

SEL-421

Система защиты, автоматизации и управления

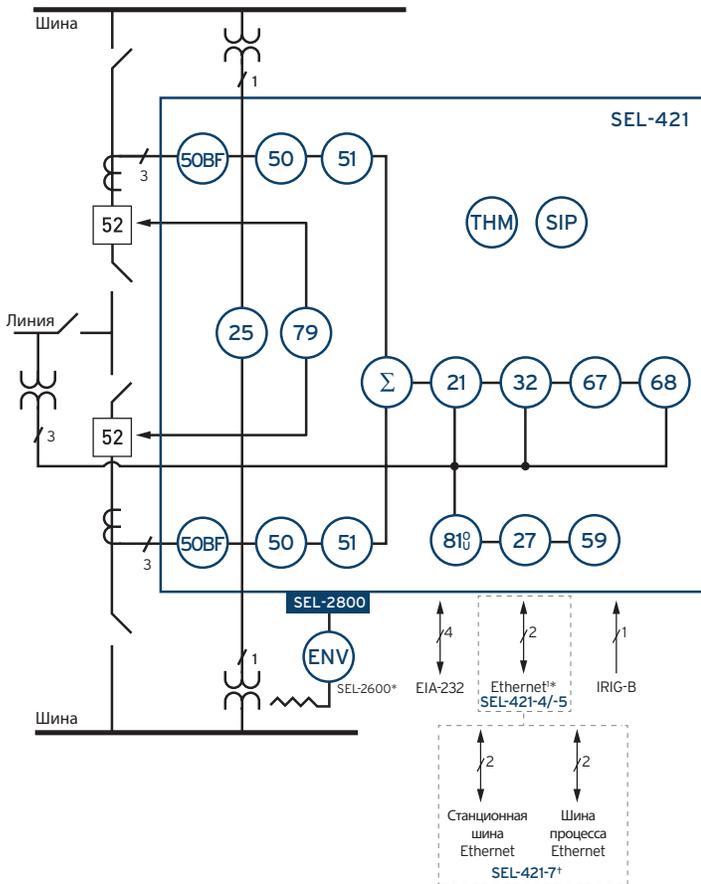


Защита линии с временем срабатывания меньше одного периода в сочетании с полным контролем над ячейками подстанции

- Дистанционная защита с временем срабатывания меньше одного периода сводит к минимуму ущерб и необходимость в дорогостоящем ремонте линий передачи.
- Поддержка множества различных протоколов связи и расширенных функций автоматизации обеспечивает гибкость для решения различных задач.
- Функция управления ячейками для схем с двумя выключателями обеспечивает гибкую защиту при помощи одного устройства.
- Технологии SEL Time-Domain Link (TiDL®) и Sampled Values (SV) предлагают новые подходы к модернизации подстанции.



Обзор функций



Номер по ANSI/сокращения и функции

21	Дистанционная защита от межфазных КЗ и КЗ на "землю"
25	Проверка синхронизма
27	Защита от понижения напряжения
32	Направленная защита по мощности
50	Максимальная токовая защита
50BF	Двойной УРОВ
51	Токовая защита с выдержкой времени
59	Защита от повышения напряжения
67	Направленная максимальная токовая защита
67	Блокировка/отключение асинхронного хода
79	Одно- /трехполюсное АПВ
71 (O,U)	Повышение/понижение частоты
75 RIO	Связь MIRRORED BITS SEL
DFR	Отчеты о событиях
ENV	SEL-2600*
HMI	Интерфейс оператора
LGC	Расширенные уравнения управления SELogic®
MET	Высокоточные измерения
PMU	Синхрофазоры
SER	Регистратор последовательных событий

Дополнительные функции

BRM	Функция контроля износа переключателя
LDE	Секционирование нагрузки
LOC	Функция обнаружения места повреждения
SBM	Устройство мониторинга подстанционной аккумуляторной батареи
SIP	Программно-обратимые полярности
SV	Технология IEC 61750-9-2 Sampled Values* [†]
THM	Термическая модель, совместимая с IEC 60255
TiDL	Технология Time-Domain Link * [†]

[†]Медный или оптоволоконный *Дополнительные функции

[†]Реле на основе технологий TiDL и SV получают значения тока и напряжения от удаленных устройств сопряжения.



Основные функции

Дистанционная защита и направленная защита от перегрузки по току

Система защиты, автоматизации и управления **SEL-421** обеспечивает защиту критически важных линий передачи с быстродействующими прямоугольными элементами, элементами дистанционной проводимости и направленными элементами. Дополнительные элементы дистанционной защиты с временем срабатывания меньше одного периода и логика последовательной компенсации снижают время срабатывания и повышают стабильность системы. Для учета изменений в полевых или защитных зонах можно инвертировать индивидуальные или сгруппированные полярности ТТ или ТН.

Комплексный мониторинг

Система поддерживает измерения синхрофазоров **IEEE C37.117** для использования в глобальных системах защиты и управления. Высокоточная временная корреляция повышает эффективность анализа отчетов о событиях.

