

# MiCOM P642 / 643 / 645

Универсальные МП устройства защиты, управления и автоматики трансформатора



Трансформаторы являются крайне дорогостоящей частью энергосистем. Разрушения, вызванные электрическими или механическими перегрузками нечасты, но все же очень целесообразно защитить трансформаторы от этих повреждений. Специальные устройства, которые измеряют и предупреждают (отключают), а так же оптимизируют обслуживание трансформаторов может оптимизировать текущее обслуживание и предотвратить от дорогостоящих повреждений.

Внутренние повреждения – чрезвычайно опасны для всех типов трансформаторов, при таких коротких замыканиях высвобождается крайне опасное количество энергии. Если не отключить быстро, возможность перевить обмотки уменьшается, а повреждения магнитопровода могут стать неотвратимыми.

MiCOM P642, P643 и P645 предназначены для всех случаев – увеличивают срок службы и предоставляют быструю защиту от повреждений трансформаторов. Размещенные на улучшенной IED платформе P64x включает в себя дифференциальную, REF, тепловую защиты; защиты от «пожара стали», а так же резервную защиту от внешних повреждений. Модельный вариант обеспечивает защиту двух- и трехобмоточных трансформаторов (включая автотрансформаторы), располагает до 5 групп трёхфазных токовых входов. Устройства сводят расчеты токов ТТ в одно программное приложение, где P64x суммирует токи, для создания общей токовой обмотки с целью улучшения работы резервной защиты. Резервная защита может быть направленной, во всех моделях пользователь может использовать 1 (P642) или 3 (P643 и P645) фазы ТН.



## ПРЕИМУЩЕСТВА:

- Универсальное устройство для всех типов трансформаторов (включая автотрансформаторы и реакторы)
- Релейная защита контроль, управление, измерения в одном устройстве
- Резервирование и регистрация всех видов повреждений
- Простота монтажа наладки и обслуживания
- Программируемые клавиши

## Особенности:

- Высокоскоростная дифференциальная защита трансформатора. Простая настройка – устройство требует только паспортные данные трансформатора.
- Улучшенная чувствительность для замыканий на землю REF.
- Элементы для напряжения, частоты, температуры, перенасыщения.
- Цепи ТТ, ТН, отключения, и самодиагностики.
- Запатентованная технология контроля цепей ТТ, предотвращает ложные отключения из-за неисправности цепей ТТ.
- Высокая запас устойчивости вторичных обмоток реле токам КЗ.
- Простые интерфейсы к нескольким автоматическим протоколам, включая двойной порт IEC61850

## ПРИМЕНЕНИЕ

MiCOM P642 используется для защиты для двухобмоточных трёхфазных трансформаторов. P643 может защищать трёхобмоточный трансформатор или трансформатор с расщепленными обмотками на НН. Там где существует необходимость защиты 4 или 5 сторон трансформатора, используется P645, токовые входы, которого позволяют организовать надежную защиту 5-ти сторон. Все модели обеспечены однофазным входом напряжения, в основном для надежного выявления перенасыщения трансформатора., P643 и P645 уже имеют дополнительную возможность подключения 3-х фаз напряжения. Это позволяет организовать направленность резервных защит и расширять возможности регистрации аналоговых сигналов. Устройства P64x могут так же быть использованы и для защиты других элементов, таких как реакторы и двигатели.

Серия MiCOM P64x обеспечивает полный набор стандартных функций защиты и управления. Таблица функций показывает, какие защиты доступны в требуемом устройстве и какие нет. Для упрощения просмотра недоступные функции не показаны. Элементы дифференциальной защиты являются встроенными для избежания ошибок при наладки.

