, среди которых связь по технологии **MIRRORED BITS**, **IEC 61850** и протокол параллельного резервирования (**PRP**). Для конфигурирования системы под ваши задачи используйте **Modbus TCP**. Также можно использовать протокол последовательной передачи данных **DNP3** или протоколы **DNP3 LAN/WAN**.

Программный конфигуратор SEL следующего поколения

В комплект **SEL-400G** входит **SEL Grid Configurator** — программное обеспечение, которое позволяет инженерам и техническим специалистам быстро и без затруднений создавать, управлять и применять уставки реле **SEL**. Это программное обеспечение для настройки реле и счетчиков **SEL** следующего поколения, предлагающее современный пользовательский интерфейс.



Обзор продукции

Последовательный порт EIA-232 на передней панели позволяет быстро и удобно настраивать систему и обеспечивает локальный доступ.

Дисплей на передней панели позволяет операторам контролировать и просматривать состояние разъединителей и выключателей.

Простая клавиатура обеспечивает легкость навигации.

Трехцветные светодиодные индикаторы на передней панели показывают пользовательскую сигнализацию и позволяют диспетчерам быстро и просто получать информацию для быстрого восстановления питания.



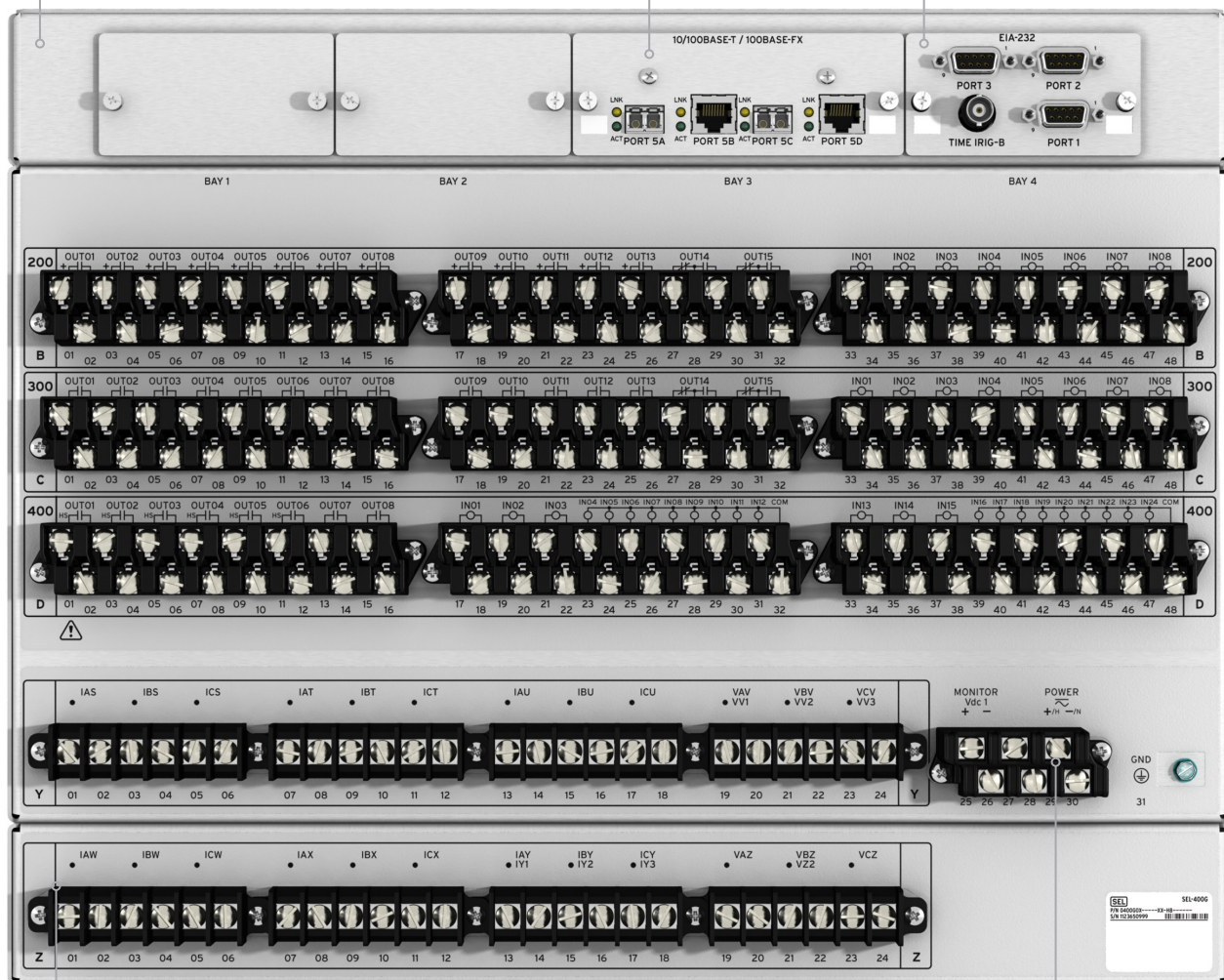
Выбранные пользователем экраны показывают конфигурацию системы в формате однолинейной схемы.