Современные функции автоматизации и связи

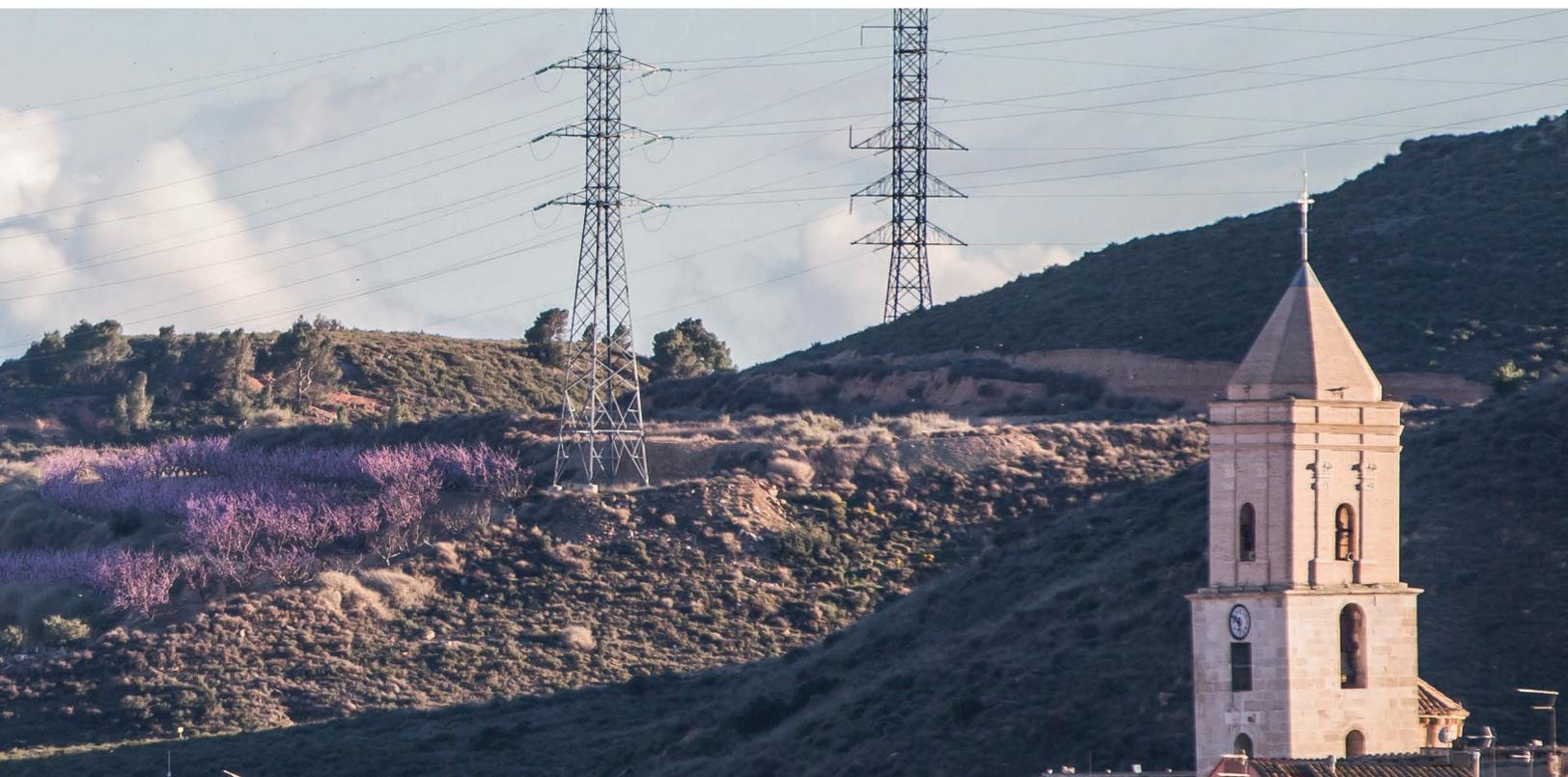
Последовательные протоколы или протоколы **Ethernet** позволяют улучшить интеграцию подстанции. В число доступных протоколов входят протокол связи по технологии **MIRRORED BITS**, **DNP3 LAN/WAN**, **Modbus®**, упрощенный протокол сетевого времени (**SNTP**), протокол параллельного резервирования (**PRP**), протокол точного времени **IEEE 1577** версии 2 (**PTPv2**) и **IEC 61750** выпуска 2.

Технологии цифровых вспомогательных систем

Модернизируйте свою подстанцию, используя технологию **SEL TiDL** или **SEL SV**. Оба этих решения для цифровых вспомогательных систем заменяют медные провода оптоволоконными кабелями для повышения безопасности, снижения затрат, связанных с использованием медных проводов, и ограничения эффекта электромагнитных помех.

TiDL — это простое и безопасное решение на основе архитектуры «точка-точка», которое легко внедряется и не требует внешнего источника времени или сетевой инженерии. Устройства сопряжения **TiDL SEL-TMU**, размещенные на площадке подстанции, оцифровывают сигналы и передают их по оптоволоконным кабелям на реле **SEL-421-7 TiDL** в диспетчерской.

Решение **SEL SV** совмещает защиту в устройстве сопряжения, и гибкость стандарта **IEC 61750-9-2** и позволяет повысить надежность энергосистемы. Устройство сопряжения **SEL-421-7** оцифровывает сигналы и передает их через **Ethernet** по оптоволоконным кабелям на реле **SEL-421-7 SV**, другие реле **SEL-400** серии **SV** или соответствующие стандарту **IEC 61750-9-2 SV** реле других производителей, находящиеся в диспетчерской.



Обзор изделия: реле SEL-421-4/-5

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 прерывателей и выключателей.

Светодиодные индикаторы на передней панели показывают индивидуализированную сигнализацию и обеспечивают быстрое и доступное информирование диспетчеров и линейного персонала для ускоренного возобновления энергоснабжения.

Программируемые кнопки с пользовательской маркировкой позволяют индивидуально настроить лицевую панель.



Выбранные пользователем экраны показывают конфигурацию системы в формате однолинейной схемы.

Простая клавиатура обеспечивает легкость навигации.

Протоколы связи включают FTP, Telnet, синхрофазоры, DNP3 LAN / WAN, PRP, IEEE 1577 PTPv2**, и IEC 61750 Edition 2.*

Выходные контакты
сильноточного прерывания
увеличивают устойчивость
и надежность контактов.

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



Шесть аналоговых входов тока и
шесть аналоговых входов напряжения
обеспечивают возможность
комплексного управления и защиты
ячеек, а также использования схем с
двумя выключателями.

Доступно оборудование разного размера с
возможностью вертикальной или горизонтальной
установки, а также монтажа на панели или в стойке.

Доступны варианты
питания 24–47 В пост. тока,
47–125 В пост. тока или
110–120 В перем. тока, либо
125–250 В пост. тока или
110–240 В перем. тока.

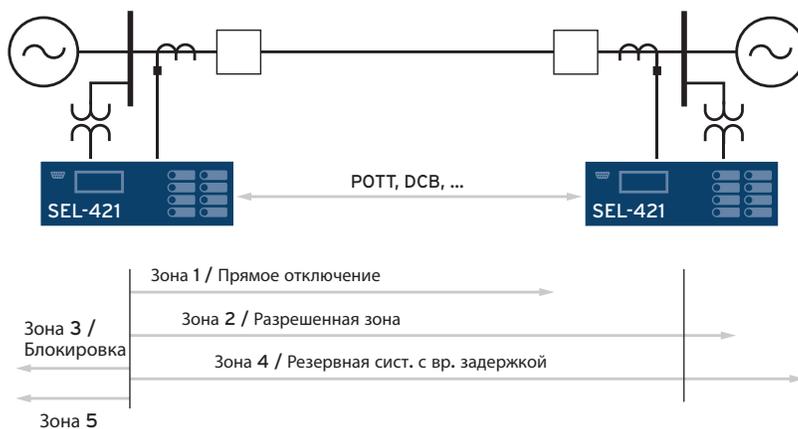
*Опциональные функции

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

Сферы применения

Надежная дистанционная защита

Система SEL-421 обеспечивает надежную дистанционную защиту благодаря наличию пяти зон элементов дистанционной защиты от межфазных КЗ и КЗ на землю (с круговой и прямоугольной характеристикой). Логика учета переходных процессов емкостного трансформатора напряжения (CCVT) позволяет оптимизировать производительность и повысить уровень надежности срабатывания элементов дистанционной защиты зоны 1. Логика **Best Choice Ground Directional Element®** устраняет необходимость во множестве настроек. Кроме того, благодаря полной поддержке схем работы дистанционной защиты со вспомогательными каналами связи система SEL-421 легко интегрируется в существующие схемы дистанционной защиты. Выберите одну из схем POTT, DCUB, PUTT, DCB и DTT.



