

SEL-T401L

Сверхбыстродействующее реле защиты линии

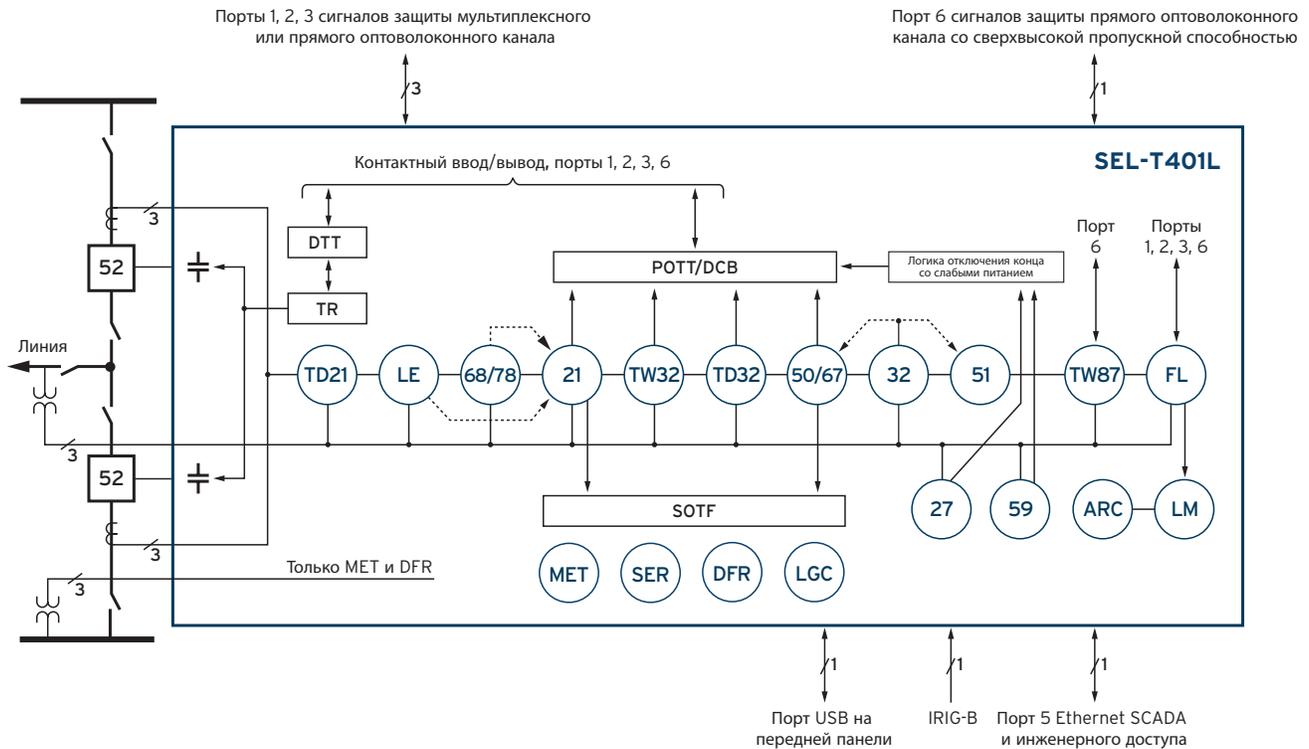


Скорость, надежность и простота

- Сверхбыстродействующая защита на основе проверенной в условиях эксплуатации технологии временной области компании SEL, продемонстрировавшей время срабатывания порядка 1–5 мс.
- Дополнение и резервирование элементов и схем защиты на основе бегущей волны и приращений сигнала с помощью элементов дистанционной защиты, направленной защиты и других функций защиты, применяемых в системах защиты линии.
- Определение места неисправности с точностью до одного пролета между опорами за счет использования методов определения места неисправности на основе бегущей волны и обеспечение надежности определения с помощью методов на основе импеданса.
- Обеспечение баланса гибкости и простоты использования благодаря программируемой логике, гибким вводам-выводам, функциональности SCADA и корпусу 3U.



Обзор функций



Номер по ANSI/окращения и функции

21	Дистанционная защита от межфазных КЗ и КЗ на "землю"
TD21	Дистанционная защита от межфазных КЗ и КЗ на землю, реагирующая на приращение
27	Защита от пониженного напряжения (фазная, межфазная и прямой последовательности)
32	Направленная защита (фазная, нулевой и обратной последовательности)
TD32	Направленная защита, реагирующая на приращение
TW32	Направленная защита по бегущей волне
50	Мгновенная токовая защита (фазная, нулевой и обратной последовательности)
51	Токовая защита с обратнoзависимой задержкой срабатывания (фазная, нулевой и обратной последовательности)
59	Защита от перенапряжения (фазная, межфазная, прямой, нулевой и обратной последовательности)
67	Направленная токовая защита без выдержки времени и с заданной выдержкой времени (фазная, нулевой и обратной последовательности)
68	Блокировка при качаниях мощности
78	Отключение при качаниях
85 RIO	Ввод/вывод SEL MIRRORING BITS® с возможностью выбора кодирования SEL MB8 или IEEE C37.94
TW87	Дифференциальная защита на основе бегущей волны
94	Высокоскоростные выходы сигналов на отключение
POTT	Логик телеотключения с расширенным охватом (POTT)
СВЕСНО	Логика эхо-сигнала разомкнутого выключателя
WI	Логика отключения конца со слабыми питанием
DCB	Логика блокировки сравнением направления