Программируемые кнопки оператора с пользовательской маркировкой позволяют настраивать лицевую панель.

Возможность выбора горизонтального шасси для монтажа в панель или в стойку.

Протоколы связи включают FTP, Telnet, синхрофазоры, Modbus TCP, DNP3 LAN / WAN, PRP, протокол точного времени IEEE 1588 версии 2 (PTPv2)* и IEC 61850 Edition 2.

Один передний и три задних порта EIA-232 для связи MIRRORED BITS, DNP3, SCADA и инженерного доступа.



18 каналов тока и 6 каналов напряжения поддерживают дифференциальную защиту до 6 трехфазных клемм, 3 независимых элементов REF и элементов напряжения.

Доступны варианты питания 24–48 В пост. тока, 48–125 В пост. тока или 110–120 В перем. тока, либо 125–250 В пост. тока или 110–240 В перем. тока.

* Для реализации PTPv2 необходимо дополнительно заказать порты 5A и 5B.

Сферы применения

Двойные зоны дифференциальной защиты и защиты по частоте

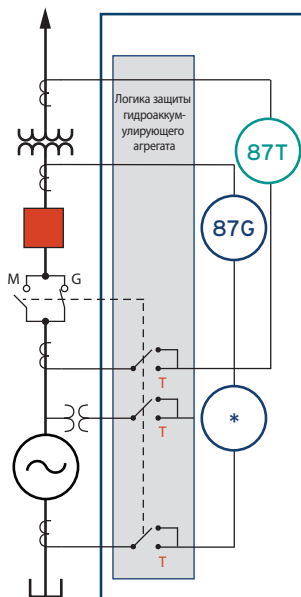
Два независимых универсальных элемента обеспечивают двухзональную защиту, что с помощью одного **SEL-400G** позволяет независимо защищать генератор и генераторный повышающий трансформатор (GSU). Эти двухзональные элементы, оснащенные внешним детектором неисправностей, чувствительны к внутренним неисправностям и защищены от внешних неисправностей. Отслеживание широкого диапазона частот (5–120 Гц) гарантирует безопасность и надежность всех функций защиты в широком диапазоне системных частот или скоростей генератора. Это обеспечивает защиту во время таких событий, как превышение скорости агрегата, запуск от инвертора или работа гидроаккумулирующего агрегата с регулируемой скоростью.

Логика защиты гидроаккумулирующего агрегата

Логика защиты гидроаккумулирующего агрегата обеспечивает защиту гидроаккумулирующего агрегата без необходимости использования внешних реле для переключения проводки ТТ, что снижает затраты и повышает надежность. Реле **SEL-400G** производит фазировку выбранных трансформаторов тока, чтобы скорректировать фазовый сдвиг, возникающий в первичной цепи во время работы насоса, или корректирует смещение, вносимое реверсирующим переключателем гидроаккумулирующего агрегата.