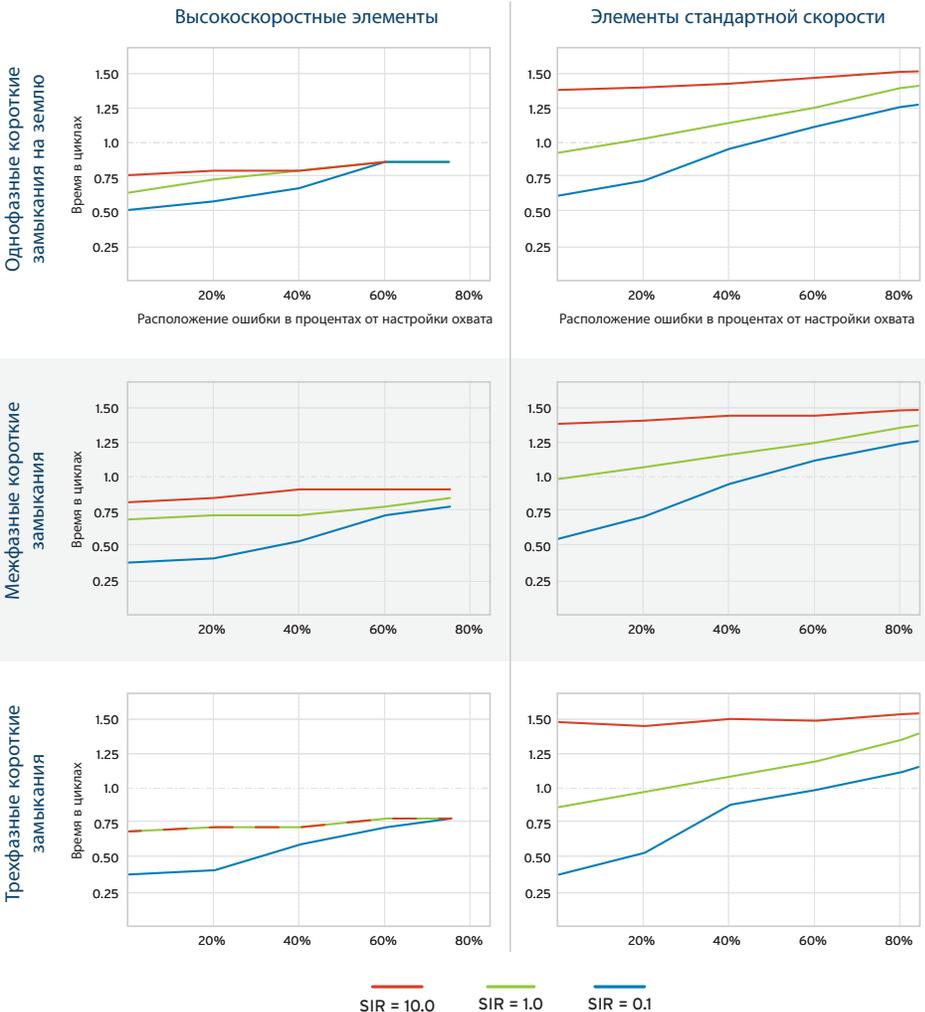
Защита от тепловой перегрузки

Возможность использования трех независимых, соответствующих стандарту IEC 60255-149 термозащитных элементов для активации команды управления, подачи предупредительной сигнализации или отключения при перегреве пяти в результате неблагоприятных условий эксплуатации. С помощью модуля подключения резистивных температурных датчиков SEL-2600 можно получать измерения температуры окружающей среды.

Надежное быстросрабатывающее отключение

В дополнительных быстросрабатывающих элементах защиты используется комбинация отфильтрованных полупериодных входных сигналов и наложенных компонент для достижения очень высокой скорости срабатывания. При этом обеспечивается защита от ложного срабатывания на повреждения, возникающие вне зоны. Используйте реле SEL-421 с элементами стандартной скорости, если устраивает время срабатывания менее 1,5 периода, при этом, при изменении условий в системе, имеется возможность улучшения времени срабатывания до времени менее периода.

Межрелейная связь **MIRRORED BITS** с использованием оптоволоконных трансиверов обеспечивает передачу сигнала от реле до реле за 3–6 мс. Все модели SEL-421 обеспечивают дополнительную безопасность при помощи функций обнаружения переходных процессов в емкостных ТН (CCVT), быстрой и надежной блокировки при потере потенциала (LOP) и логики секционирования нагрузки.



Схемы с двумя трансформаторами тока

SEL-421 можно устанавливать в схемы с кольцевой схемой шин, полуторной схемой и в другие схемы с двумя выключателями. Токи внутри реле, полученные с двух комплектов трансформаторов тока, можно объединить для целей защиты, и измеряться раздельно для целей мониторинга и интеграции в систему подстанции.

Блокировка асинхронного хода и отключение

При качаниях мощности реле автоматически выбирает либо блокировку, либо отключение. Блокировка асинхронного хода позволяет улучшить надежность путем блокировки элементов дистанционной защиты в случае стабильных качаний мощности. При нестабильных качаниях SEL-421 применяет отключение в целях балансирования генерации и нагрузок. В SEL-421 реализована как стандартная логика блокировки при качаниях с использованием двойных ограничителей, так и логика с использованием нулевых значений, что упрощает внедрение устройства.

Контроль ячеек, АПВ и УРОВ

Устройство SEL-421 обеспечивает полный контроль ячеек повторное включение и защиту от отказа выключателей, и легко адаптируемо к любым конфигурациям станций. В схемах с двумя выключателями можно отслеживать ток для каждого выключателя по отдельности либо совмещать токи для целей защиты. Также можно осуществлять мониторинг выключателя цепи, в том числе фиксировать среднее и последнее время срабатывания, время наработки двигателя и способность контактов к разрыву дуги.