SOTF	Логика защиты от включения на короткое замыкание
DTT	Логика телеотключения
LOP	Логика обнаружения потери напряжения
OP	Логика обнаружения разомкнутого полюса
LE	Логика определения секционирования нагрузки
DFR	Цифровой регистратор неисправностей
SER	Регистратор последовательных событий
FL	Средство выявления неисправности
LM	Мониторинг линии
LGC	Уравнения SELoLogic®
MET	Измерения
ARC	Адаптивная логика запрета автоматического повторного включения
HMI	Локальный интерфейс оператора
Уставки протокола DNP3	Протокол передачи данных DNP 3.0 (Ethernet)
LB	Биты локального управления (управление через ЧМИ на передней панели)
RB	Биты дистанционного управления (управление через протоколы DNP3 и SEL Fast Operate)
FTP	Протокол передачи файлов
FTDV	Быстрый анализ значений во временной области (FTDV)
EMI	Мониторинг электромагнитных помех для функций бегущей волны
TEST	Воспроизведение событий и режим тестирования бегущей волны

Основные функции

Сверхбыстродействующая защита

Благодаря проверенным в полевых условиях технологиям бегущей волны и приращений сигнала, впервые реализованных в технологии защиты по временной области реле SEL-T400L, SEL-T401L является самым быстросрабатывающим реле в отрасли. Благодаря частоте выборки линейных токов и напряжений 1 МГц, обработке данных каждую микросекунду, быстродействующей защитной сигнализации и отключению с помощью твердотельных выходов сигналов на отключение SEL-T401L надежно отключается за 1 мс. Ускоренное отключение неисправностей повышает безопасность общества и персонала энергопредприятий, увеличивает запас динамической устойчивости системы, уменьшает износ оборудования, повышает качество электроэнергии и ограничивает материальный ущерб.

Реле SEL-T401L предлагает полный набор защитных функций конфигураций Main 1 и Main 2, которые ожидаются от системы защиты линии. Реле обеспечивает высоконадежную дистанционную защиту благодаря наличию разделенных на пять зон элементов дистанционной защиты от межфазных КЗ и КЗ на землю, индивидуально выбираемых с круговой и четырехугольной характеристикой, с субцикловым временем срабатывания. Кроме того, SEL-T401L оснащено надежными функциями защиты и контроля, в том числе элементами чувствительной направленной защиты, включения на КЗ, токовой защиты, защиты от повышенного и пониженного напряжения, секционирования нагрузки, отключения при качаниях и блокировки при качаниях мощности. SEL-T401L можно использовать как отдельное устройство или в составе резервной системы защиты с другими реле SEL без проблем, связанных с типичными отказами.

Простые и надежные принципы защиты и значительно меньшее количество уставок реле SEL-T401L позволяют упростить сложность вашей системы защиты линии. Возможна поставка реле в раме 3U — отличный вариант при замене реле. Вы можете повысить эффективность, используя стандартные инструменты конфигурации и интеграции SEL, и воспользоваться широким разнообразием аппаратного и программного обеспечения и механизмов защиты.

Не имеющая себе равных технология обнаружения неисправностей

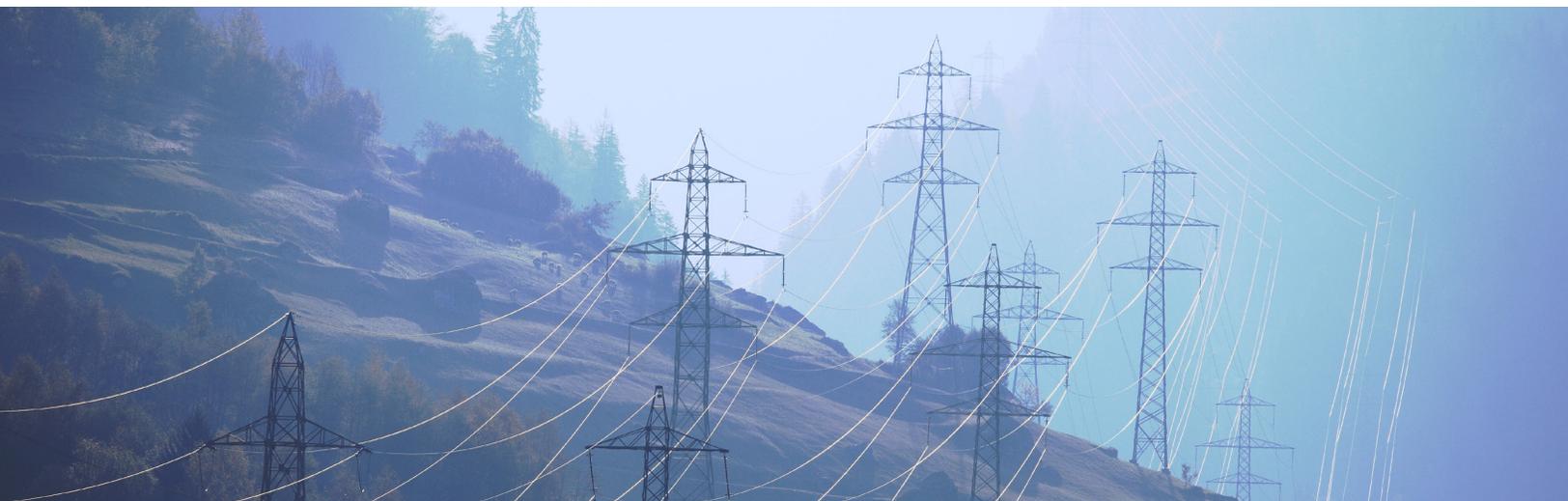
Реле SEL-T401L оснащено передовой функцией обнаружения неисправностей при помощи технологии бегущей волны. Реле включает одно- и двухсторонние методы определения места неисправности на основе бегущей волны, которые предлагают точность до одного пролета между опорами. В реле также реализованы одно- и двухсторонние методы резервирования на основе импеданса. Комбинация одно- и двухсторонних методов, а также методов на основе бегущей волны и импеданса обеспечивает оптимальную точность и надежность при любом сочетании условий эксплуатации и типов неисправностей. Используя результаты определения места неисправности, вы с уверенностью можете отправлять бригаду прямо к ближайшей к неисправности опоре, что сокращает время простоя и затраты на техническое обслуживание.