ANSI	IEC61850	ОПИСАНИЕ	P642	P643	P645
		Число плеч дифференциальной защиты	2	3	5
		Число входов для подключения тока нулевой последовательности	2	3	3
		Число входов для подключения цепей напряжения	1	1	1
		Возможность подключения 3 фаз цепей напряжения		(*)	(*)
87T	LzdPDIF	Дифференциальная токовая защита трансформатора	•	•	•
87N -64	RefPDIF	Дифференциальная защита по току нулевой последовательности	2	3	3
49	ThmPTTR	Защита от тепловой перегрузки	•	•	•
24	PVPH	Защита от перевозбуждения U/f	1	1 (2)	1 (2)
LoL		Контроль эксплуатационного ресурса трансформатора	•	•	•
Thru		Контроль сквозных токов КЗ	•	•	•
RTD	RtfPTTR	Температурные датчики, подключение до 10 датчиков PT100	(*)	(*)	(*)
CLIO	PTUC	Входа и выхода постоянного тока (4 входа / 4 выхода)	(*)	(*)	(*)
50/51	OcpPTOC	Максимальная токовая защита (МТЗ)	2	3	3
50N/51N	Ef_PTOC	Токовая защита нулевой последовательности (ТЗНП)	2	3	3
46	NgcPTOC	Токовая защита обратной последовательности (ТЗОП)	2	3	3
67/67N	RDIR	Направленные МТЗ, ТЗНП, ТЗОП (в случае подключения 3 фаз цепей напряжения)		(*)	(*)
50BF	RBRF	УРОВ	2	3	5
27/59/59N	PTUV/PTOV	Защита от минимального напряжения / Защита от повышения напряжения / Защита по напряжению нулевой последовательности (в случае подключения 3 фаз цепей напряжения)		(*)	(*)
81U/81O	PTUF/PTOF	Реле частоты минимального / максимального действия (в случае подключения 3 фаз цепей напряжения)		(*)	(*)
VTS		Контроль исправности цепей напряжения (в случае подключения 3 фаз цепей напряжения)		(*)	(*)
CTS		Контроль исправности токовых цепей (патент)	•	•	•
TCS		Контроль целостности цепи отключения	•	•	•
IRIG-B		Синхронизация времени IRIG-B	(*)	(*)	(*)
	OptGGIO	Число оптоизолированных двоичных входов	8...12	16...24	16...24
	RlyGGIO	Число выходных реле	8...12	16...24	16...24
	FnkGGIO	Функциональные клавиши		10	10
	LedGGIO	Программируемые светодиодные индикаторы (R-красный, G-зеленый, Y-желтый)	8R	18R/G/Y	18R/G/Y
PSL		Программируемая схема логики	•	•	•
		Число групп уставок	4	4	4
SOE		Регистрация событий	•	•	•
		Аварийный осциллограф	•	•	•
(*) – дополнительный заказ					

