

РУКОВОДСТВО ПО ПРИМЕНЕНИЮ

СОДЕРЖАНИЕ

ВСТУПЛЕНИЕ	3
2. УСТРОЙСТВО РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ОТКАЗА ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ : УРОВ	4
2.1 Модуль обнаружения отказа выключателя при однофазном КЗ на землю	5
2.2 Модуль обнаружения отказа выключателя при КЗ на землю (Обнаружение тока нулевой последовательности)	6
2.3 Общий отказ выключателя	6
2.2 Типичные уставки	6
2.4.1 Уставки таймеров УРОВ	6
2.4.2 Уставки минимального тока УРОВ	6
3. ЗАЩИТА "МЕРТВОЙ ЗОНЫ"	7
4. НЕСОВПАДЕНИЕ ПОЛЮСОВ	8
5. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ТАЙМЕРЫ	9
6. БЕЗОПАСНОСТЬ КОММУТАЦИИ	10
6.1 Безопасность коммутации	10
6.1.1 Краткое описание	10
6.1.2 Автоматизм	10
7. КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ	11
8. КОНТРОЛЬ ПОЛОЖЕНИЯ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ	12
8.1 Функции контроля положения выключателя	12
8.2 Контроль времени отключения	12
8.2.1 Количество срабатываний выключателя	12
8.2.2 Сумма квадратов отключаемых токов	12
8.2.3 Статистика	13
8.3 Указания по выбору уставок	13
8.3.1 Уставка ΣI_n	13
8.3.2 Уставка количества операций	13
8.3.3 Уставка времени срабатывания	13
9. РЕГИСТРАЦИЯ СОБЫТИЙ	14
10. РЕГИСТРАЦИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ	15
11. РЕГИСТРАЦИЯ АНОМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ	16
12. ТРЕБОВАНИЯ К ТТ	17

ПУСТАЯ СТРАНИЦА

1. ВСТУПЛЕНИЕ

Реле MiCOM P821 было разработано для обеспечения расширенных функциональных возможностей защиты, измерений, автоматики и командного управления в электросетях всех уровней.

Данное реле может использоваться в промышленных и распределительных электросетях, а также для защит сверхвысокого напряжения и высоковольтных защит. Особенностью данного реле является его универсальность, позволяющая применять его для: шинопроводов, потребителей энергии, потребителей среднего напряжения, кабельных выводов, воздушных линий электропередач и т.д. Функции защит на землю и фазных защит включают информацию как без выдержки, так и с выдержкой времени. Многочисленные характеристики времени включения позволяют без особых сложностей подключить данное реле к существующей схеме защиты, уже содержащей реле защиты.

Ниже приведены основные функции реле:

Функции	Код ANSI	MiCOM P821
УРОВ	50BF (Ph), I<	X
УРОВ при КЗ на землю	50BF (N), IN<	X
Таймер 1 уровня	tBF1	X
Таймер 2 уровня	tBF2	X
Мертвая зона (Конечная зона)	DBI	X
Несовпадение полюсов	Poles Not Together	X
Статистика, управление и контроль выключателя		X
Вспомогательные таймеры	tAUX	2
Фиксация выходных контактов	86, Lockout	X
Группы уставок		2
Измерения (Истинное RMS)	Metering	4
Регистрация событий	SOE	75
Регистрация повреждений		5
Регистрация аномальных режимов	Oscillography	5 x 3 с
Средства связи передней панели RS 232	Comms	X
Средства связи задней панели RS 485	Comms	X

2. УСТРОЙСТВО РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ОТКАЗА ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ : УРОВ

Функция резервирования отказа выключателя дает возможность проверять надлежащее размыкание выключателя, при выдаче команды на отключение для данного выключателя.

В передающих/распределительных сетях медленное устранение повреждений может также угрожать устойчивости системы. Поэтому, обычно применяется устройство резервирования отказа выключателя, которое контролирует отключение выключателя за определенное время. Если ток короткого замыкания не отключен через заданную выдержку времени после сигнала на отключение выключателя, то сработает устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ).