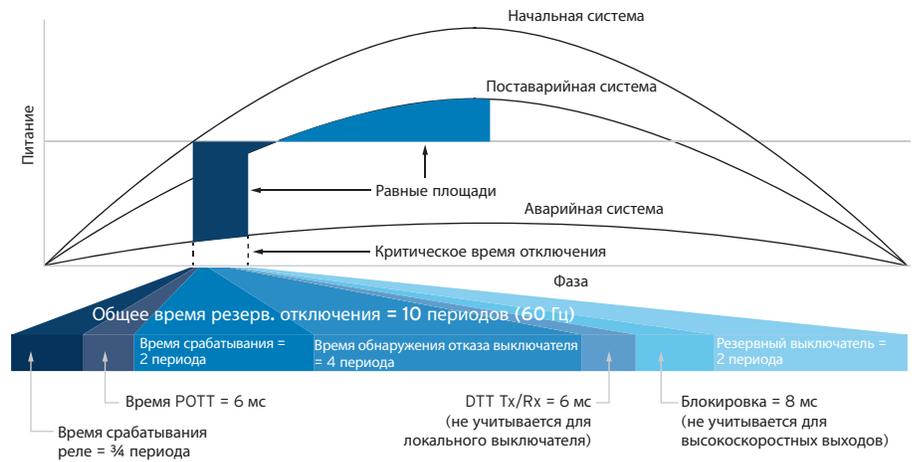
Сброс нагрузки при понижении частоты

Система имеет шесть уровней элементов частоты - либо элемент понижения, либо элемент повышения, либо повышения частоты. Элементы частоты подходят для такого применения, как сброс нагрузки при понижении частоты и восстановление систем управления.



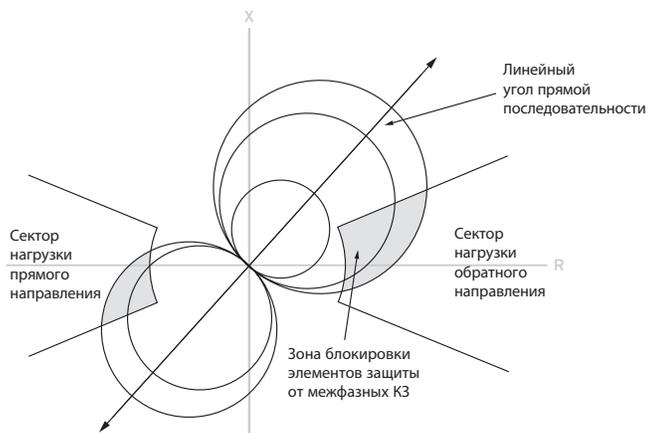
Быстрое обнаружение отказа выключателя для двух выключателей

В SEL-421 реализована логика быстрого обнаружения разомкнутой фазы, которая позволяет обнаружить обрыв фазы менее чем за один период что приводит к сокращению времени обнаружения отказа выключателя. Благодаря сочетанию функций мгновенного отключения и быстрого обнаружения отказа выключателя SEL-421 помогает увеличить нагрузку на линию при сохранении стабильности системы.



Надежная защита при высоких нагрузках

Встроенная функция секционирования нагрузки позволяет предотвратить ложные срабатывания элементов дистанционной защиты от межфазных КЗ в условиях высокой нагрузки. Благодаря этой функции нагрузка может попасть в заранее определенную область характеристики дистанционной защиты от межфазных КЗ, не вызывая отключения.



Характеристика секционирования нагрузки.



Синхрофазоры

Компания SEL предлагает комплексные решения для синхрофазоров, в том числе оборудование, средства связи, программное обеспечение для просмотра и анализа сбор и архивирование данных, что существенно повышает эффективность работы системы. Устройство SEL-421 позволяет измерять состояние системы в режиме реального времени с записью напряжений и токов с синхронизацией по времени в формате стандарта IEEE 37.117. В сочетании с ПО SEL-5077-2 synchroWAVE® Central Software или программным обеспечением сторонних производителей эта функция позволяет заказчику просматривать и анализировать фазовые углы, колебания нагрузки, профили напряжения и другую важную информацию о системе.

Высокоточные метки времени

Устройство SEL-421 создает метки времени для бинарных отчетов о событиях COMTRADE с точностью в режиме реального времени менее 10 микросекунд. Вы можете видеть по всей системе информацию о состоянии системы на момент аварии или в заданные моменты времени. Используйте информацию о состоянии системы для подтверждения моделей системы повышения пределов передачи, а также для повышения стабильности системы. Протокол синхронизации времени SNTP обеспечивает точность до 5 миллисекунд при использовании в сетях Ethernet. Протокол является хорошим резервным вариантом для протоколов IRIG-B или PTP, обеспечивающим более точную синхронизацию времени.

Упрощенная установка и анализ системы

ПО acSELEATOR QuickSet® SEL-5030 позволяет проектировать конфигурации реле в режиме офлайн, программировать уравнения управления SELogic и проводить анализ отчетов после ликвидации неисправностей.

Расширенные функции автоматизации

Устройство SEL-421 оснащено расширенными функциями автоматизации, в числе которых 32 программируемых элемента, предназначенных для локального и удаленного управления, а также фиксации функций защиты и автоматизации.



ПО synchroWAVE Central Software дает возможность визуализировать и проводить анализ условий работы системы.

Решение специализированных задач с помощью уравнений управления SELogic

Устройство SEL-421 позволяет использовать математические и логические комбинации аналоговых и цифровых значений. Поддерживаются такие задачи, как настройка управления системой на основе условий до возникновения неисправности, масштабирование аналоговых значений и мгновенная отправка сигналов в целях извлечения данных SCADA.

Цифровая регистрация отказов

Соедините надежную работу реле с полной функциональностью цифрового регистратора отказов (DFR). Высокая частота выборки реле SEL-421 (7 кГц) и выход COMTRADE расширяют возможности осциллографии. Для выполнения анализа гармонических колебаний и легкой генерации отчетов можно использовать графический пользовательский интерфейс QuickSet.



Технология TiDL

Технология TiDL — это ориентированное на защиту решение для вторичных цифровых систем, в основе которого лежит простота внедрения. Эта технология не требует внешней системы отсчета времени, имеет высокий уровень кибербезопасности, проста в реализации, и не требуется проектирование сети.

Простая архитектура

Устройства SEL-TMU размещаются на площадке подстанции, рядом с первичным оборудованием, и оцифровывают дискретные сигналы ввода/вывода и аналоговые данные, такие как напряжения и токи. Затем эти данные передаются по оптоволоконным соединениям на реле SEL-421-7 TiDL в диспетчерской. Благодаря такой архитектуре «точка-точка» внедрение является простым, и проектирование сети не требуется.

Обмен данными

К каждому устройству SEL-TMU можно подключить до четырех реле SEL-400 серии TiDL. Эта функция обмена данными дает гибкость при проектировании оптимальной схемы защиты системы и повышает экономичность установки за счет сокращения количества устройств. Кроме того, архитектура «точка-точка» упрощает расширение.