Предлагаемая реле SEL-T401L комбинация быстродействующей двухсторонней технологии определения места неисправности и встроенной адаптивной логики автоматического повторного включения на основе местоположения позволяет выборочно активировать повторное включение на воздушной части гибридных линий и запретить повторное включение на кабельных участках, защищая кабель от дальнейших повреждений изоляции.

Функция мониторинга линии в SEL-T401L позволяет проводить техническое обслуживание линии с учетом состояния. Эта функция помогает предотвратить повреждения и обнаружить слабые места на линии.

Высоконадежная регистрация переходных процессов

Реле SEL-T401L измеряет и регистрирует токи и напряжения на линии с помощью высокоточной выборки (1 МГц, 18 бит), что дает вам лучшее представление о вашей энергосистеме. Это позволяет вам анализировать высокочастотные переходные процессы, например, бегущие волны от неисправностей, события переключения, повторные срабатывания выключателей и самоустраняющиеся повреждения.



Порт USB 2.0 для локального инженерного доступа.

Дисплей для просмотра данных учета электроэнергии, информации о событиях, местонахождении неисправностей и состоянии реле.

Большой выдвижной карман для хранения этикеток для схем или других материалов.



ЧМИ с простой навигацией.

Выдвижной ящик для этикеток и светодиодные индикаторы для просмотра причины отключения, типа неисправности и общего состояния реле.

Восемь выходов для POTT, DCB, DTT, пуска УРОВ (BFI) и других сигналов.

Вход времени IRIG-B

Три оптоволоконных порта для мультиплексированных или прямых сигналов защиты (SEL MB8 или IEEE C37.94).

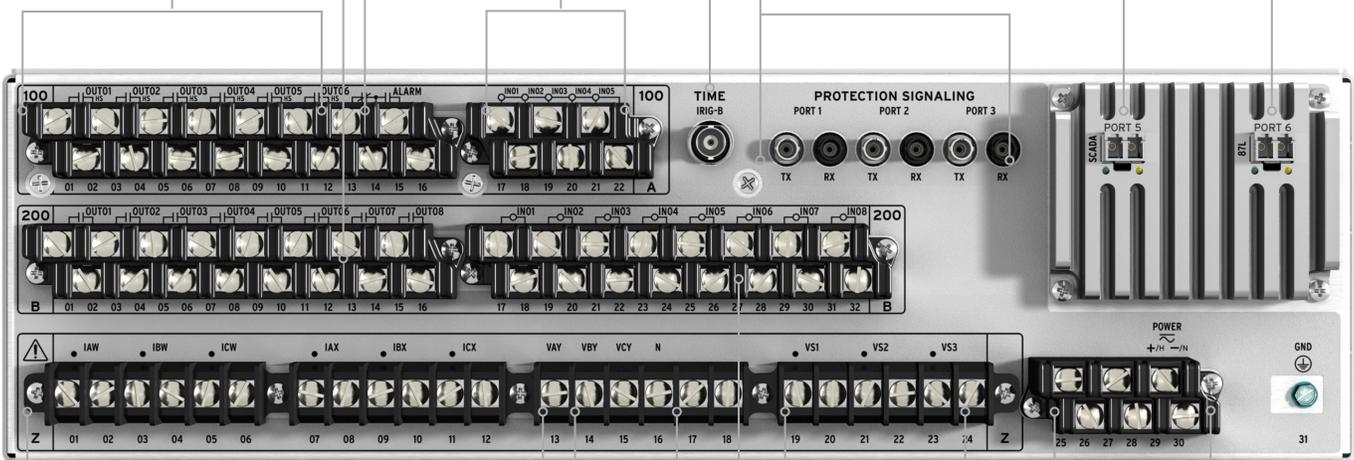
Шесть быстродействующих выходов для однополюсного отключения двух выключателей.

Выход аварийного сигнала

Штекерный порт Ethernet 100 Мбит/с или 1 Гбит/с с малым форм-фактором (SFP) для инженерного доступа и поддержки SCADA.

Оптоволоконный порт SFP для защитной сигнализации со сверхвысокой пропускной способностью по прямому оптоволоконному каналу.

Пять входов с общей клеммой



Токвые входы выключателя 1 и 2

Сетевое напряжение.

Восемь входов для POTT, DCB, DTT, срабатывания и другой сигнализации.