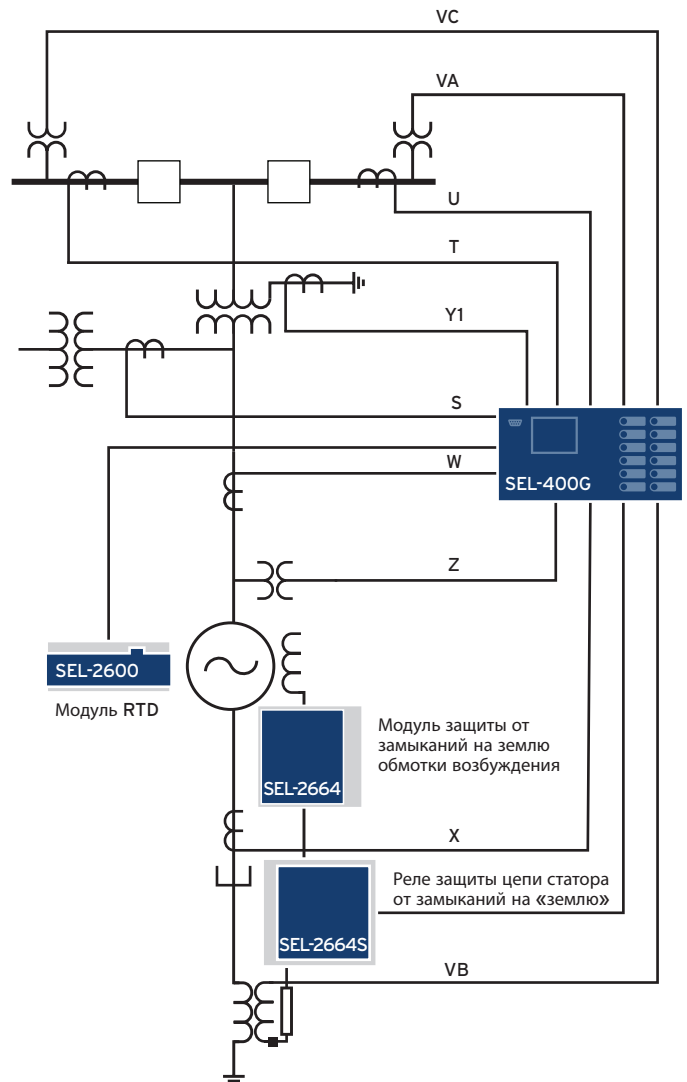
Защита обмотки ротора/возбуждения

Обнаружение замыкания обмотки возбуждения на землю позволяет предпринять соответствующие меры до того, как генератор получит серьезные повреждения вследствие сильной вибрации. При использовании элемента защиты обмотки возбуждения от короткого замыкания на землю первая неисправность включает сигнализацию, а вторая неисправность приводит к сигналу отключения.