Встроенная синхронизация по времени

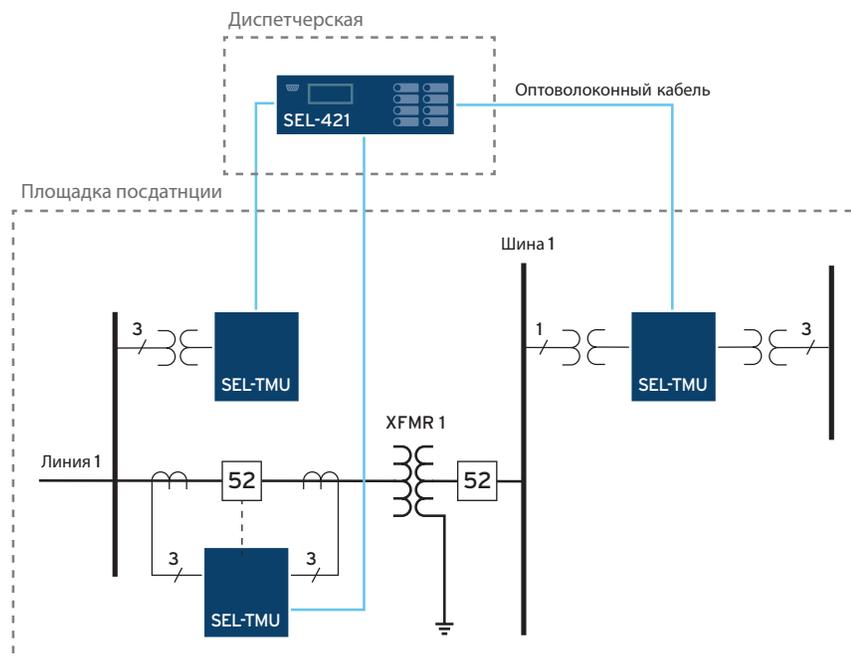
Технология TiDL поддерживает относительное время; следовательно, защитная схема не требует внешнего источника времени. Все данные с устройств SEL-TMU синхронизируются друг с другом независимо от количества устройств, подключенных к реле SEL-421-7, или длины оптоволоконной линии.

Высокая степень кибербезопасности

Специальная детерминированная система TiDL помогает защитить критически важные системы. Поскольку используются изолированные соединения «точка-точка», а коммутаторы и маршрутизаторы отсутствуют, периметр электронной безопасности и число точек атаки сокращаются. Такая ориентированная на безопасность архитектура предотвращает удаленный доступ, а ее простота устраняет необходимость в управлении доступом к портам.

Необходимо лишь минимальное обучение

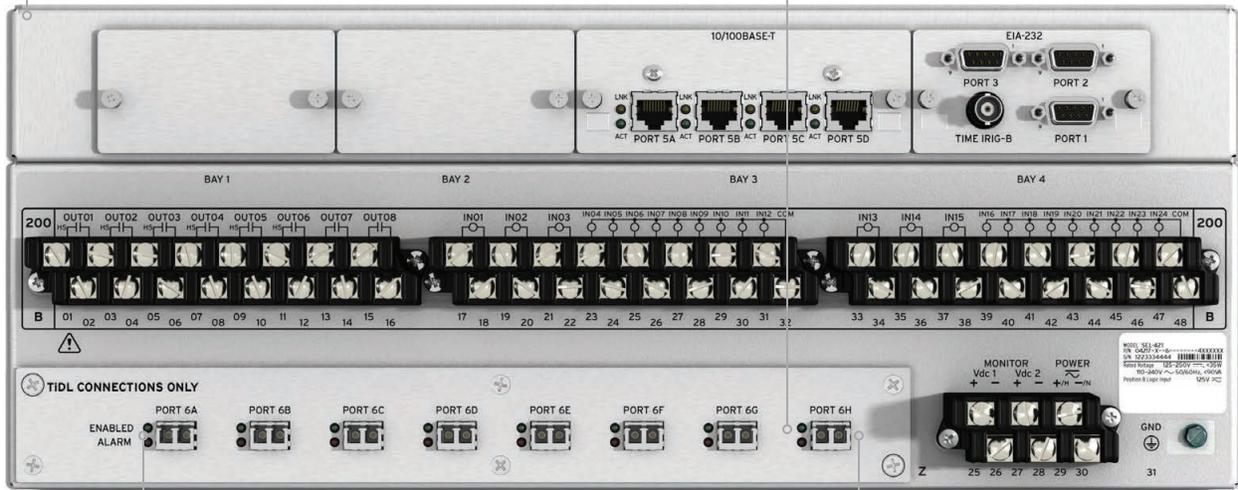
Настройки реле SEL-421-7 TiDL такие же, как и настройки всех популярных моделей серии SEL-400, что обеспечивает единообразие и простоту использования. Для реализации комплексной защиты фидера можно использовать те же схемы и шаблоны защиты.



SEL-421-7 с технологией TiDL

Корпус 4U поддерживает различные монтажные компоновки (панельная или стоечная) в зависимости от оборудования пользователя.

Светодиодные индикаторы указывают состояние подключения каждого порта к устройству сопряжения SEL-TMU TiDL.



При помощи восьми оптоволоконных портов со скоростью подключения 100 Мбит/с реле TiDL осуществляет подключение к восьми удаленным устройствам сопряжения SEL-TMU и прием аналоговых и цифровых данных с удаленных устройств.

Технология SEL SV

Технология SEL SV — это сетевое решение телеуправления, которое сочетает в себе защитные функции устройства сопряжения с гибкостью стандарта IEC 61750-9-2.

Сетевая архитектура

Реле SEL-421-7 SV (приемник) в диспетчерской получает оцифрованные аналоговые сигналы от устройства сопряжения SV (передатчика) на площадке подстанции через оптоволоконную сеть Ethernet. Технология SEL SV позволяет создать гибкую сеть "точка-многоточка" на основе Ethernet с использованием таких инструментов, как программно-определяемые сети или VLAN, в соответствии с вашими потребностями. Для обеспечения централизованного управления трафиком и повышения производительности сети Ethernet можно использовать программно-определяемый сетевой коммутатор SEL-2740S. Коммутатор работает как прозрачные часы. Протокол точного времени с поддержкой профиля энергосистемы IEEE C37.237, обеспечивая синхронизацию времени на конечных устройствах в пределах микросекунд.