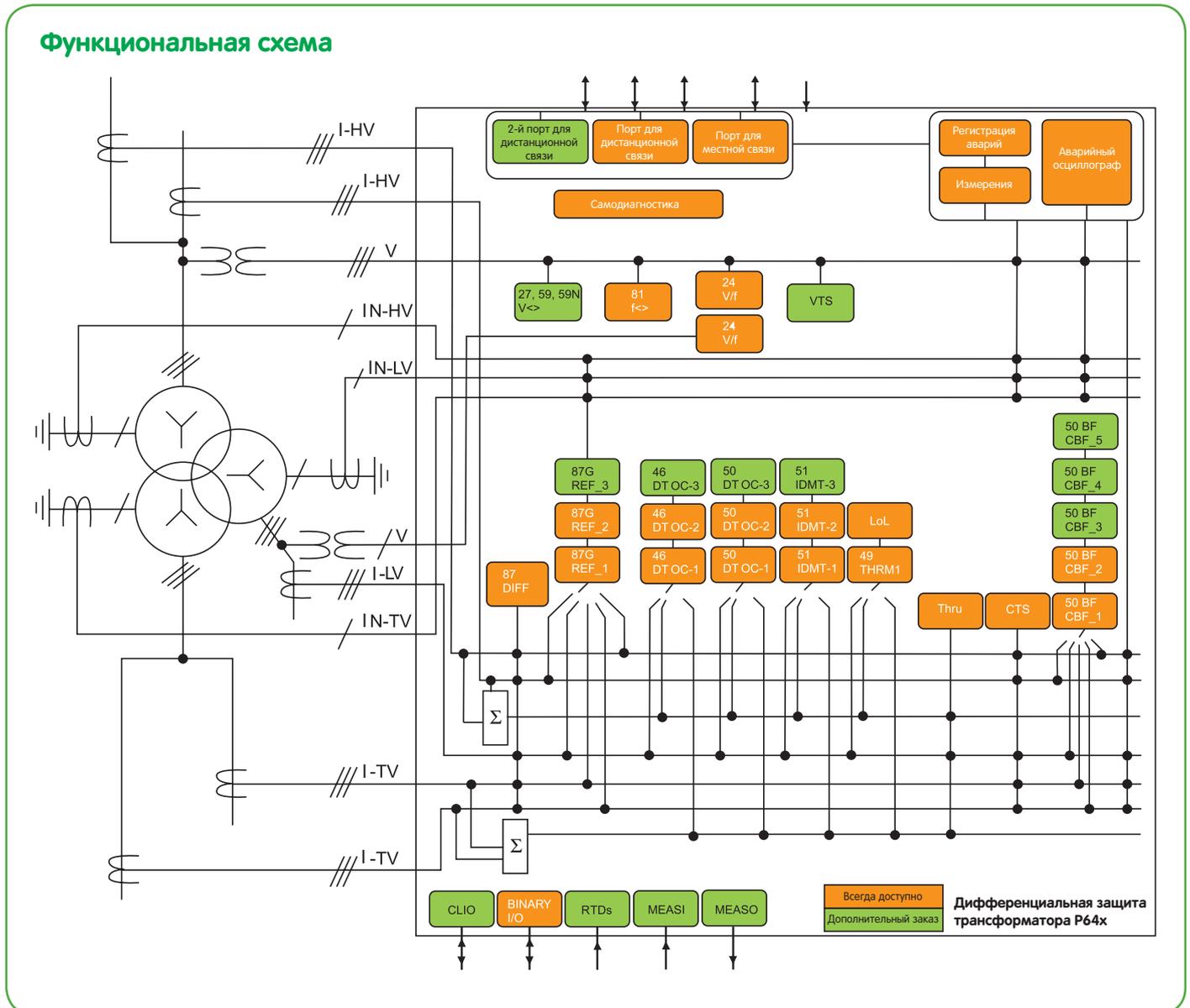


Рис. 2: Функциональная схема устройства MiCOM P64х для трехобмоточного трансформатора с четырьмя точками подключения к энергосистеме.



Быстрая, чувствительная защита для Вашего ценного актива

## ОСНОВНАЯ ЗАЩИТА

### 87Т Дифференциальная защита трансформатора

Как показано на рис. 3 алгоритм имеет характеристику, состоящую из трёх участков. Внутренние повреждения вызывают дифференциальный ток. При внешних повреждениях через защищаемый объект протекает сквозной ток. Начальный участок характеристики пологий, возрастает до точки K1. Точка K1 это нижняя граница чувствительности повреждений при условии того, что трансформатор работает в пределах возможностей регулирования напряжения, при этом учтены погрешности, которые могут возникнуть при перегрузке ТТ, а так же дополнительные погрешности вызываемые насыщением трансформатора. Следствием этих процессов является рост характеристики к точке K2. Это позволяет учесть устройствами Р64х насыщение трансформаторов тока при КЗ.

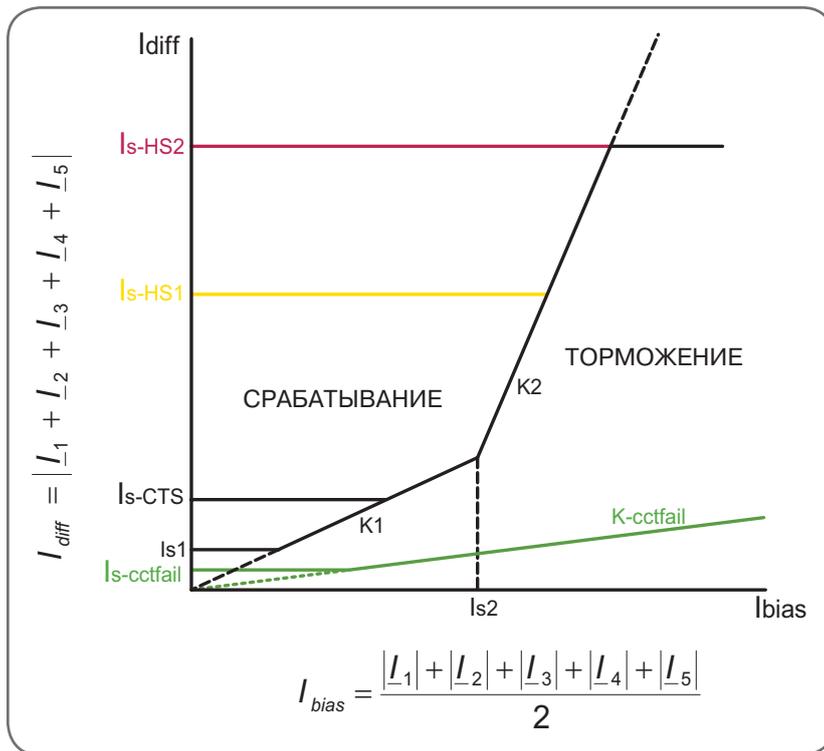


Рис. 3: Характеристика дифференциальной защиты с торможением (87Т)

Кроме того элемент определяющий насыщение способен отличить условия насыщения ТТ от намагничивания и увеличить время откл. от внешних КЗ при сильном насыщении ТТ.