Источник питания

Вспомогательное напряжение (измерения и цифровой регистратор повреждений).

Сферы применения

Защита

Сверхбыстродействующая защита

В реле SEL-T401L используются проверенные в условиях эксплуатации технологии бегущей волны и анализа приращений сигналов, впервые реализованные в реле SEL-T400L. Элемент зоны дистанционной защиты с сокращенной зоной (TD21) производит отключение, используя анализ приращения напряжения и тока в месте расположения реле. Независимо от канала защиты, элемент TD21 срабатывает в течение 2 мс в случае включения на сильноточные КЗ. Надежная защита всей линии с помощью разрешающей или блокирующей схемы дистанционной защиты по стандартному цифровому или аналоговому каналу защиты с элементами направленной защиты на основе бегущей волны (TW32) и приращений сигнала (TD32), срабатывающими со скоростью соответственно 0,1 мс и 1,5 мс. В схеме дифференциальной защиты на основе бегущей волны (TW87) для обнаружения неисправностей в зоне используются токовые бегущие волны. Время срабатывания схемы составляет 1–5 мс в зависимости от длины линии.

Дистанционные четырехугольные элементы и элементы проводимости

SEL-T401L предлагает в общей сложности пять зон защиты от межфазных КЗ и КЗ на землю для применений при прямом отключении, дистанционной защите, защите со ступенчатой характеристикой и включении на КЗ. Зоны с 1 по 4 являются направленными; каждая зона имеет индивидуальную настройку направления (вперед или назад). Зона 5 является ненаправленной (смещенной) с отдельными настройками для прямого и обратного направления. Можно сконфигурировать элементы дистанционной защиты от межфазных КЗ и КЗ на землю каждой зоны как элементы с круговой или четырехугольной характеристикой. Каждая зона с дистанционной защитой от КЗ на землю использует свой собственный коэффициент компенсации тока нулевой последовательности. Во всех зонах используется контроль токовой защиты с пороговыми значениями, которые могут быть установлены индивидуально для элементов дистанционной защиты от межфазных КЗ и КЗ на землю каждой зоны. Для достижения надежной дистанционной защиты со ступенчатой характеристикой используйте интегрирующие таймеры и улучшенную логику поляризации напряжения. Простые и надежные методы поляризации и всего несколько уставок облегчают применение и тестирование элементов дистанционной защиты SEL-T401L.

Схемы дистанционной защиты (POTT и DCB)

В SEL-T401L реализованы предварительно сконфигурированные схемы POTT и DCB - быстрые, безопасные, надежные, гибкие и простые в использовании. Для обнаружения повреждений на линии можно применять элементы направленной защиты на основе бегущей волны (TW32), приращений (TD32), обратной последовательности (67Q), нулевой последовательности (67G) или фазы (67P), а также элементы дистанционной защиты с расширенным охватом (зона 2). Используя комбинацию этих элементов, реле срабатывает с непревзойденной скоростью, исключительной надежностью и очень высокой чувствительностью.

Для надежного срабатывания схемы POTT можно использовать логику эхо-сигнала разомкнутого выключателя и логику слабого питания. Схемы POTT и DCB применимы на линиях с ответвлениями при любом количестве ответвлений.

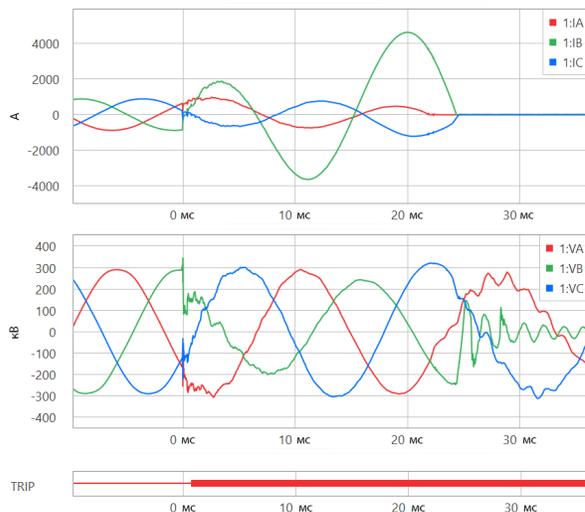
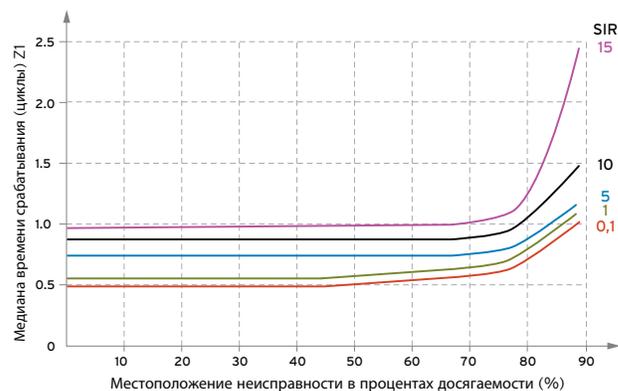
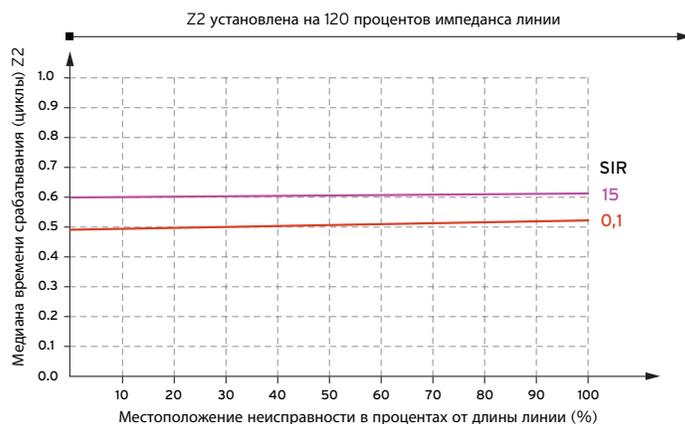


Схема TW87 срабатывает за 1,5 мс, а выключатель отключает неисправность менее чем за 25 мс.



