

MiCOM ALSTOM P64X

Современная защита и управление трансформатором



Рис. 1 Вид спереди P645

Трансформаторы – это дорогостоящее оборудование энергосистем. Исключение всех электрических и механических воздействий, хотя и желательное для продления срока службы трансформатора, но не практично. Адаптивные технологии измерений и сигнализации (или отключения) в таких случаях, и советы по совокупному сроку службы, могут помочь спланировать предупредительное техническое обслуживание до того, как случится дорогостоящая авария. Внутренний КЗ опасен для всех трансформаторов, т.к. при этом в замкнутом объеме выделяется очень большое количество энергии. Задержка с локализацией повреждения уменьшает возможности восстановления трансформатора путем перемотки обмоток и ремонта сердечника.

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ

> Быстродействующая дифференциальная защита трансформатора

- Простое задание уставок – наладчику нужны только данные с заводской таблички трансформатора
- Возможность определения насыщения ТТ при КЗ позволяет экономично выбрать ТТ

> Дифференциальная защита от замыканий на землю (защита от замыканий на землю с торможением (REF) повышает чувствительность к однофазным КЗ

> Защита по напряжению, частоте, термическая защита и защита от перевозбуждения ТТ, ТН, цепь отключения и самоконтроль:

- Запатентованная система контроля цепей ТТ обеспечивает отсутствие ложных срабатываний при повреждении цепей ТТ

> Встроенная резервная МТЗ каждой обмотки

> Интерфейсы нескольких стандартных протоколов, включая МЭК 61850

ПРЕИМУЩЕСТВА:

- Универсальные IED для всех конфигураций трансформаторов (или реактора)
- Защита, управление мониторинг, измерения и запись в одном устройстве
- Резервирование и регистрация сквозных КЗ
- Простой заказ, задание уставок и ввод в эксплуатацию
- Программируемые функциональные клавиши

ПРИМЕНЕНИЕ

Терминал MiCOM Alstom P642 предназначен для защиты двухобмоточного трансформатора с одним комплектом 3 фазных ТТ на каждую обмотку. Терминал P643 рассчитан на подключение 3 комплектов ТТ, для защиты трехобмоточного трансформатора или двухобмоточного трансформатора с двумя ТТ на одной из обмоток. Если количество комплектов ТТ составляет 4 либо 5, то применяется терминал P645.

Все модели имеют однофазный вход ТН, главным образом для защиты от перенасыщения, а P643 и P645 могут быть снабжены дополнительным 3-фазным входом ТН. Это позволяет выполнить резервную МТЗ направленной, расширяет возможности измерения и позволяет записывать аналоговые каналы.. Кроме защиты трансформатора, реле P64x используется для защиты другого оборудования, такого как реакторы и двигатели. Серия MiCOM Alstom P64x снабжается полным набором функций защиты и управления. Колонка конфигурации в меню используется для выбора того какие функции необходимы пользователю в намеченном применении, а какие могут быть выведены. Выведенные функции полностью исчезают из меню, чтобы упростить конфигурирование. Для дифференциальных защит предусмотрен мастер задания конфигурации, что предотвращает ошибки в задании уставок.