Защита статора от замыкания на землю

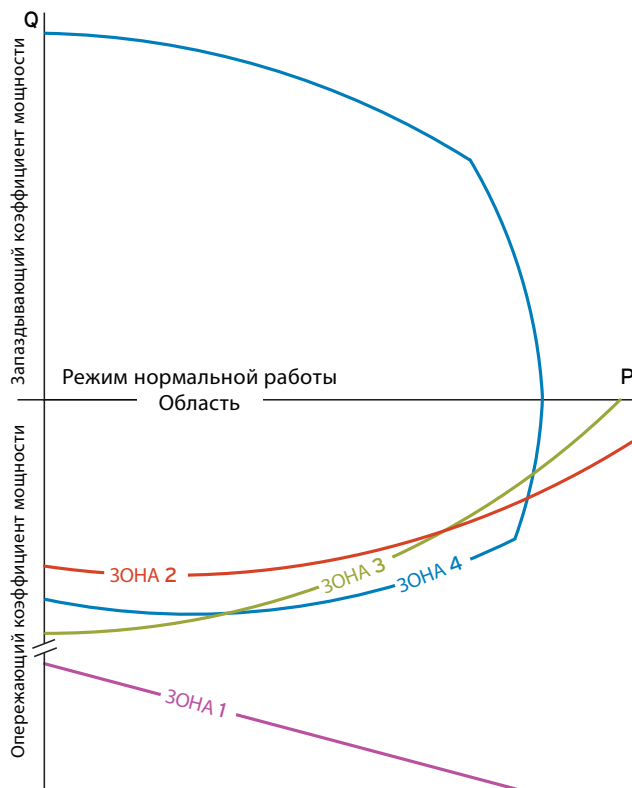
Элементы **64G1**, **64G2** и **64G3** с помощью пассивных методов обеспечивают 100% защиту обмотки статора от замыканий на землю. В комбинации с **SEL-2664S** реле **SEL-400G** обеспечивает активную защиту даже в состоянии остановки генератора. Использование напряжения смещения нейтрали обеспечивает защиту большинства машин на основе измерений напряжения нейтрали на основной частоте и третьей гармонике. Измерение тока нейтрали обеспечивает защиту генераторов с глухозаземленной нейтралью или нейтралью, заземленной через сопротивление. Ввод напряжения, обеспечиваемый **SEL-2664**, позволяет контролировать сопротивление изоляции обмотки возбуждения относительно земли. Вы получаете возможность защитить генераторы от повреждений, отреагировав на предупреждения о низком сопротивлении изоляции обмотки возбуждения относительно земли.



Защита от потери возбуждения

Для защиты генератора при потере возбуждения SEL-400G предлагает две схемы на основе импеданса: схему зоны 2 с отрицательным смещением с двумя элементами с круговой рабочей характеристикой и схему зоны 2 с положительным смещением (или схему ограниченного отключения), использующую элементы защиты от пониженного напряжением и элементы направленной защиты.

Реле SEL-400G также предлагает метод защиты от потери возбуждения на основе мощности. Этот метод основан на измерениях реальной и реактивной мощности и использует координацию с кривой мощности генератора, пределом устойчивости в установившемся режиме и ограничениями нагрузки в режиме недовозбуждения.



Надежная направленная защита по мощности

Функция отслеживания широкого диапазона частот гарантирует, что элементы направленной защиты по мощности работают безопасно и надежно в широком диапазоне системных частот или скоростей генератора и могут использоваться для резервной защиты. Защита включает в себя четыре элемента, может быть применена к отдельному трансформатору тока и имеет параметр смещения. Таким образом, в случаях когда мощность генератора в двигательном режиме очень мала, а реактивная мощность высока, обеспечивается дополнительная надежность.

Защита генератора от перехода в двигательный режим

Паровые и газовые турбины могут быть уязвимы к повреждению турбины или генератора при работе генератора в двигательном режиме. SEL-400G предлагает усовершенствованную защиту генератора от перехода в двигательный режим, имеющую четыре элемента чувствительной защиты с независимой временной задержкой для определения двигательного режима генератора. Параметр смещения обеспечивает безопасность и надежность при работе генератора в двигательном режиме в условиях значительной выходной реактивной мощности.

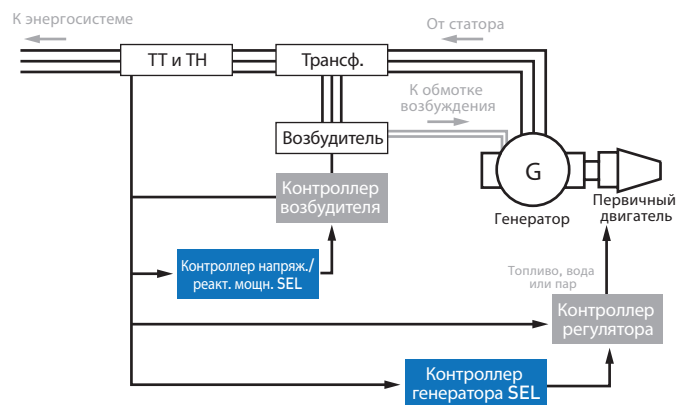
Блокировка и отключение асинхронного хода