При возникновении причин, вызывающих намагничивания от протекания пусковых токов только в одной обмотке, вызывает необходимость стабилизации дифференциальных элементов. Для этого существует схема детекции по второй гармонике. Дифференциальная защита может быть так же заблокирована, когда трансформатор перенасыщен так, что быстрое отключение невозможно при насыщении. Составляющая перенасыщения обусловлена уровнем 5-й гармоники в протекающем токе. Дифференциальная защита нулевой последовательности.

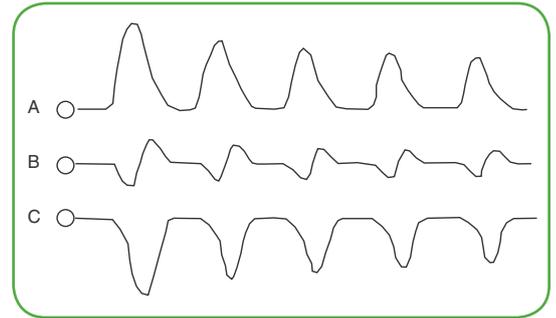


Рис. 4: Формы кривых токов намагничивания трансформатора свидетельствуют о наличии высших гармоник

### Дифференциальная защита нулевой последовательности

Данная защита разработана так, чтобы покрыть большую часть обмоток трансформатора, которую стандартная дифференциальная защита защитить неспособна. Р64х обеспечивает данную защиту как в обычных трансформаторах так и автотрансформаторах.

Для обычных силовых трансформаторов обеспечиваются отдельные измерительные элементы для каждой обмотки. Для автотрансформатора добавочный измерительный элемент обеспечивается через специальную обмотку напряжения. Для каждого REF элемента может быть выбран отдельный режим работы: или высоко или низко импедансный.

На Рис. 5 показано типичное замыкание на землю. Использование низкоимпедансного элемента REF позволяет уклониться от необходимости установки стабилизирующего резистора или варистора типа Metrosil. REF элементы независимо функционируют при детекции резких толчков нагрузки, позволяют добиться более быстрого отключения при невысоких или средних уровнях КЗ, а в добавок они имеют улучшенную чувствительность.

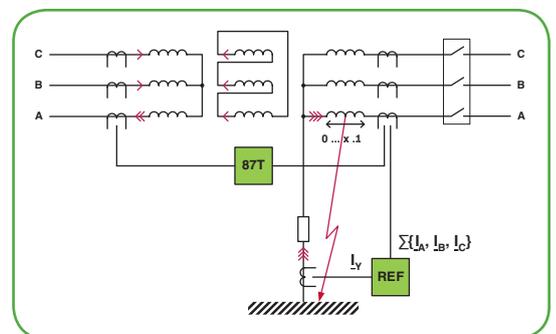


Рис. 5: Организация токовых цепей дифференциальной защиты нулевой последовательности

### Защита от тепловой перегрузки

Все модели обладают защитой от тепловой перегрузки, при этом вид защиты может быть выбран заказчиком. Простейшие модели работают с характеристикой  $I^2t$ . По заводским параметрам возможно построить точную модель нагрева и охлаждения с моделированием температуры наиболее разогретого места.

Доступны две уставки: для сигнализации и отключения.

Для улучшения чувствительности работы модели может применяться непосредственное измерение температуры объекта. Это достигается путем использования модуля RTD в который возможно подключить датчики PT100(снаружи или внутри бака трансформатора). Кроме того любой температурный вход может действовать как на отключение так и на сигнализацию. Максимальное количество используемых независимых датчиков температуры - 10, которые с помощью свободно программируемой логики (PSL) возможно использовать для принудительного охлаждения.

Выполняемые защитой от тепловой перегрузки измерения используются при оценке эксплуатационного ресурса трансформатора.