ANSI	МЭК 61850	ФУНКЦИИ	P642	P643	P645
		Число токовых входов (3фазные модули ТТ)	2	3	5
		Число входов ТТ нулевой последовательности	2	3	3
		Однофазный вход ТН	1	1	1
		Дополнительный трехфазный вход ТН		(*)	(*)
87T	LzdPDIF	Дифференциальная защита трансформатора	*	*	*
64	RefPDIF	Дифференциальная защита с торможением от замыкания на землю (обмоток)	2	3	3
49	ThmPTTR	Защита от теплового перегруза	*	*	*
24	PVPH	Защита от перевозбуждения (В/Гц)	1	1 (2)	1 (2)
LoL		Снижение ресурса работы	*	*	*
Thru		Мониторинг сквозных КЗ	*	*	*
RTD	RtfPTTR	Резистивные датчики температуры (10 x RT100)	(*)	(*)	(*)
CLIO	PTUC	Вх/Вых преобразователей токовых (mA) петель (4 вх / 4 вых)	(*)	(*)	(*)
50/51	OcpPTOC	МТЗ для каждой обмотки	*	*	*
50N/51N	Ef_PTOC	Резервная токовая защита от замыкания на землю с использованием измеренных или вычисленных значений	*	*	*
46	NgcPTOC	МТЗ обратной последовательности для каждой обмотки (ТЗОП)	*	*	*
67/67N	RDIR	Направленные защиты: МТЗ, ЗНЗ и ТЗОП (при наличии 3-фазных входов ТН)		(*)	(*)
50BF	RBRF	УРОВ (число выключателей)	2	3	5
27/59/59N	PTUV/PTOV	Защита от понижения/повышения напр. и напряжения нулевой последовательности (при наличии 3-фазных входов ТН)		(*)	(*)
81U/81O	PTUF/PTOF	Защита при снижении/повышение частоты при наличии 3-фазных входов ТН)		(*)	(*)
VTS		Контроль цепей напряжения		(*)	(*)
CTS		Контроль цепей ТТ (запатентованный)	*	*	*
TCS		Контроль цепи отключения	*	*	*
IRIG-B		Вход синхронизации времени IRIG-B	(*)	(*)	(*)
	OptGGIO	Оптические дискретные входы	8...12	16...24	16...24
	RlyGGIO	Выходные реле	8...12	16...24	16...24
	FnkGGIO	Функциональные клавиши		10	10
	LedGGIO	Программируемые светодиодные индикаторы (R-красн, G-зел, Y-желт)	8R	18R/G/Y	18R/G/Y
PSL		Графическая программируемая схема логики (ПСЛ)	*	*	*
		Группы уставок (количество)	4	4	4
SOE		Регистратор событий	*	*	*
		Цифровой осциллограф	*	*	*