Объединяющее устройство с встроенной защитой

В решении SEL SV устройство сопряжения SEL-421-7 обеспечивает комплексную защиту линии, где защитные элементы с круговой характеристикой, срабатывающие в пределах подцикла, и элементы дистанционной защиты с

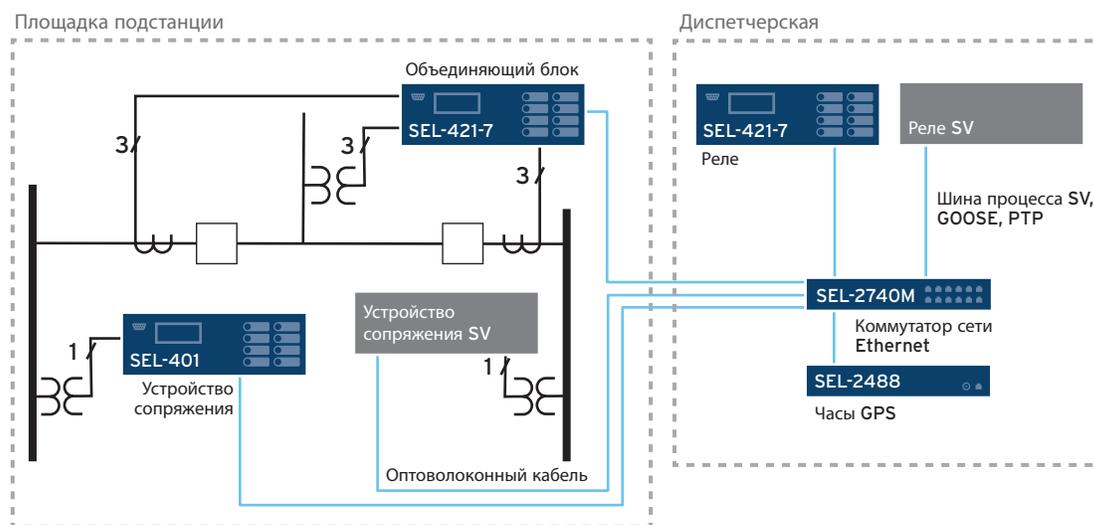
прямоугольной характеристикой образуют пять зон защиты. Устройство сопряжения системы защиты, автоматизации и управления SEL-401, которое также может использоваться с реле SEL-421-7 SV, обеспечивает защиту от перегрузки по току и УРОВ. При возникновении проблемы при передаче данных по сети IEC 61750 устройства сопряжения SEL обеспечивают резервную автономную защиту.

Совместимость

Реле SEL-421-7 SV и устройства сопряжения, а также другие устройства SEL SV, полностью соответствуют требованиям стандартов IEC 61750-9-2 и UCA 61750-9-2LE. Они могут использоваться с первичным оборудованием, генерирующим потоки данных SV, а также с устройствами других производителей, поддерживающими технологию SV.

Уникальные инструменты для тестирования и устранения неполадок

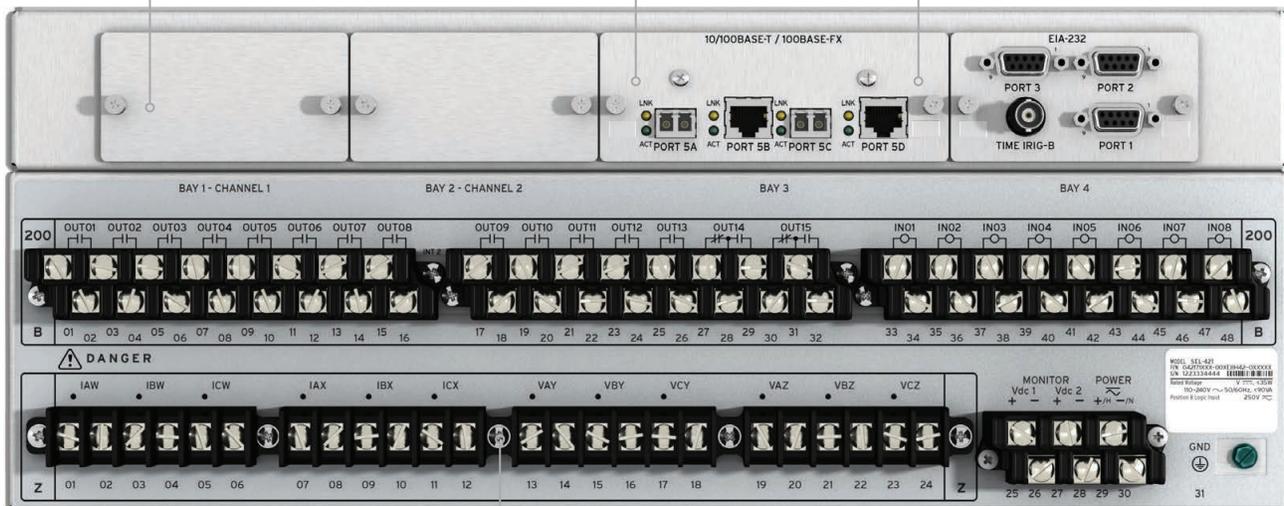
Команда COM SV в устройства сопряжения SEL дает возможность получить сведения о конфигурации SV, а именно коды предупреждений и ошибок, описывающие, почему реле SV SEL-421-7 отклонило поток данных SV, что помогает в поиске и устранении неисправностей. Команда TEST SV позволяет проверять подключение к сети и количество ТТ и ТН между передающими и принимающими устройствами.



Устройство сопряжения SEL-421-7 SV

В зависимости от оборудования нужд заказчика предлагаются различные варианты шасси (до трех плат ввода-вывода) и монтажных компоновок.

На выбор предоставляется оптоволоконный, медный или комбинированный канал связи Ethernet с отдельными портами для передачи данных SV и инженерного доступа.

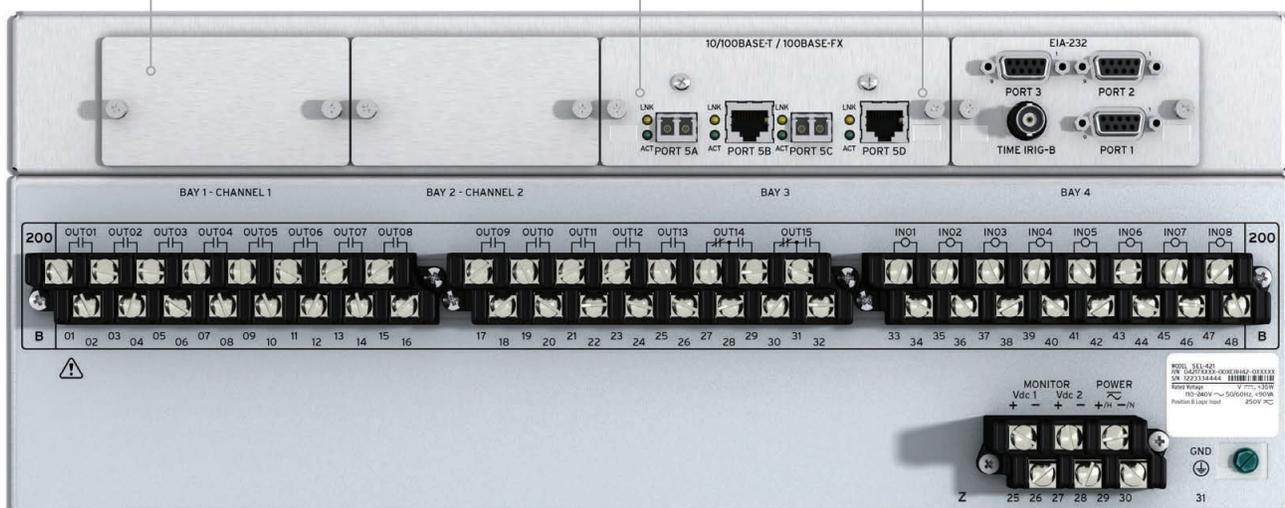


Шесть аналоговых входов тока и шесть аналоговых входов напряжения поддерживают оцифровку сигнала и локальные схемы защиты.