### Защита от перевозбуждения трансформатора

Для выявления перевозбуждения трансформатора используется однофазный вход реле, он может быть подключен по схеме фаза-фаза либо фаза-ноль. Алгоритм защиты замеряет уровни напряжения/частоты и выдает предупредительный либо отключающий сигналы. Доступны четыре ступени защиты. Все ступени могут иметь независимые временные характеристики, а одна так же может быть обратнозависимой. В Р643 и Р645 есть возможность подключения трехфазных ТН, при этом уже существует возможность определения перевозбуждения как по стороне ВН так и по стороне НН.

Таким образом защита осуществляет надежный контроль силового трансформатора. Как алгоритмы температурной перегрузки, так и перевозбуждения базируются на моделировании тепловых процессов обмоток, масла и магнитопровода. Логика доаварийного обратного отсчета может обеспечить индикацию времени, оставшегося до отключения при неизменных нагрузках. Данная функция была разработана с целью информирования диспетчера о времени в течении которого можно исправить режим.

### УРОВ

В защитах Р64х есть возможность организации автоматики УРОВ как с пуском от своих защит, так и от внешних устройств. В случае использования газового реле Бухгольца в качестве таких внешних устройств, УРОВ должно работать одновременно на всех выключателях. Там где в качестве внешних устройств применяются РЗА присоединений либо ДЗШ УРОВ действует на один выключатель(в некоторых случаях на несколько). Логика УРОВ в Р64х построена таким образом, чтобы использовать данную функцию на каждом выключателе независимо. Функция УРОВ действует с первой выдержкой времени «на себя», а со второй на смежные элементы, при этом осуществляется постоянный контроль условий УРОВ(превышение тока).

### КОНТРОЛЬ ИСПРАВНОСТИ ЦЕПЕЙ ИЗМЕРЕНИЯ

Функция контроля исправности цепей напряжения контролирует факт потери одной, двух либо трех фаз(для Р643 и Р645 оснащенными тремя входами по напряжению). Аналогично контролируется фазы в токовых цепях. Использование запатентованного алгоритма «дифференциального контроля цепей ТТ», построенного на сравнении небалансов токов обратной последовательности во всех фазах и определение той, где произошел обрыв позволяет определить КЗ в витках ТТ, обрывы и оперативно выдать предупредительный сигнал с блокировками защит (например дифференциальной), чтобы избежать ложных отключений. Функция контроля исправности токовых цепей гарантирует надежную работу как дифференциальной защиты так и дифференциальной защиты нулевой последовательности.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ЗАЩИТЫ

Устройства MiCOM Р642, Р643, и Р645 обеспечены полным комплектом резервных защит. Обычно данные функции используются с небольшим «запозданием» для резервирования смежных зон. Надежность общей системы защиты может быть значительно улучшена использованием других доступных функций таких как блокировки, сигнализации и т.д.

### Токовый защиты

Каждая обмотка, в которой ток измеряется непосредственно через токовый вход или виртуальное моделирование двух ТТ доступны следующие функции:

- Максимальная токовая защита.
- Защита обратной последовательности.
- Защита от замыканий на землю.
- Максимальная токовая защита с пуском по напряжению.

Доступно более 4-х ступеней на каждый вид защиты с возможностью выбора стандартных характеристик and ANSI / IEEE IDMT, или с нулевым временем отключения либо с независимыми (по времени) характеристиками отключения.

Если необходимо направленные МТЗ могут быть полезны для защит соседних шин.

В распределительных сетях может быть организована сравнительно недорогая защита шин, основанная на принципе «обратной блокировки» или логическая защита шин. Эта схема базируется на принципе отключения которое должно произойти при протекании токов кз по участку шин при внешнем КЗ при отсутствии сигналов блокировки с защит смежных элементов. Токовая защита нулевой последовательности может работать по току, измеряемому в нейтрали трансформатора или по току вычисляемому как сумма фазных токов. Данный выбор может быть осуществлен пользователем путем изменения уставок.



Простота настройки:  
Необходимы только паспортные  
данные трансформатора!

### Защиты по напряжению

В устройствах Р64х возможно использовать двухступенчатую МТЗ с пуском по напряжению. Это позволяет организовать надежную резервную защиту от фазных КЗ, эффективно отстраиваясь от больших нагрузок. В случае контроля трех фаз напряжения возможна организация двухступенчатых защит максимального и минимального напряжения а так же напряжения нулевой последовательности. Такие функции крайне полезны при определении неисправностей приводов и автоматик управления РПН.