Объяснение обозначений: скобки (*) -опционально

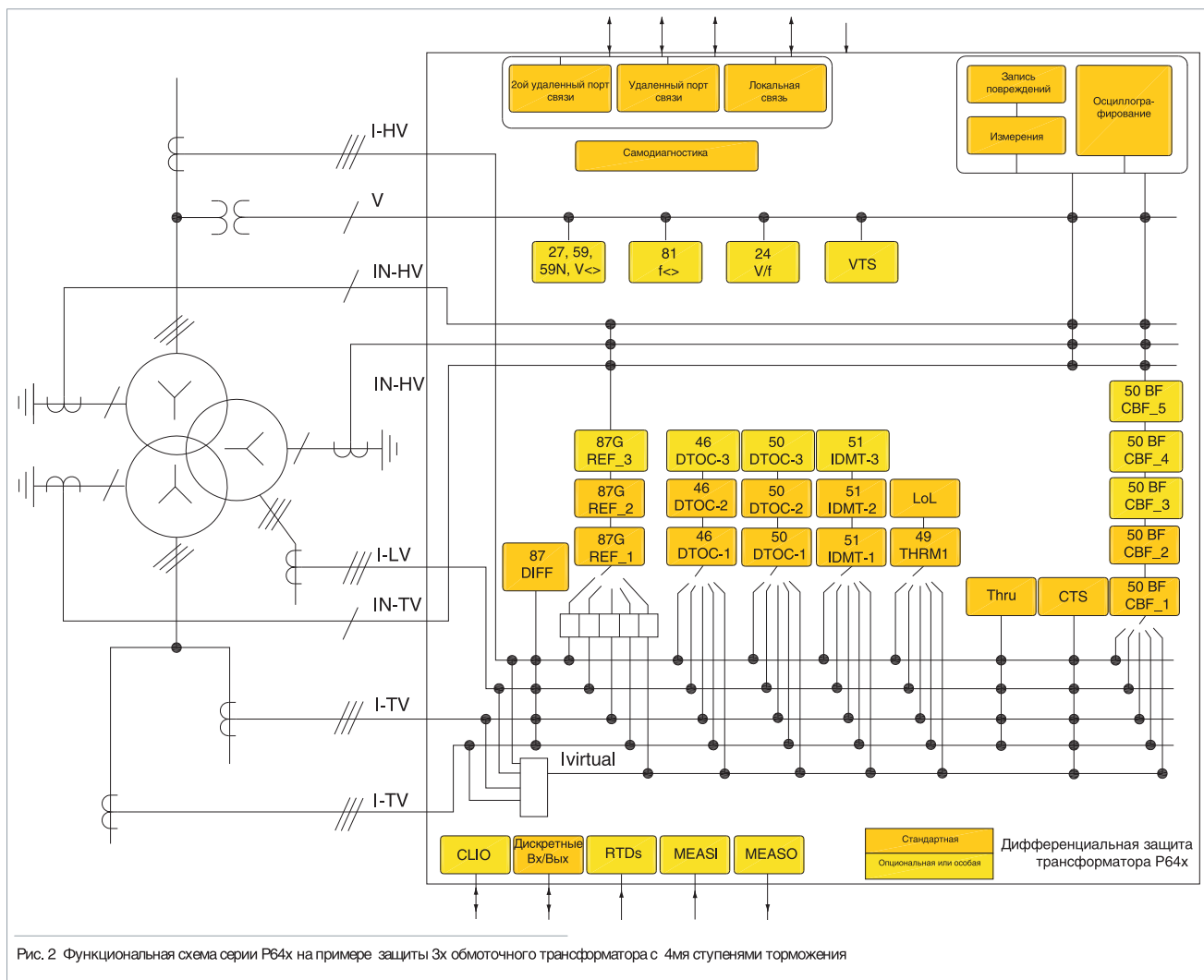


Рис. 2. Функциональная схема серии P64x на примере защиты 3х обмоточного трансформатора с 4мя ступенями торможения

Быстродействующая чувствительная защита для Вашего дорогостоящего оборудования

ОСНОВНАЯ ЗАЩИТА

> 87T Дифференциальная защита

В алгоритме предусмотрена характеристика торможения, имеющая три наклона, как показано на рис. 3. При внутреннем КЗ возникает дифференциальный ток. При нагрузочном режиме или при внешнем КЗ, через защиту протекает только ток торможения. Горизонтальный участок, расположенный в начале характеристики и облегчающий проверку защиты при наладке переходит в первый наклонный участок (k1). Участок K1, имеющий небольшой наклон, обеспечивает требуемую чувствительности к внутренним замыканиям и в то же время служит для отстройки от небаланса вызванного переключениями отпаек РГН и погрешностями ТТ. При токах выше номинальных, может постепенно появляться дополнительная погрешность из-за насыщения ТТ, поэтому наклон характеристики увеличивается до k2. Терминалы серии P64x используют торможение переходного режима, которое, в сочетании с наклоном k2, снижает требования по напряжению точки перегиба характеристики намагничивания ТТ.

Постановка силового трансформатора под напряжения приводит к броску тока намагничивания протекающего только в одной обмотке, и может возникнуть необходимость блокировки органов дифференциальной защиты до тех пор, пока сохраняется бросок тока намагничивания. Для этого используется проверенная схема с использованием второй гармоники тока. Во избежание нежелательного отключения при обнаружении насыщения ТТ выполняется торможение дифференциальной защиты. Торможение при насыщении ТТ обуславливается процентным содержанием пятой гармоники в токе. Дифференциальный орган с высокой уставкой (дифференциальная отсечка) работает без выдержки времени и без торможения по гармоникам, что обеспечивает быстрое отключение повреждений с большим током КЗ.

Для задания уставок дифференциальной защиты необходимы только известные данные, которые приведены на заводских табличках силового трансформатора и ТТ, а также информация о наличии каких либо заземляющих устройств в зоне защиты трансформатора.

> REF: Дифференциальная защита от замыкания на землю

Дифференциальная защита от замыкания на землю ключена в состав реле, чтобы защищать больший процент обмоток трансформатора, чем это возможно при помощи основной дифференциальной защиты. Для каждой обмотки используются отдельные дифференциальные органы (P642: ВН и НН. P643/P645: ВН, НН и, если необходимо, СН).

На рисунке 5 показано типовое применение дифференциальной защиты с торможением (REF). Применение данной защиты от замыканий на землю позволяет исключить необходимость в стабилизирующем резисторе или варисторе. Элементы REF работают независимо от обнаружения насыщения, потенциально обеспечивая более быстрое срабатывание при слабых и средних токах КЗ, в дополнение к более высокой чувствительности.