При потере генератором синхронизации с энергосистемой его необходимо немедленно отключить, чтобы избежать массовых отключений потребителей и повреждения другого оборудования. Благодаря двум схемам обнаружения асинхронного хода: схемы с одиночной отстройкой от нагрузки и схемой с двойной отстройкой от нагрузки, реле SEL-400G обеспечивает надежное отключение асинхронного хода. В дополнение, точному отключению способствует функция счетчика скольжения полюсов.

Автоматическое управление генератором

В комбинации с системой управления энергоснабжением SEL powerMAX® реле SEL-400G может балансировать нагрузку генерации, управлять передачей энергии по межсистемным линиям электропередачи и поддерживать напряжение на шине. Система управления выработкой SEL регулирует выходную мощность генератора и контролирует межсистемные линии электропередачи с целью максимизировать стабильность системы, минимизировать электрические возмущения и снизить требования к сбросу нагрузки.

Автоматическая система управления реактивной мощностью и напряжением поддерживает потоки реактивной мощности на межсистемных линиях и напряжение на шинах путем управления устройствами РПН, возбудителями ротора генератора и большого синхронного двигателя, синхронными и статическими конденсаторами и конденсаторными батареями.

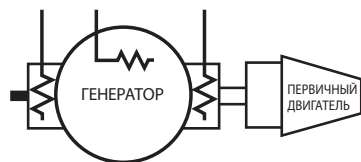


Автосинхронизация

Дополнительная встроенная функция автоматического синхронизатора позволяет автоматически синхронизировать частоту, напряжение и угол фазы генератора и подключаться к энергосистеме. Можно синхронизировать до трех выключателей и выбрать один из трех вариантов импульсного управления. Регулирующее воздействие, а также реакции регулятора и автоматического регулятора напряжения можно увидеть в отчетах о событиях или неисправностях. Функция автосинхронизации устраняет необходимость в использовании дорогостоящего внешнего оборудования синхронизации.

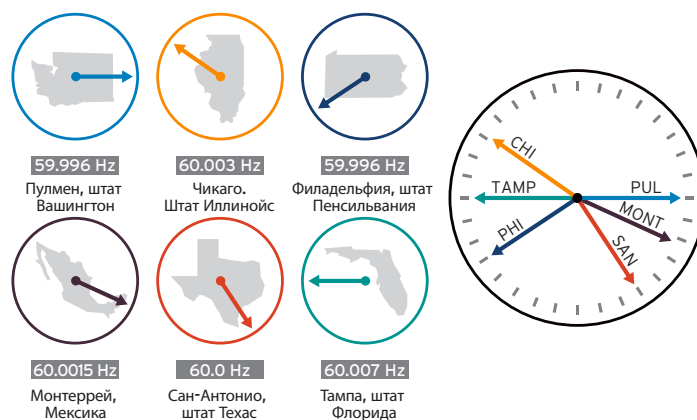
Защита на основе резистивных тепловых датчиков температуры

Вы можете передавать температурные данные в качестве параметров для функций оповещения, мониторинга и отключения SEL-400G с внешнего модуля подключения резистивных температурных датчиков SEL-2600 на 12 РТД.