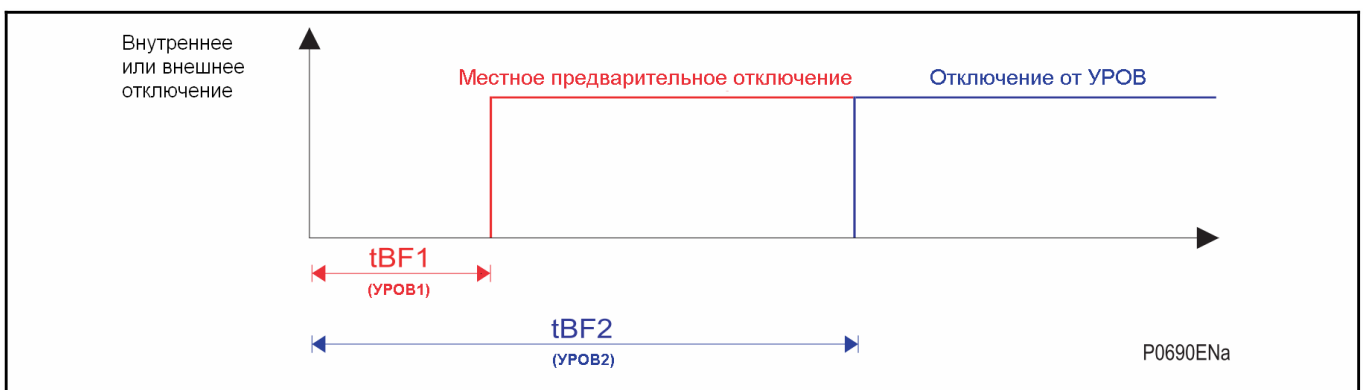
Действие функции УРОВ может применяться для отключения от УРОВ вышестоящих выключателей, чтобы гарантировать, что КЗ изолировано правильно.

Действие УРОВ может также служить для возврата всех пусковых выходных контактов, снимая любую блокировку, введенную в МТЗ вышестоящей защиты.

Для обеспечения срабатывания данной функции в распоряжении пользователя имеется 5 таймеров (4 x tBF1 (УРОВ1) и 1 x tBF2 (УРОВ2)), по истечении времени которых выдается команда на аварийное отключение (однофазный ток или трехфазный ток).

В общих чертах, выход tBF1 (УРОВ1) подсоединен к аварийным катушкам локального выключателя "Предварительное отключение", а выход tBF2 (УРОВ2) подключен к выключателю шинпровода "Отключение от УРОВ".

Таймеры tBF1 (УРОВ1) и tBF2 (УРОВ2) подключены параллельно (или tBF1 и [tBF2-tBF1] последовательно), т.е. если не срабатывает "предварительное отключение", шинопровод отключается через "отключение от УРОВ".



Первая функция задержки tBF1 (УРОВ1) разделена на 3 таймера для обеспечения оптимального отключения однофазных токов и один таймер для независимого устройства резервирования отказа выключателя при замыкании на землю.