Там, где используются три фазы напряжения (Р643 и Р645) возможно использование одноступенчатой защиты напряжения нулевой последовательности. Чтобы организовать данную функцию на терминале Р642 необходимо использовать схему подключения к цепям напряжения типа – фаза-фаза.

### Защиты по частоте

Четыре ступени минимального действия и две ступени максимального действия могут быть задействованы для автоматической частотной разгрузки (АЧР) и последующего частотного автоматического включения (ЧАПВ)

## УПРАВЛЕНИЕ

### Панель управления

Все модели Р64х обеспечены эргономичными клавишами управления, а так же программируемыми светодиодами для организации наглядной сигнализации и управления защитами.

Р643 и Р645 предлагают более широкий набор функций - 10 функциональных клавиш с двумя режимами – нормальным и триггерным, каждая из которых связана с трехцветными светодиодами, расположенными на лицевой панели. Существует возможность запрограммировать прямой вызов необходимых функций для просмотра, контроля, обслуживания путем нажатия соответствующих клавиш.

### Свободноконфигурируемая логика

Многофункциональный графический редактор позволяет настроить функции защиты и управления. Логика включает в себя блоки «И», «ИЛИ», большое количество других функций, с возможностью инвертирования входов и выходов. Система построена таким образом, что бы исключить «потерю» защитных выходов в PSL логике. Для работы в логической части защит используется MiCOM S1 Studio, пример которого показан на рис.6. Все выходы могут быть запрограммированы на работы с «защелкой» либо на «самовозврат». С помощью PSL логики возможна организация дополнительных «замедлений» и блокировок.

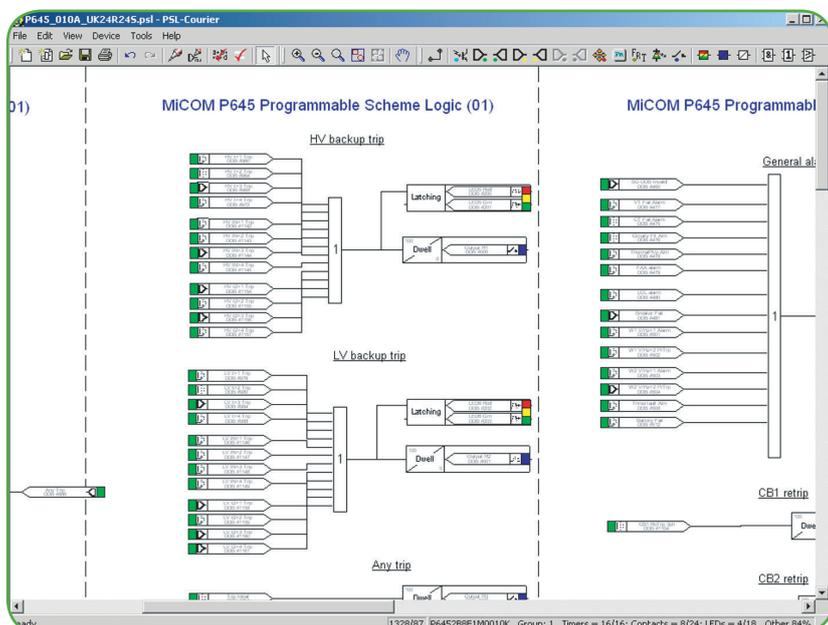


Рис. 6: Графический редактор PSL

## ИЗМЕРЕНИЯ И РЕГИСТРАЦИЯ

### Контроль эксплуатационного ресурса трансформатора

Частые изменения тока, повышения температур, вызванные КЗ уменьшают рабочий срок трансформатора. Р64х обеспечивает контроль эксплуатационного ресурса трансформатора, используя тепловую модель, которая рассчитывает разогрев обмоток. В соответствии с теорией Аррениуса срок службы изоляции обратно пропорционален изменению температурного режима работы. В связи с этим функция контроля эксплуатационного ресурса трансформатора включает в себя:

- Ежедневную запись состояния тепловой модели в энергонезависимую память
- Учет снижения срока службы трансформатора, интенсивности использования, ускорения износа, остаточного ресурса.
- Предупредительную сигнализацию при достижении накопленных либо мгновенных условий.
- Возможность «обнуления» статистики при смене объекта защиты.