Измерения синхрофазора

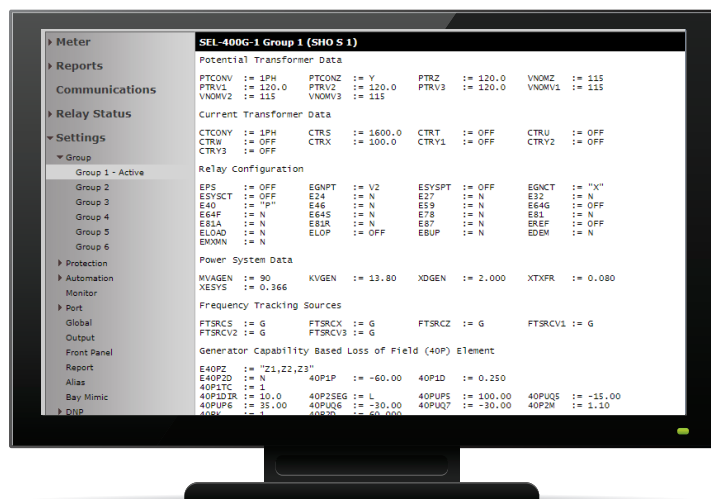
Использование SEL-400G в комбинации с источником времени SEL IRIG-B позволяет измерять фазовые углы системы в реальном времени с точностью синхронизации ± 10 мкс. Вы можете измерять мгновенные значения угла сдвига фаз между напряжением и током в реальном времени, чтобы оптимизировать работу системы.



Доступ и связь

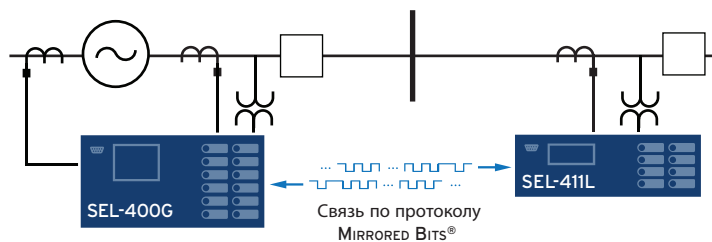
Встроенный веб-сервер

Встроенный веб-сервер обеспечивает доступ к основной информации **SEL-400G** при помощи стандартной сети **Ethernet**. Позволяет просматривать состояние реле, данные регистратора последовательных событий (**SER**), информацию измерений и уставки. Доступ через веб-сервер требует пароля реле и ограничен просмотром информации только для чтения, что способствует повышению уровня безопасности.



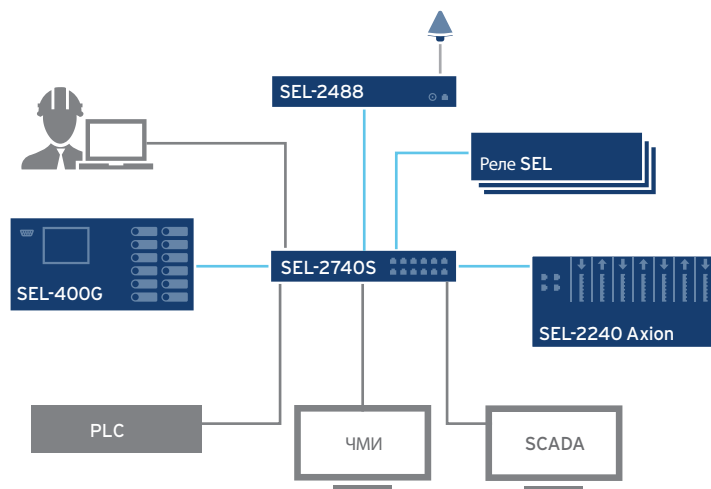
Связь MIRRORED BITS

Проверенная технология **MIRRORED BITS** обеспечивает цифровую связь между устройствами, действующую в обоих направлениях. Использование **MIRRORED BITS** позволяет передавать информацию между реле и лучше координировать их работу.