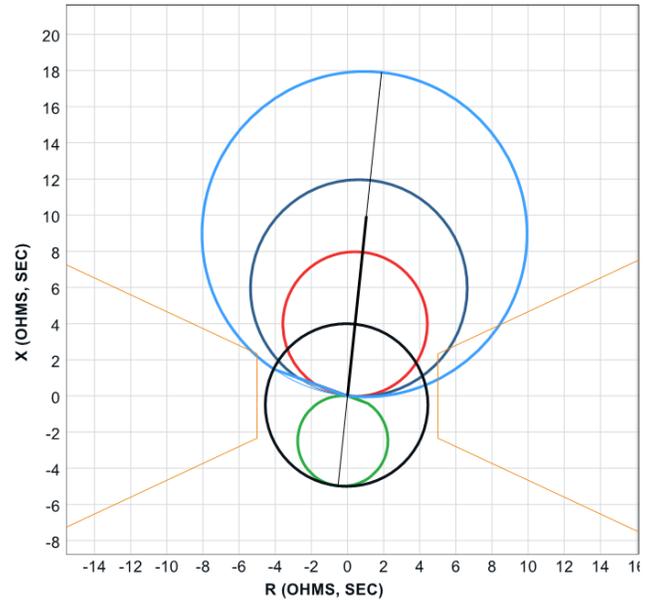
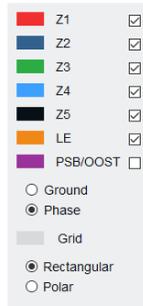
Медиана времени срабатывания дистанционной защиты зоны 1 для различных мест повреждения и различных отношений величины сопротивления источника и линии.



Медиана времени срабатывания дистанционной защиты зоны 2 для различных мест повреждения и различных отношений величины сопротивления источника и линии.

Дополнительная и резервная защита

SEL-T401L предлагает все основные защитные элементы, которые обычно ожидаются от реле Main 1 и реле Main 2. Применяйте логику включения на КЗ с ненаправленным элементом 5 или с элементами фазной токовой защиты Зоны 5. Используйте элементы немедленной токовой защиты (фазной, нулевой последовательности и обратной последовательности) для отключения сильноточных КЗ реле, без необходимости полагаться на каналы напряжения или защиты. Элементы МТЗ с обратнoзависимой задержкой срабатывания и с заданной выдержкой времени позволяют осуществлять координацию с соседними реле для обеспечения резервной защиты. Для определения того, что напряжение в системе находится вне пределов, вы можете использовать элементы защиты от повышенного и пониженного напряжения. Элементы направленной максимальной токовой защиты от замыкания на землю с обратнoзависимой задержкой срабатывания и с заданной выдержкой времени позволяют обнаруживать высокоомные короткие замыкания.



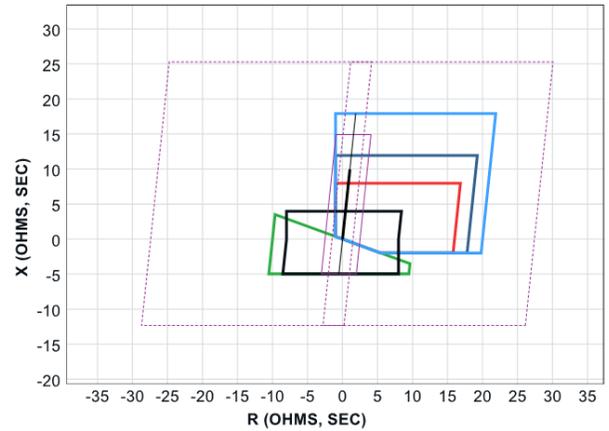
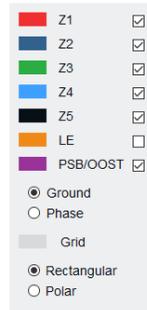
Характеристики дистанционной защиты реле SEL-T401L с круговой характеристикой и секционированием нагрузки.



Элементы контрольной защиты

Логика секционирования нагрузки предохраняет элементы дистанционной защиты и фазной токовой защиты в условиях большой нагрузки. Чтобы оптимизировать однополюсное отключение, можно использовать отдельные настройки секционирования нагрузки для измерения фазных цепей и цепей заземления.

Логика блокировки при качаниях мощности используется для защиты дистанционных элементов реле SEL-T401L во время качаний мощности. Элемент работает на основе принципа скорости изменения сопротивления и не требует каких-либо пользовательских настроек. Логика отключения при качаниях предназначена для отключения при нестабильных качаниях мощности, проходящих по незащищенной линии. Эта логика не требует настроек, в ней используется простой принцип отключения на основе измерения скорости изменения сопротивления.