### Контроль сквозных токов КЗ

Сквозные токи КЗ вызывают преждевременное старение изоляции обмоток трансформатора и как следствие его повреждение. На основе расчетов  $I^2 \cdot t$  и записи продолжительности и максимального тока зафиксированного в каждой фазе. Результаты расчетов аккумулируются и анализируются устройством таким образом, чтобы персонал эксплуатирующей оборудование смог составить расписание обслуживания или скорректировать существующее. Сохраняется также детальная информация о пяти последних режимах внешних КЗ.

## Измерения

Устройство способно измерять многочисленные аналоговые параметры, такие как:

- Фазные токи, токи, протекающие через нейтраль с фазовыми углами, а также все виды последовательностей.
  - Измерения напряжения
  - Частота мощность активная и реактивная
  - Амплитудные и действующие значения
  - Токи намагничивания и дифференциальные токи
  - Все тепловые состояния, температура, износ оборудования
- Вся информация может быть представлена в CLIO

## Регистрация событий

Все события сохраняются в памяти терминала с меткой времени. Предусмотрена возможность точной синхронизации времени в стандарте IRIG-B.

## Записи аварийных режимов

Записи аварийных режимов включают:

- Определения поврежденной фазы.
- Защиты и управление.
- Активную группу уставок.
- Времена действия реле и выключателей.
- Доаварийные и аварийные токи.
- Токи намагничивания и дифференциальные токи.

## Аварийный осциллограф

Запись по всем аналоговым входам устройства. 32 канала для записи состояния двоичных сигналов, определяемых пользователем. Поддерживается формат COMTRADE.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ КОНТРОЛЯ

### Контроль цепей управления

Использование двоичных входов и программируемой логики позволяет осуществлять контроль исправности цепей управления выключателем.

### Аналоговые входы выхода постоянного тока (CLIO\*)

Возможно использование четырёх входов с номиналами of 0-1mA, 0-10mA, 0-20mA или 4-20mA. Каждый вход связан с двумя уставками по времени, одной для сигнализации, другой для отключения. Каждая уставка может сработать как при превышении параметров так и при уменьшении.

Возможно использование четырёх выходов с номиналами of 0-1mA, 0-10mA, 0-20mA или 4-20mA что позволяет избежать установки дополнительных преобразователей. Данные выходы могут использоваться для выдачи измерений, выполняемых Р64х к внешним устройствам. (\* - доступны только модуль CLIO).

## ПОРТЫ СВЯЗИ

Во стандартной комплектации доступны два порта связи. Задний порт предназначен для удаленной связи (например с АСУ ТП), передний порт предназначен для работы непосредственно с терминалом в месте установки.

Фронтальный порт RS232 специально был разработан для работы с MiCOM S1 Studio, который обеспечивает все функциональные возможности устройства (настройка уставок, конфигурирование, просмотр событий, измерений, контроль функций).

Задний порт RS485 служит для организации удаленной связи. Он может работать с следующими протоколами:

- Courier / K-bus (возможность организации связи через оптический интерфейс)
- Modbus (возможность организации связи через оптический интерфейс)
- IEC60870-5-103 (возможность организации связи через оптический интерфейс)
- DNP 3.0 (возможность организации связи через оптический интерфейс)
- IEC 61850 (over 100 Mbit/s оптич./проводн.r Ethernet)

IEC 61850 доступен в том случае, когда заказывается опциональный порт Ethernet. IEC 61850 обеспечивает высокоскоростной обмен данными, связь между устройствами одного уровня, автоматическое считывание отчетов, аварийных процессов, а также и синхронизацию по времени.

В качестве одной из опций доступен дополнительный порт Ethernet (для организации системы в «кольцо» или в «двойную звезду»). Р64х имеет 64 виртуальных входов, через которые возможно передавать релейные команды другим устройствам объединенных в систему GOOSE. Так же опционально возможно заказать второй задний порт, который может быть сконфигурирован как RS232, RS485 или K-Bus.



### **ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТА ТРАНСФОРМАТОРА ОТ КОМПАНИИ**

- Более чем 15 000 дифференциальных защит трансформаторов серии MiCOM было поставлено с 2001
- MiCOM P642, P643, P645 является новейшими разработками данной серии
- Всего в мире работает около 80 000 реле разных производителей
- 2006 – Добавлен протокол IEC 61850