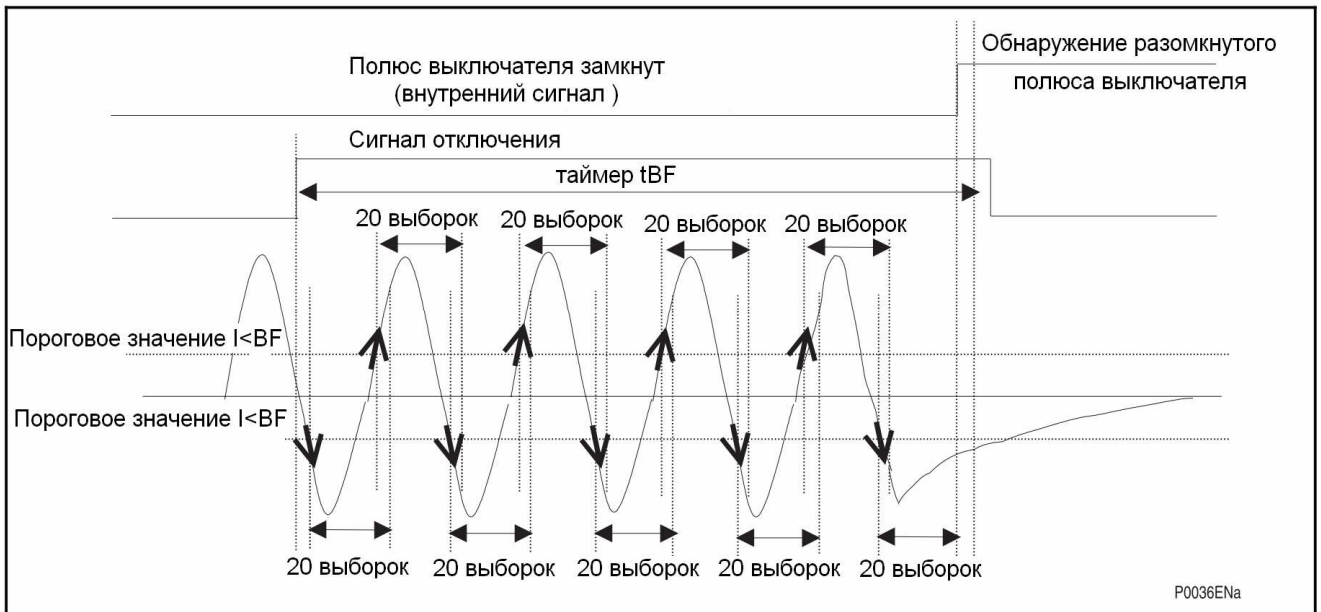
Включение функции резервирования отказа выключателя производится при наличии внешней команды отключения.

Сброс функции резервирования отказа выключателя (например, остановка таймеров) производится при:

- падении уровня аналогового значения тока ниже порога обнаружения
- При сбросе на 0 внешних команд отключения в случае, если конфигурация СБРОСА установлена на "ДА".

Аналоговое обнаружение возврата (таймер возврата) находится в пределах 0,75 цикла.

15 мс при 50 Гц или 12,5 мс при 60 Гц



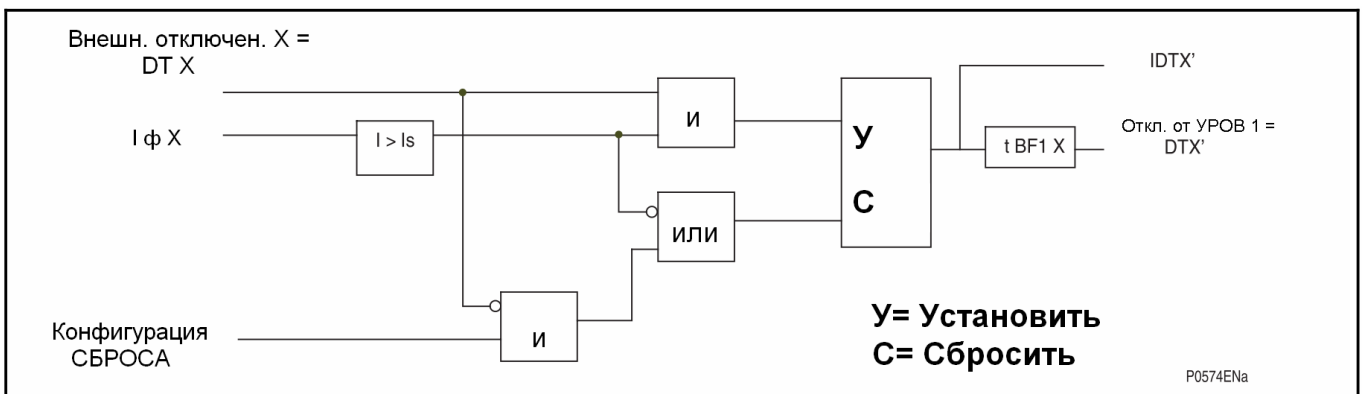
Аналоговое обнаружение не реагирует на постоянную составляющую тока и насыщение трансформатора тока.