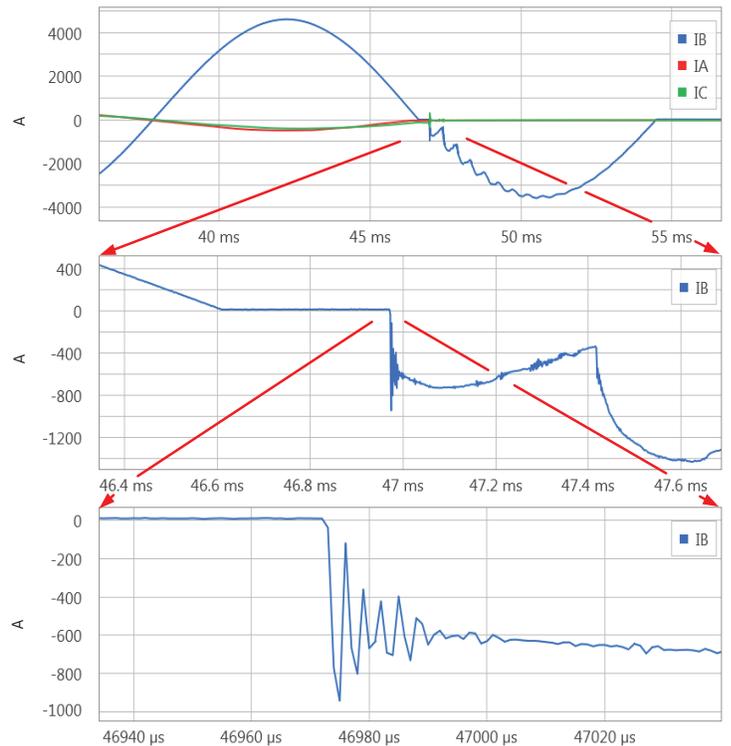
Характеристики дистанционной защиты реле SEL-T401L с четырехугольной характеристикой с блокировкой качания мощности и отключением при качаниях мощности.



Регистрация переходных процессов со сверхвысоким разрешением

Отслеживание линейных токов и напряжений с частотой выборки 1 МГц предлагает более детальную информацию для понимания вашей энергосистемы питания и анализа функций бегущей волны. Реле SEL-T401L измеряет и регистрирует два трехфазных комплекта токов и два трехфазных комплекта напряжений, а при использовании прямого оптоволоконного канала также величины удаленных трехфазных линейных напряжений и токов. Реле использует 18 прямых битов разрешения, что позволяет достичь превосходной точности данных. Сбор данных можно запустить с любого внутреннего бита, контактного входа, входа SEL MIRRORRED BITS или любой их комбинации.

SEL-T401L также предлагает запись токов и напряжений, измеренных с частотой 10 кГц, информацию о величине выбранных рабочих параметров защиты, битах Relay Word, уставках, а также данные о местоположении неисправностей и сводку о событиях. С помощью этой информации можно быстро и легко выполнить анализ работы реле.



Регистрация небольших особенностей напряжения и тока в энергосистеме, например, повторного срабатывания автоматического выключателя.



Определение места неисправности и мониторинг линии

Определение места неисправности на основе бегущей волны

В реле SEL-T401L реализован простой и надежный двухсторонний метод определения места неисправности на основе бегущей волны, что позволяет точно определять место неисправности. Этот метод работает по мультиплексированному каналу IEEE C37.94 при наличии внешних источников точного времени, подключенных к порту IRIG-B на обоих концах линии, и по прямому оптоволоконному каналу (внешние источники времени не требуются). Этот метод эффективен на воздушных линиях, кабельных линиях и гибридных линиях, имеющих воздушные и кабельные участки. Этот односторонний метод определения места неисправности на основе бегущей волны полезен в случаях, когда отсутствует связь между реле или когда не работает ваш канал связи. Используя двухсторонние и односторонние методы определения места неисправности на основе импеданса, вы можете получить результаты определения места неисправности, даже когда точка на кривой или пересечения нуля не дают методам бегущей волны определить место неисправности.

Мониторинг линии

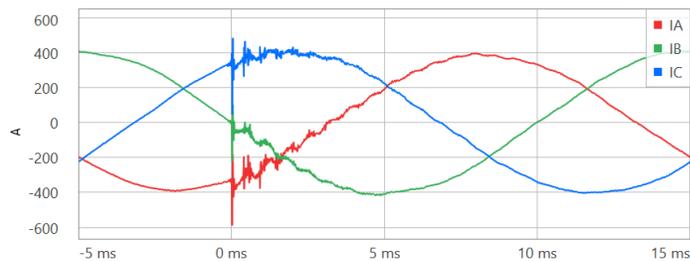
Функция мониторинга линии позволяет выявлять на линии слабые места и выполнять техническое обслуживание линии с учетом состояния. Мониторинг линии включается при запуске бегущих волн предвестниками неисправностей, такими как частичный разряд из-за загрязнения изолятора, зарастание растительностью или зарождающиеся неисправности кабеля. Функция мониторинга линии с высокой точностью обнаруживает предвестники неисправностей, табулирует события, свидетельствующие о появлении неисправностей вдоль линии, и выдает аварийные сигналы, если число событий в каком-либо месте превышает установленный пользователем порог. На основе этой информации можно уменьшить неисправности линий, очистив или заменив изоляторы и подрезав растительность.