Связь на основе Ethernet

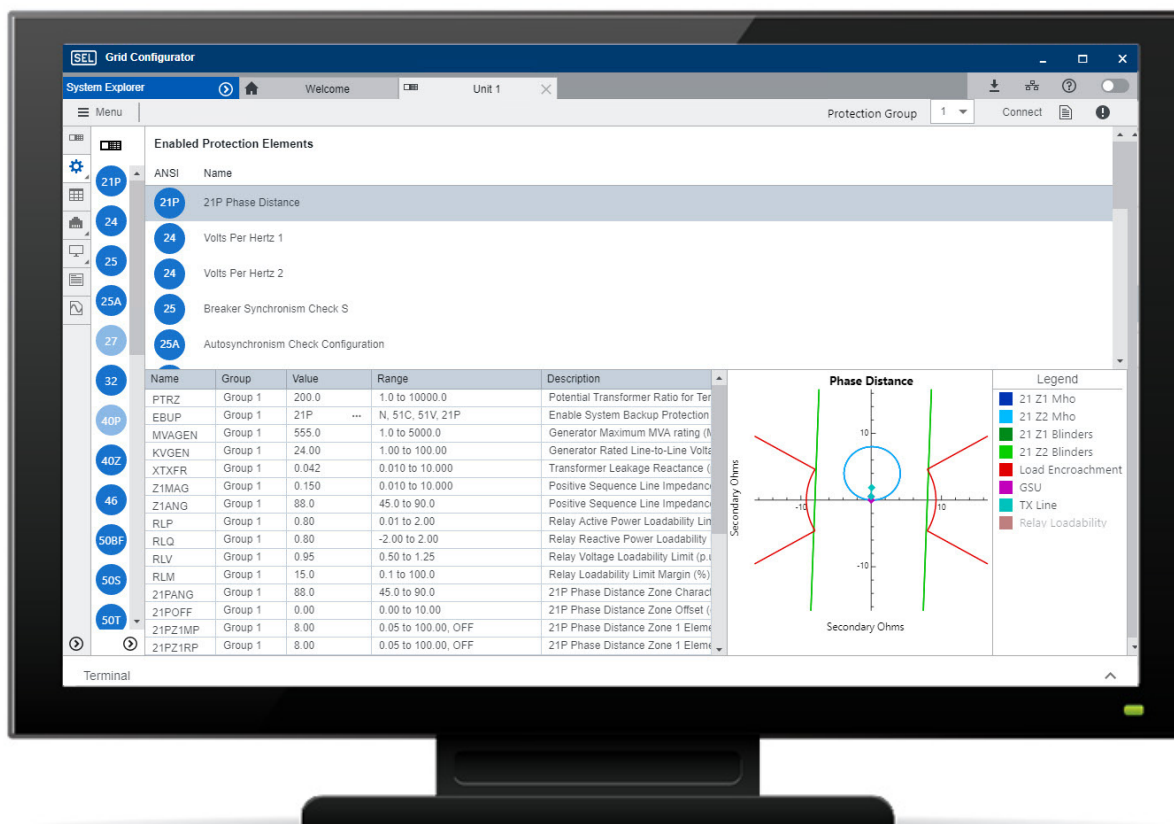
Стандартная карта **Ethernet** предлагает два порта, которые можно подключить по медному кабелю, оптоволокну или их комбинации, для резервирования при отказе. Два порта **Ethernet** с коммутируемым режимом для петлевых сетей **Ethernet** упрощают топологию сети **Ethernet** и уменьшают количество внешнего оборудования. Доступные протоколы связи **Ethernet** включают **FTP**, **Telnet**, **DNP3 LAN/WAN**, **IEEE 1588 PTP**, **IEC 61850 версия 2**, **IEEE C37.118** для синхрофазоров, простой сетевой протокол времени (**SNTP**) и **PRP**.



Modbus TCP

Протокол **Modbus TCP** обеспечивает функциональность **Modbus** через **Ethernet**. Это позволяет ведущему устройству **Modbus** получать данные измерений, мониторинга и событий от реле; управлять выходными контактами реле; считывать информацию о статусе самотестирования **SEL-400G** и узнавать текущее состояние всех элементов релейной защиты. С помощью одной пользовательской карты сопоставления **Modbus** можно настроить до двух сеансов **Modbus TCP**.

Программное обеспечение конфигурации



Инструменты визуализации **Grid Configurator** облегчают настройку элементов защиты устройства.

SEL Grid Configurator

SEL Grid Configurator — это новый мощный инструмент конфигурации, позволяющий быстро и без затруднений создавать, управлять и разворачивать уставки для устройств системы энергоснабжения SEL. Он отличается простым в использовании современным интерфейсом с мощной визуализацией защиты и комплексными отчетами, что снижает сложность разворачивания устройства.