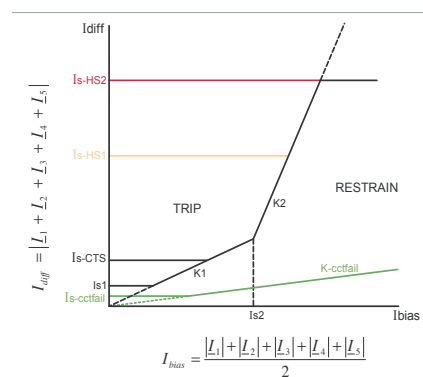


Рис. 3 Характеристика дифференциальной защиты (87T)

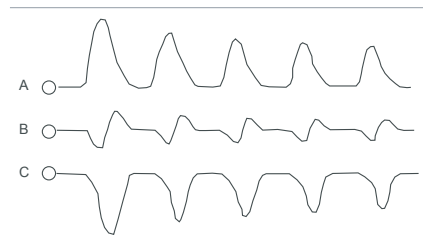


Рис. 4 Типичная форма броска намагничивающего тока – видны гармонические искажения

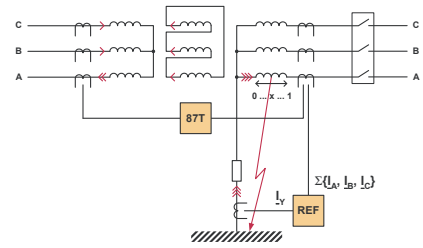


Рис. 5 Применение дифференциальной защиты от замыкания на землю

> Защита от тепловой перегрузки

Все модели терминалов включают защиту от тепловой перегрузки с расширением функциональных возможностей по желанию пользователя. Наиболее простой вариант применения использует зависимость I²t. Постоянные времени выбраны так, что тепловая модель может следовать за правильным экспоненциальным шаблоном нагрева и охлаждения, копируя температуру наиболее горячей точки обмотки. Тепловая защита имеет ступень сигнализации и отключения.

Чтобы увеличить точность моделирования теплового состояния, можно применить компенсацию влияния температуры окружающей среды и/или верхних слоев масла. Это достигается установкой в терминале платы для подключения резистивных датчиков температуры (RTD) и соответствующим размещением датчиков PT100 (снаружи или внутри бака трансформатора). В дополнение к этому, по каждому входу от датчиков может быть задана уставка сигнализации и отключения, если интерес представляет температура, измеренная непосредственно в месте расположения датчика. Доступны 10 независимых входов от датчиков, которые с помощью программируемой схемы логики (ПСЛ) могут быть использованы для управления насосом охлаждения и вентилятором.

Защита от тепловой перегрузки тесно связана с функцией мониторинга сокращения срока службы, которая будет описана ниже.

> В/Гц защита от перевозбуждения

Однофазный вход напряжения может быть подключен на фазное или линейное напряжение и служит для обнаружения перевозбуждения сердечника трансформатора. В терминале представлены характеристики сигнализации и отключения, которые основаны на измерении отношения напряжения к частоте. Сигнализация работает с независимой выдержкой времени (DT), а характеристика отключения может быть использована либо с 4 независимыми таймерами либо с 1 инверсным (IDMT) и 3 независимыми таймерами (DT). Устанавливаемый по заказу трехфазный вход напряжения, доступный в терминалах P643 и P645, позволяет применять защиту от перевозбуждения как на ВН, так и НН сторонах трансформатора для обеспечения оптимальной защиты, не зависящей от направления нагрузки. Функции защиты от тепловой перегрузки и перенасыщения основаны на тепловых эффектах, моделируя нагрев обмоток и масла или нагрев магнитопровода и пластин сердечника. Т.к. константы времени составляют минуты (а не секунды), нагрев и охлаждение обоих температурных моделей может быть довольно долгим. В терминале обеспечивается отсчет времени перед отключением, показывающий время, оставшееся до отключения, если будет продолжаться существующий уровень нагрузки или возбуждения. В терминале может применяться сигнализация перед отключением, оповещающая диспетчера, что у него есть несколько минут для принятия мер перед тем, как произойдет отключение. После любых испытаний связанных с подачей тока в терминал, все моделируемые тепловые состояния могут быть сброшены командой пользователя.

> УРОВ

Устройство резервирования отказа выключателя может пускаться как от защит интегрированных в P64x, а так же от внешних устройств. Так в случае срабатывания газового реле должен выполняться пуск УРОВ всех выключателей (трансформатора). Там, где внешняя защита присоединения или системы шин применяется для отключения только одного (или более) выключателя(ей), P64x способна пустить схему УРОВ для каждого выключателя в отдельности. Функция УРОВ имеет быстродействующий орган контроля протекания тока и может действовать с первой выдержкой времени на "свой" (отказавший) выключатель через второй соленоид отключения, а со второй выдержкой времени на отключение смежных выключателей.