Логика запрета автоматического повторного включения

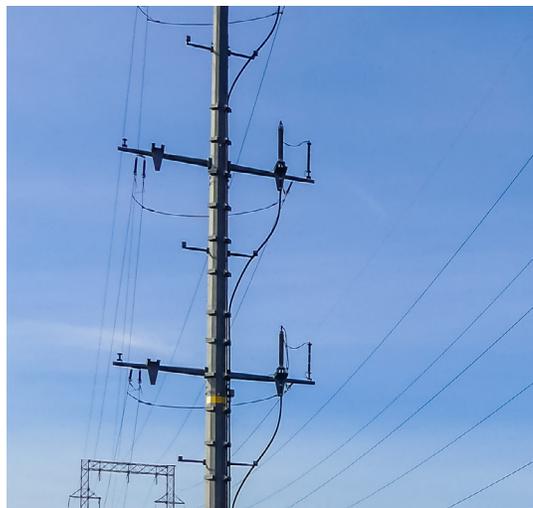
Адаптивная логика запрета автоматического повторного включения на основе местоположения дает возможность отделить неисправности на воздушных участках от неисправностей на кабельных участках гибридных линий и соответствующим образом контролировать ваше устройство автоматического повторного включения. Вы можете применять однополюсное отключение и повторное включение для неисправностей на воздушных участках, чтобы повысить надежность, и при этом предотвратить вызывающее дополнительные повреждения повторное включение на кабельном участке.



Технология SEL для определения места неисправности на основе бегущей волны уже около десятилетия определяет место неисправности с точностью до одного пролета между опорами.



SEL-T401L обнаруживает, определяет местоположение, табулирует и подает аварийные сигналы о событиях в зоне, помогая предотвратить неисправности и определить слабые места линии.



SEL-T401L определяет место неисправности на надземных кабельных участках гибридных линий и дает возможность выборочно активировать автоматическое повторное включение в режиме реального времени.

Простота во всем

Проектирование

Конструкция реле SEL-T401L обеспечивает правильный баланс гибкости и простоты. Настройки упрощены, названы, сгруппированы и представлены для интуитивного применения и легкого использования. Реле можно использовать с предварительно сконфигурированной логикой или отрегулировать его заводские настройки по умолчанию с помощью уравнений SELoGic, используя шлюзы, таймеры и триггеры.

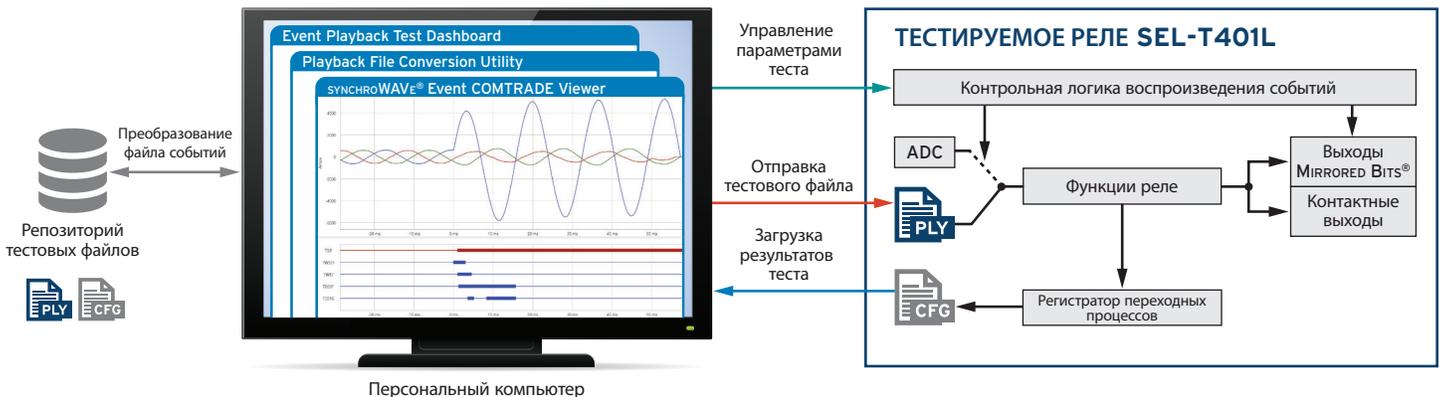
	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Range
EZPn Enable Zone n Phase Distance	MHO	MHO	MHO	MHO	MHO	OFF, MHO, QUAD
EZGn Enable Zone n Ground Distance	QUAD	QUAD	QUAD	QUAD	QUAD	OFF, MHO, QUAD
ZDIRn Zone n Direction	F	F	R	F		F, R (F - Forward, R - Reverse)
Phase Distance						
ZPn Zone n Phase Distance Reach	8.00	12.00	5.00	18.00	4.00	0.05 to 64.00 (ohms, sec)
ZPrR Zone n Phase Distance Resistive Reach	7.80	7.80	7.80	7.80	7.80	0.05 to 64.00 (ohms, sec)
ZPSREV Zone 5 Phase Distance Reverse Reach					5.00	0.05 to 64.00 (ohms, sec)
ZPnTANG Zone n Phase Distance Reactance Tilt Angle	-7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	-25.0 to 25.0 (deg)
ZPn_50PP Zone n Phase Distance Phase-Phase Overcurrent Pickup	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.50 to 150.00 (A, sec)
Ground Distance						
ZSC Zero-Sequence Compensation Method [ADVS]	AUTO					AUTO, MANUAL
k0Mn Zone n Zero-Sequence Compensation Factor Magnitude	0.667	0.667	0.667	0.667	0.667	0.000 to 10.000
k0An Zone n Zero-Sequence Compensation Factor Angle	-3.75	-3.75	-3.75	-3.75	-3.75	-180.00 to 180.00 (deg)
ZGn Zone n Ground Distance Reach	8.00	12.00	5.00	18.00	4.00	0.05 to 64.00 (ohms, sec)
ZGnR Zone n Ground Distance Resistive Reach	16.00	18.00	10.00	20.00	8.00	0.05 to 64.00 (ohms, sec)
ZGSREV Zone 5 Ground Distance Reverse Reach					5.00	0.05 to 64.00 (ohms, sec)
ZGnTANG Zone n Ground Distance Reactance Tilt Angle	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-25.0 to 25.0 (deg)
ZGn_50P Zone n Ground Distance Phase Overcurrent Pickup	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50 to 100.00 (A, sec)
ZGn_50G Zone n Ground Distance 3I0 Overcurrent Pickup	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50 to 100.00 (A, sec)