Реле SEL-421-7 SV

Шасси 4U предусматривает различные монтажные компоновки в зависимости от нужд заказчика.

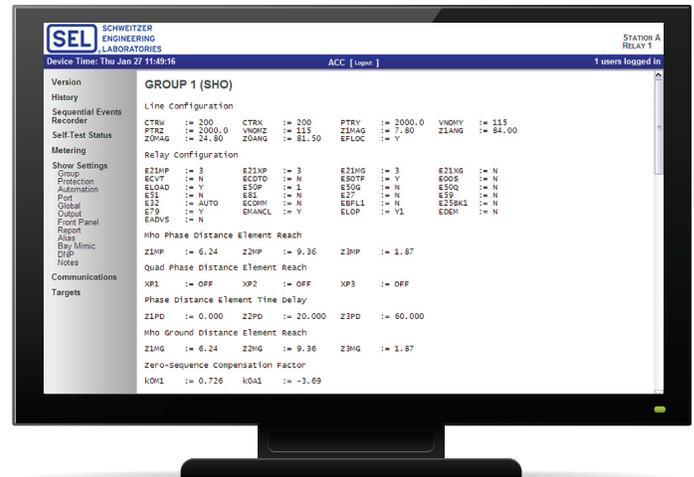
На выбор предоставляется оптоволоконный, медный или комбинированный канал связи Ethernet с отдельными портами для передачи данных SV и инженерного доступа.



Доступ и связь

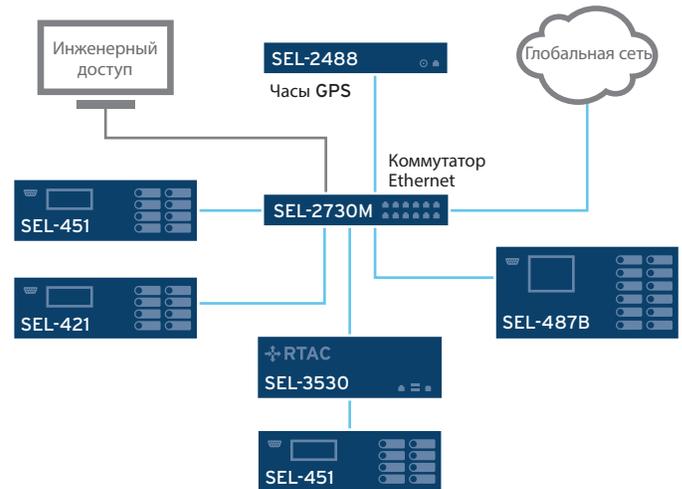
Встроенный веб-сервер

Встроенный веб-сервер обеспечивает доступ к основной информации SEL-421 при помощи стандартной сети Ethernet. Он позволяет просматривать состояние реле, данные регистратора последовательных событий (SER), данные измерений и настройки. Доступ через веб-сервер требует пароля реле и ограничен просмотром информации только для чтения, что способствует повышению уровня безопасности.



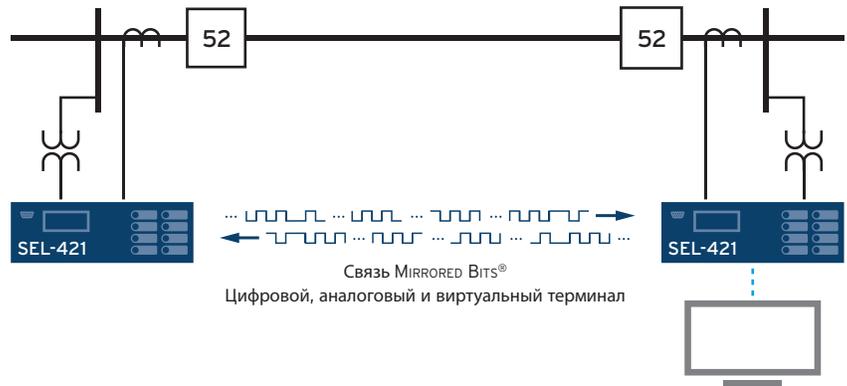
Связь на основе Ethernet

Устройство SEL-421 оснащено портами Ethernet, благодаря чему оно позволяет связь с использованием разных протоколов, в том числе FTP, DNP3, MMS, PTPv2 и IEC61750 выпуска 2. Надежность системы можно повысить, используя переключение при отказе, переключенный режим или PRP. Для реализации PTPv2 необходимо дополнительно заказать порты 5A и 5B.



Связь MIRRORRED BITS

Связь MIRRORRED BITS - это проверенная на практике технология, которая обеспечивает простую и мощную двунаправленную цифровую связь между устройствами. MIRRORRED BITS Communications может передавать / принимать информацию между реле вверх по потоку и элементами управления повторного включения вниз по потоку, чтобы улучшить координацию и генерировать более быстрое отключение для неисправностей вниз по потоку.



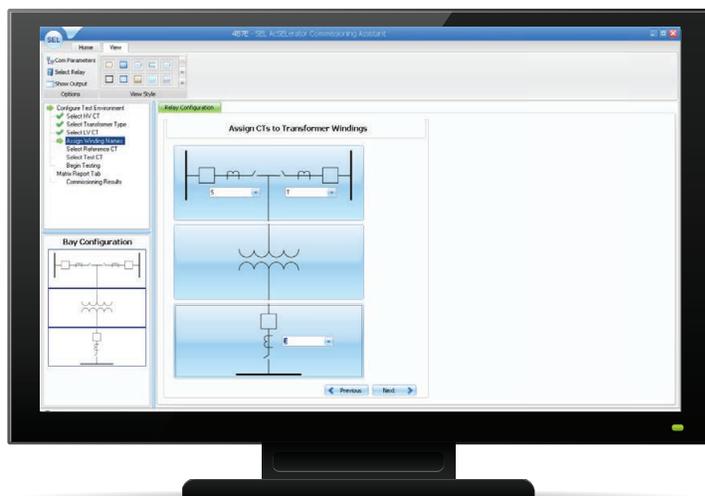
Программное обеспечение для настройки и ввода в эксплуатацию

Программное обеспечение **SEL Commissioning Assistant** позволяет сэкономить время и исключить дорогостоящие при вводе в эксплуатацию ошибки

Программное обеспечение **SEL Commissioning Assistant** - это первое программное обеспечение для реле, рекомендуемое матричные компенсационные уставки после автоматического определения ошибок в конфигурации внешней проводки и конфигурации ТТ, как например, неверная полярность ТТ, несовместимые коэффициенты ТТ или перепутанные фазы.