ФУНКЦИИ КОНТРОЛЯ

Контроль цепей напряжения обеспечивает обнаружение потери одного, двух или трех сигналов ТН (модели P643 и P645 снабжены 3-фазными входами ТН). Контроль цепей тока обеспечивает обнаружение потери фазного тока. Используя запатентованную функцию дифференциального контроля тока (CTS), терминал обеспечивает интеллектуальное сравнение небаланса тока обратной последовательности во всех ТТ, для определения какой (если такие есть) из ТТ вышел из строя. Этот метод позволяет быстро обнаружить все виды замыканий в цепях ТТ, разомкнутые цепи и обрыв фаз. Работа дифференциальной защиты может быть заблокирована во время повреждения цепей ТТ или временно загрублена для предотвращения излишнего срабатывания. Таким образом, функция CTS гарантирует стабильность дифференциальных органов в режиме реального времени и любую применимую дифференциальную токовую защиту от замыкания на землю.

Простое задание уставок: требуются только данные с заводской таблички трансформатора

РЕЗЕРВНАЯ ЗАЩИТА

MiCOM Alstom P642, P643 и P645 поставляются с полным набором функций резервных защит. Обычно они используются с выдержкой времени и предназначены для резервирования защит сети при возникновении внешних КЗ (вне зоны защиты). Стабильность энергосистемы может быть повышена за счет использования встроенных функций терминала при организации схем частотной разгрузки, блокировки, сигнализации и т.п.

> Токовые защиты

Каждая обмотка защищаемого трансформатора, независимо от того, измеряется ли ток от непосредственно ТТ или является виртуальной суммой от двух ТТ, может иметь следующие защиты:

- МТЗ от междуфазных КЗ
- МТЗ обратной последовательности
- Защита от замыканий на землю (корпус)

Каждая из токовых защит располагает четырьмя независимыми степенями с возможностью выбора независимых или обратнозависимых характеристик срабатывания по стандартам МЭК или ANSI/IEEE. В тех случаях, когда терминалы P643/P645 оснащены входами для подключения трех фаз ТН, любая из токовых защит той же обмотки, где расположен подключенный ТН, может быть выполнена направленной. Это может быть необходимо для ликвидации КЗ с подпиткой с другой стороны или для защиты смежных сборных шин. Для защиты шин подстанций распределительных сетей и промышленных электроустановок среднего напряжения, могут быть сконфигурированы недорогие схемы работающие

на принципе блокировки вышестоящего выключателя («логическая защита шин»). Эта схема, основана на логике отключения ввода на секцию шин, когда ток КЗ, протекающий по сборным шинам, не сопровождается внешним КЗ на отходящем фидере. Защита от замыканий на землю может быть настроена на работу, как по измеренным, так и по вычисленным значениям тока нулевой последовательности. «Измеренные значения» означают, что на обмотке (или на внешнем заземляющем трансформаторе) имеется однофазный ТТ в цепи заземления нейтрали звезды, и пользователь желает использовать этот ток для введенной в работу резервной защиты от замыкания на землю (SBEF). «Вычисленные значения» используются для обмоток соединенных в треугольник или в тех случаях, когда пользователь предпочитает использовать ток нулевой последовательности вычисленный по трем фазным токам.

> Защиты по напряжению *

В терминале доступны защиты по повышению/ напряжению, а также защита по повышению напряжения нулевой последовательности (напряжение смещения нейтрали). Каждая из трех защит имеет по две независимые степени срабатывания. Эти функции особенно необходимы для обнаружения ошибок регулирования напряжения. (* - Доступно при заказе 3-фазного входа ТН в терминалах P643 или P645).

Защита по частоте

В терминале предусмотрены четыре степени защиты по понижению частоты и две степени защиты по повышению частоты. Данная функция может быть использована для реализации схем АЧР и ЧАПВ.

УПРАВЛЕНИЕ

> Интерфейс пользователя

Встроенные программируемые клавиши и светодиодные индикаторы обеспечивают экономически эффективное решение для схем защиты трансформатора. Терминалы P643 и P645 предлагают более высокие функциональные возможности благодаря наличию десяти функциональных клавиш с трехцветными светодиодами, которые также могут быть использованы, в том числе и для индикации статуса клавиш, работающих, по желанию пользователя, в двух режимах (кнопка или тумблер). Это позволяет реализовать функции управления или выполнить ввод/вывод тех или иных функций или режимов путем простого нажатия кнопки, т.е. без поиска требуемого пункта в структуре меню.