Алгоритм обнаружения размыкания контактов определяет превышение текущего установленного порогового значения для каждого промежутка. В случае превышения порогового значения, снова запускается задержка обнаружения. В противном случае ничего не происходит. По истечению времени задержки, алгоритм размыкает контакты.

В этом случае не используется фильтрованный ток (только низкочастотная фильтрация).

2.1 Модуль обнаружения отказа выключателя при однофазном КЗ на землю

Для каждой из трех фаз имеется модуль обнаружения однофазного тока, который представлен синоптическим сопровождением (где X = A или B или C)



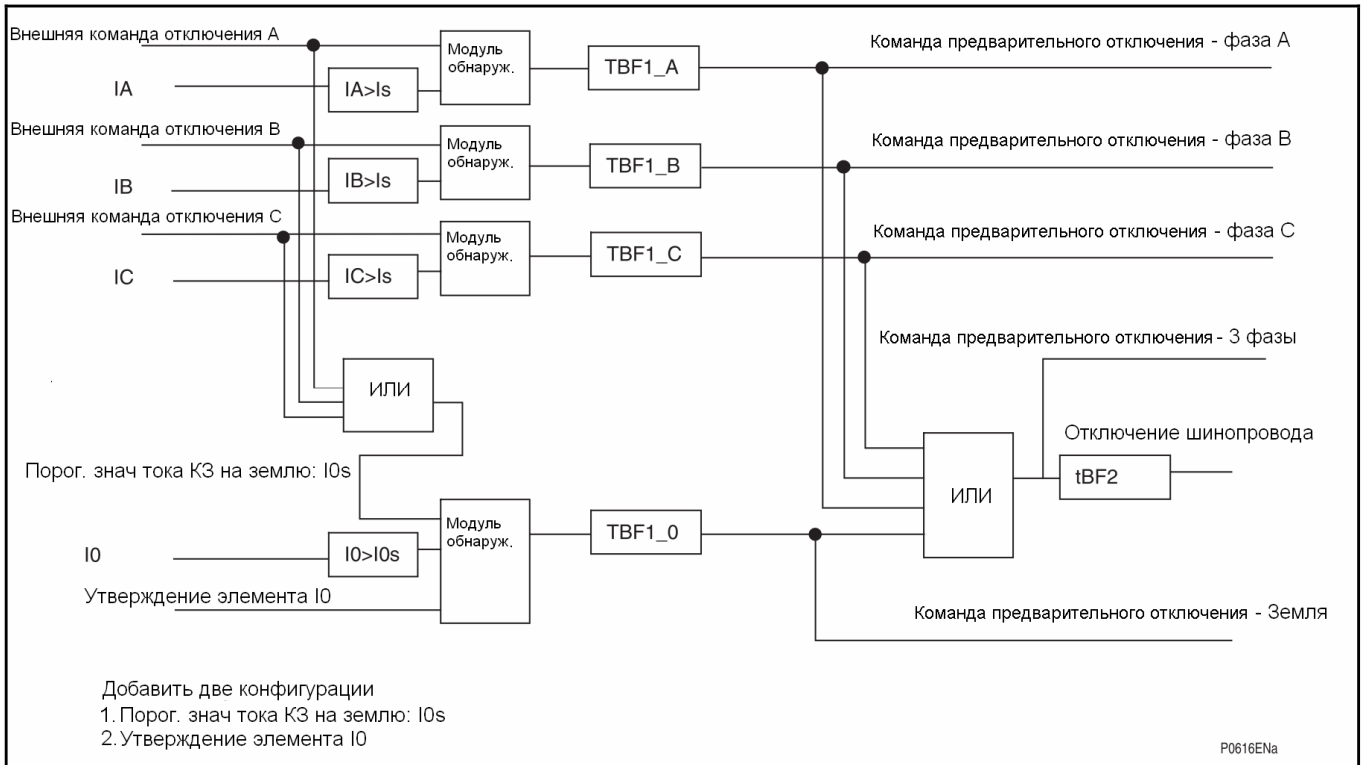
Обнаружение [$I > I_s$] выполняется непосредственно на выборках, что необходимо для обнаружения исчезновения тока за менее чем 0,75 периода. Каждый раз, когда одна или более выборок превышают пороговое значение (на протяжении 0,75 периода) запускается задержка на срабатывание. В случае если за время данной задержки не было обнаружено превышений порогового значения, информация [$I > I_s$] устанавливается на 1, а таймер задержки tBF1 (УРОВ1) сбрасывается на 0, то же происходит и с данными времени обнаружения в случае, если таковые были заданы. Аналогично, в случае если обнаруживается изменение времени обнаружения на 0, а конфигурация "сброс при установке на 0 внешнего отключения" изменяется на 1, таймер задержки tBF1 (УРОВ1) сбрасывается на 0. То же происходит и с данными времени обнаружения, в случае если таковые были заданы.