Пять простых шагов использования **Commissioning Assistant**

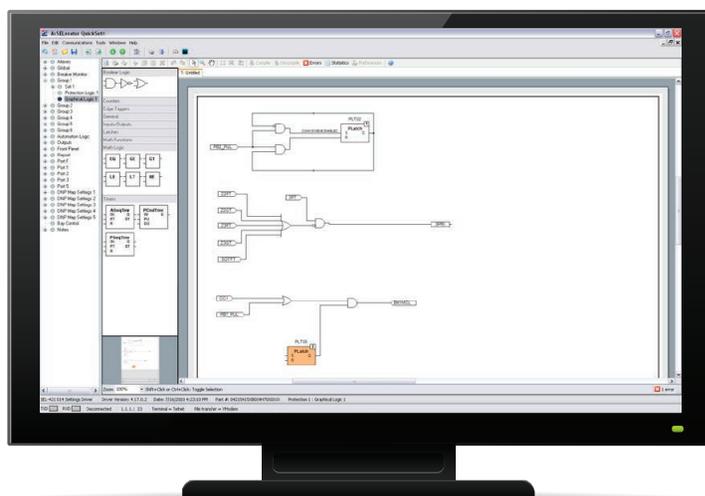
1. Определите однолинейную схему системы.
2. Выберите две любые обмотки для проведения проверки.
3. Проверьте ток, коэффициенты ТТ и полярность перед началом испытания.
4. Проведите испытания чтобы начать процесс расчета матрицы.
5. Распечатайте и внедрите правильную матрицу компенсации, рекомендуемую для трансформатора.



Упрощение процедуры конфигурации устройства **SEL-421** при помощи графического редактора логики (**GLE**)

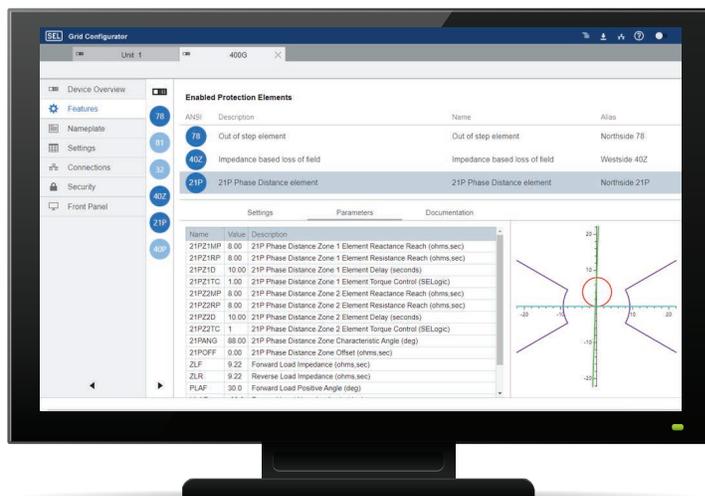
При помощи графического редактора логики (**GLE**) можно просматривать уравнения управления **SELogix** в графической форме. ПО **acSELEATOR QuickSet** преобразует уравнения управления **SELogix** в удобные для чтения диаграммы, и сохраняет диаграммы с пользовательскими настройками **QuickSet**.

Графический редактор логики в **QuickSet** позволяет разрабатывать новые уравнения управления **SELogix** с использованием удобного инструмента навигации по диаграммам, интерфейса перетаскивания, диаграмм функциональных блоков, функции автоматической верстки и полную палитру элементов. Работайте с диаграммами управления, используя полный комплект элементов. Графический редактор логики позволяет сократить количество ошибок при разработке, а также время и расходы при введении реле в эксплуатацию.



Программный конфигуратор следующего поколения **SEL**

Поставляемое в комплекте с устройствами, использующими технологии **TiDL** и **SV** ПО **SEL Grid Configurator** — это новый программный инструмент для инженеров и техников, позволяющий быстро создавать, управлять и развертывать настройки для устройств системы электропитания **SEL**. Он отличается простым в использовании современным интерфейсом с мощной визуализацией защиты и комплексными отчетами, что снижает сложность развертывания устройства.



Технические характеристики SEL-421

Общее

Входы переменного тока (всего 6)	Номинальный 5А Номинальный 1А
Входы напряжения перем. тока (всего 6)	Напряжение постоянного тока 300 В фаза-нейтраль, 600 В перем. тока в течение 10 секунд
Последовательные порты	3 последовательных порта EIA-232 на задней панели и 1 порт на передней панели 300–57 600 бит/с
Ethernet	Поддерживаемые Протоколы связи включают FTP, Telnet, синхрофазоры, DNP3 LAN/WAN, PRP, RTPv2 и IEC 61750 Версия 2 (дополнительно). На выбор доступны следующие варианты портов: Два сетевых порта с витой парой 10/100BASE-T Два оптоволоконных сетевых порта 100BASE-FX Один сетевой порт с витой парой 10/100BASE-T и один оптоволоконный сетевой порт 100BASE-FX
Порты TiDL	Оптоволоконные порты: 7 Ориентировочная дальность связи: ~2 км Скорость передачи данных 100 Мбит/с Протокол: Протокол SEL T
Порты SV	Выберите одну из следующих конфигураций портов связи: Четыре сетевых порта 10/100BASE-T с витой парой Четыре сетевых оптоволоконных порта сети 100BASE-FX Два сетевых порта 10/100BASE-T с витой парой и два сетевых оптоволоконных порта сети 100BASE-FX Подписчик: До 7 потоков данных SV Паблишер: До 7 потоков данных SV Скорость передачи данных 70 выборок за период Протокол IEC 61750-9-2
Вход точного времени	Демодулированный вход времени IRIG-B и RTPv2
Синхрофазоры	Стандарт IEEE C37.117 До 60 сообщений в секунду
Частота дискретизации	Входы по напряжению и току переменного тока: 7000 выборок в секунду Дискретизация защиты и управления: 7 раз за цикл энергосистемы
Источник питания	24–47 В пост. тока 47–125 В пост. тока или 110–120 В перем. тока 125–250 В пост. тока или 110–240 В перем. тока
Температура эксплуатации	от –40° до +75°С ПРИМЕЧАНИЕ. Контрастность ЖК-дисплея ухудшается при температурах ниже –20°С и выше +70°С.