> Программируемая схема логики (ПСЛ)

Функциональная графическая логика позволяет пользователю привести логику работы функций защиты и управления в соответствии с требованиями пользователя. Логика включает в себя элементы «ИЛИ», «И», а также мажоритарные элементы. При этом предусмотрена возможность инвертировать входов и выходов элементов логики и обеспечивать обратную связь. Система оптимизирована таким образом, чтобы обработка алгоритмов программируемой логической схемы (GSK) не вносила дополнительную задержку в работу терминала при срабатывании функций защиты. Гибкая логика конфигурируется с помощью графического редактора логической схемы интегрированного в программный пакет MiCOM Alstom S1 Studio, как показано на рис. 6. Выходы реле, при необходимости, могут быть конфигурированы на фиксацию в сработанном состоянии, а также на задержку при срабатывании/возврате и др.

ИЗМЕРЕНИЯ И ЗАПИСЬ

> Сокращение срока службы (LoL)

Частые превышения номинального тока или работа при повышенных температурах сократят срок службы трансформатора. Терминалы серии P64x обеспечивают подсчет срока службы трансформатора, используя тепловую модель, которая оценивает температуру «горячей точки». В P64x оценка ухудшения изоляции выполняется по методике адаптированной теории Аррениуса, согласно которой, срок службы изоляции и абсолютная температура связаны обратно пропорциональной зависимостью (IEEE Std. C57.91-1995).

Функция LoL включает в себя:

- Ежедневную запись в энергонезависимую память: Суммарное сокращение срока службы, темп сокращения срока службы, коэффициент ускорения старения и остаточного срока службы в часах
- Уставки сигнализации при достижении мгновенных или суммированных значений
- Сброс накопленной статистики, если терминал стал использоваться на другом трансформаторе

Сквозные токи КЗ – это основная причина повреждения трансформаторов, ухудшения изоляции и возникновения механических повреждений. Вычисление $I2t$ основано на записанной и сохраненной для каждой фазы длительности и максимальном токе. Вычисленные результаты добавляются к ранее накопленным значениям и отслеживаются таким образом, чтобы облегчить планирование технического обслуживания или определение необходимости вывода трансформатора из работы. Последние пять пусков регистрации сохраняются в виде отдельных записей.

> Измерения в энергосистеме (MMXU)

Терминал обеспечивает измерение нескольких аналоговых величин, включая фазовые углы. Измеряются:

- Токи в фазах и нейтрали всех обмоток, включая симметричные составляющие
- Измерения по всем входам напряжения
- Частота, $\cos\Phi$, активная и реактивная мощность
- Максимальные и циклически обновляемые значения (токов)
- Тормозные и дифференциальные токи
- Все тепловые состояния, температуры, и срок службы
- Измерения, назначенные на mA входы/выходы (CLIO)

> Регистратор событий

События с метками времени сохраняются в энергонезависимой памяти. Для точной синхронизации времени в качестве опции доступен порт IRIG-B (модулированный или демодулированный сигнал)

> Запись аварий

- Индикация поврежденной фазы
- Действие защиты
- Активная группа уставок
- Время срабатывания защиты и выключателя
- Токи предаварийного и аварийного режима
- Тормозные и дифференциальные токи

> Осциллографирование

Терминал выполняет запись формы аналоговых сигналов с высокой частотой выборки. Каждая осциллограмма включает запись всех аналоговых сигналов от ТТ и ТН, а так же до 32 дискретных сигналов. Запись выполняется в формате COMTRADE.