Простая настройка устройства

Конфигурируемая пользователем иерархия устройств позволяет быстро идентифицировать устройства системы питания, такие как реле, счетчики и контроллеры распределительных устройств. Редактор в стиле электронных таблиц упрощает поиск и редактирование одного или нескольких параметров. Мощные функции сравнения и объединения данных позволяют управлять уставками на нескольких устройствах на одном экране.

Удобная визуализация защиты

Функция **Device Overview** (Обзор устройства) позволяет немедленно получить сводную информацию о том, как используются возможности устройств. Вы также можете посмотреть графическую конфигурацию для многих функций релейной защиты.

Комплексная отчетность

Grid Configurator упрощает просмотр и загрузку отчетов сразу для всей подстанции. Можно фильтровать данные по дате, типу отчета или типу устройства и загружать отчеты на свой ноутбук одним нажатием кнопки.

Быстрое разворачивание настроек

Grid Configurator упрощает отправку настроек сразу на несколько сетевых устройств, благодаря чему теперь больше не нужно переключать кабели с одного устройства на другое. По окончании процесса предоставляется отчет, чтобы сообщить о наличии каких-либо проблем во время загрузки.

Программное обеспечение acSELERATOR QuickSet® SEL-5030

Драйвер QuickSet реле SEL-400G предлагает вам еще один вариант программного обеспечения конфигурации. Таким образом вы можете выбрать инструмент, который наиболее подходит для ваших задач, и при необходимости впоследствии перейти на **Grid Configurator**.

Технические характеристики SEL-400G

Общие сведения

Входы перем. тока (всего 18)	15 входов с вариантами заказа: 5 А или 1 А 3 входа с вариантами заказа: 0,2 А, 1 А или 5 А
Входы напряжения перем. тока (всего 6)	300 В переменного тока непрерывно, 1000 В переменного тока в течение 10 секунд
Выходные контакты	Данное реле поддерживает выходы Form A и C.
Оптоизолированные входы управляющего сигнала	Управляющие сигналы постоянного/ПЕРЕМЕННОГО тока: 24, 48, 110, 125, 220 и 250 В
Последовательные порты	3 последовательных порта EIA-232 на задней панели и 1 порт на передней панели 300–57 600 бит/с
Ethernet	Протоколы связи включают в себя Modbus TCP, FTP, Telnet, синхрофазоры, DNP3 LAN/WAN, PRP, PTPv2 и IEC 61850 версия 2 (опционально). В случае реализации PTPv2 порты 5A и 5B должны использоваться для инженерного доступа и SCADA. На выбор доступны следующие варианты портов: Четыре сетевых порта 10/100BASE-T с витой парой Четыре сетевых оптоволоконных порта сети 100BASE-FX Два сетевых порта 10/100BASE-T для витой пары и Два порта оптоволоконной сети 100BASEFX
Вход точного времени	Демодулированный вход времени IRIG-B и PTPv2
Частота и чередование фаз	Частота системы: 50, 60 Гц Чередование фаз: ABC, ACB Отслеживание частоты: 5–120 Гц (требуется вводы переменного напряжения)
Автосинхронизация	Управление: До трех выключателей Режимы импульсного управления: Пропорциональная ширина, фиксированная продолжительность и пропорциональная частота
Источник питания	24–48 В пост. тока 48–125 В пост. тока или 110–120 В перем. тока 125–250 В пост. тока или 110–240 В перем. тока
Температура эксплуатации	–40° до +85°C

ПРИМЕЧАНИЕ. Контрастность ЖК-дисплея ухудшается при температурах ниже –20°C и выше +70°C.



Повышение безопасности, надежности и экономичности использования электроэнергии
+995 332 430 660 | sel_eurasia@selinc.com | selinc.com/ru

© Schweitzer Engineering Laboratories, Inc., 2021
20210408