Экран настроек элементов дистанционной защиты в программе ACSELERATOR QuickSet® SEL-5030.

Простота тестирования

Встроенная в реле SEL-T400L функция воспроизведения величин тока и напряжения открывает новые возможности для тестирования реле. Для тестирования SEL-T401L можно загружать и воспроизводить сигналы тока и напряжения, записанные реле SEL-T400L, SEL-T401L, реле серии SEL-400 или цифровыми регистраторами отказов в условиях эксплуатации. Также можно использовать файлы, созданные с помощью программного обеспечения для моделирования переходных процессов.

Тестирование вторичным током входов-выходов реле SEL-T401L, учета электроэнергии и защитных элементов не вызывает никаких затруднений. Современные комплекты для тестирования реле позволяют формировать сигналы, требуемые для проверки защитных элементов, действующих на основе приращений и векторных измерений. Для тестирования вторичным током элемента TW32, схемы дифференциальной защиты TW87 и методов определения неисправности на основе бегущей волны можно использовать систему тестирования на основе бегущей волны SEL-T4287.



Загрузка и воспроизведение тестовых файлов выполняется с помощью встроенной функции воспроизведения событий.

Технические характеристики SEL-T401L

Общие сведения

Шесть входов переменного тока	Номинальный входной ток (модель 5 A): 5 A Номинальный входной ток (модель 1 A): 1 A
Шесть входов переменного напряжения	Диапазон номинальных напряжений: 57,7–144,3 В LN ($V_{НОМ} = 100–250$ В LL) Подключение (вход напряжения VY): Четырехпроводное соединение с общей нейтралью (защита, регистрация и учет электроэнергии) Подключение (вход напряжения VS): Шестипроводное соединение с индивидуальной изоляцией (регистрация и учет электроэнергии)
Контактные выходы	Номинальное напряжение: 48–250 В пост. тока Диапазон рабочего напряжения: 0–300 В постоянного тока Шесть высокоскоростных сильноточных отключающих выходов Fast Hybrid Form A Рабочее время (пуска): ≤ 10 мкс (резистивная нагрузка) Восемь стандартных выходов Form A Рабочее время (пуска): ≤ 6 мкс (резистивная нагрузка) Выход аварийной сигнализации (Form C)
Контактные входы	Оптоизолированные (работа в биполярном режиме): 5 входов с общей клеммой; 8 индивидуально изолированных входов Частота выборки: 10 кГц Номинальное напряжение: 48, 110, 125, 220 или 250 В постоянного тока
Три оптоволоконных порта для сигналов защиты	Скорость передачи данных: 19 200–115 200 бит/с (кодирование SEL MIRRORED BITS) или 64 кбит/с (кодирование IEEE C37.94) Тип разъема: ST Тип оптоволокна: Многомодовый Длина волны: 820 нм
Порт на передней панели	Тип USB: 2,0 Тип разъема: Тип B
Оптоволоконный порт Ethernet	Скорость передачи данных: 100 Мбит/с или 1 Гбит/с Тип волокна и дальность: Многомодовое, 2 км для типичного непрерывного оптоволоконного кабеля Тип разъема: LC
Порт со сверхвысокой пропускной способностью для защитных сигналов	Скорость передачи данных: 1 Гбит/с Тип волокна и дальность: Многомодовое, 0,3/0,55 км; одномодовое, от 10 до 200 км Тип разъема: LC (трансивер SFP заказывается отдельно)
Вход по времени	Формат входа IRIG-B: Демодулированный IRIG-B
Источник питания	Номинальный диапазон высокого напряжения: 125–250 В пост. тока, 110–240 В перем. тока Номинальный диапазон среднего напряжения: 48–125 В пост. тока, 110–120 В перем. тока
Диапазон рабочих температур	–40° to +85°C
Вес и размеры	Стойка 3U; 7,54 кг (16,63 фунта) 482,6 мм Ш × 132,6 мм В × 236,4 мм Г (19,00 дюймов Ш × 5,22 дюйма В × 9,31 дюйма Г)

SEL SCHWEITZER ENGINEERING LABORATORIES

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

© Schweitzer Engineering Laboratories, Inc., 2020
20210921