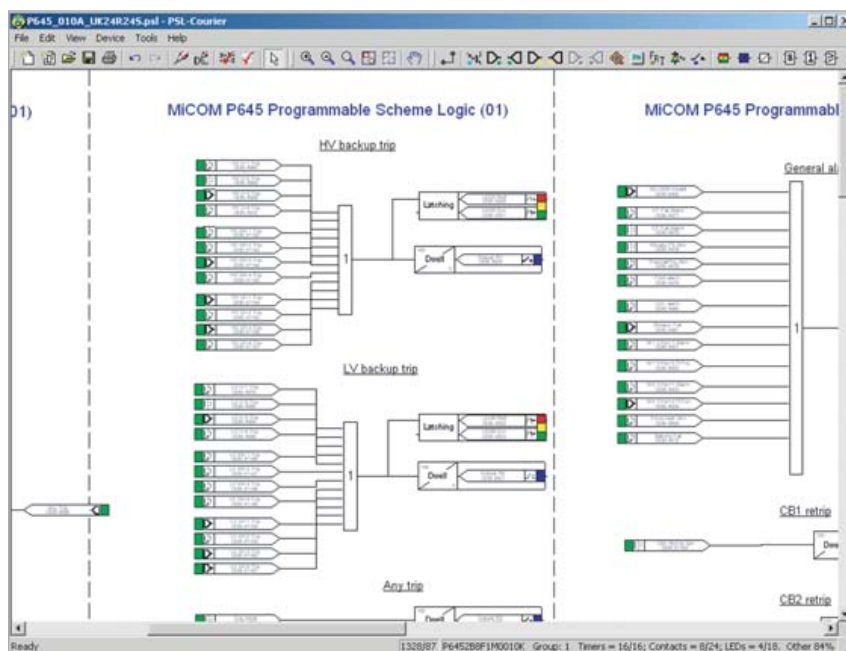


Рис. 6
Редактор программируемой
схемы логики (ПСЛ)

КОНТРОЛЬ ОБОРУДОВАНИЯ

> Контроль цепи отключения

Контроль цепи отключения может быть реализован, путем использования опто изолированных входов терминала и возможностей программируемой логической схемы.

> Аналоговые mA Входы и Выходы (CLIO)*

Терминал имеет 4 входа для подключения преобразователей с диапазонами выходного сигнала 0-1 mA, 0-10 mA, 0-20 mA или 4-20 mA. С каждым входом могут быть связаны две ступени защиты с выдержкой времени: одна – для сигнализации и вторая - для отключения. Каждая ступень может быть установлена на срабатывание при превышении уставки или при снижении ниже уставки.

Кроме этого, в терминале имеется 4 выхода, снижающие необходимость во внешних преобразователях, с диапазонами выходного сигнала 0-1 mA, 0-10 mA, 0-20 mA или 4-20 mA. Они могут использоваться для питания стандартного амперметра для аналоговой индикации измеренных величин или для ввода в SCADA, используя существующие аналоговые RTU (терминалы телемеханики).

(* - Доступно при заказе терминала с платой CLIO).

Гибкость схемы программируемой логики и схемы управления

Alstom Grid в России

107023, Москва, Электrozаводская, д.32А
Тел.: +7 (495) 737 49 79
Факс: +7 (499) 748 12 65

Alstom Grid Worldwide Contact Centre

www.grid.alstom.com/contactcentre/
Tel: +44 (0) 1785 250 070
www.alstom.com/grid

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ - ЗАЩИТА ТРАНСФОРМАТОРА Alstom Grid

Более 15 000 дифференциальных защит трансформатора MiCOM Alstom поставлено с 2001г.

Серия MiCOM Alstom P642, P643, P645 развивает эту технологию.

Большое количество установленных реле и история дифференциальной защиты трансформатора представлена сериями DTH, MBCH, MX3DPT, KBCH, PQ и MiCOM.

Более 80 000 таких типов реле работают во всем мире.

Набор устройств в составе защиты трансформатора MiCOM P64x, защиты фидера MiCOM P12x/P14x и регулятора напряжения KVGC в качестве системы защиты и управления трансформатора.

СВЯЗЬ С УДАЛЕННЫМ ДИСПЕТЧЕРОМ И АСУ ТП

В терминале доступны два вспомогательных порта связи; задний порт обеспечивает дистанционную связь, а передний – локальную (с ПК). Дополнительно может быть заказан второй задний порт (опция). При заказе терминала может быть выбран любой из следующих протоколов связи: Courier/K-Bus, MODBUS, МЭК 60870-5-103, DNP3.0 или МЭК 61850.

> Второй задний порт Courier

Второй задний порт, устанавливаемый по заказу, обычно используется инженерами РЗА и диспетчерами для удаленного доступа к терминалу при помощи модема, в тех случаях, когда основной порт зарезервирован для связи со SCADA системой.