При наличии тока значение I_s равняется сконфигурированной уставке, в случае если отсутствие тока будет составлять 90% уставки.

2.2 Модуль обнаружения отказа выключателя при КЗ на землю (Обнаружение тока нулевой последовательности)

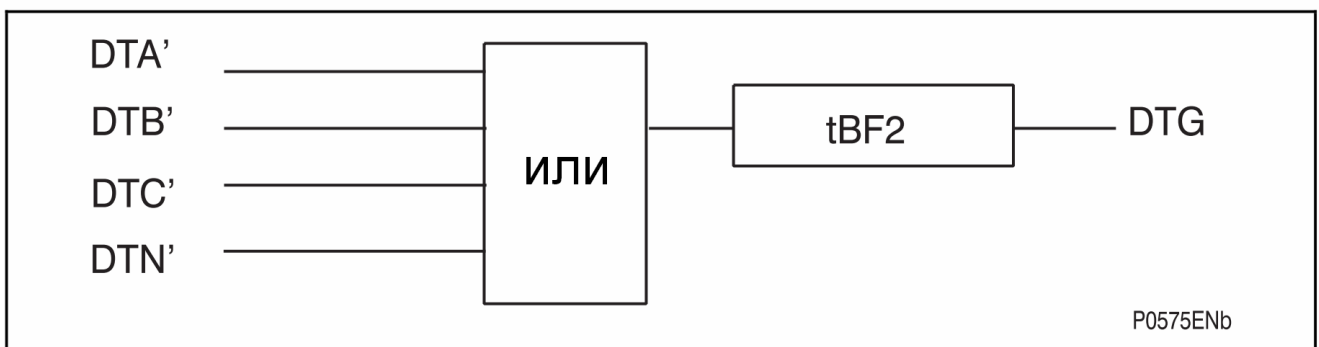
Данный модуль является аналогом модуля обнаружения отказа выключателя для однофазного тока, за исключением отсутствия внешней команды на предварительное отключение.

Отключение выполняется при помощи либо DTA, либо DTB, либо DTC, либо DTRI (результат логически "ИЛИ" всех выключаемых фаз (DTA, DTB, DTC, DTRI))



2.3 Общий отказ выключателя

В случае если один из 4 сигналов аварийного отключения (DTA', DTB', DTC', DTE') имеет значение 1, запускается таймер задержки tBF2 (УРОВ2), по истечении времени которого срабатывает общее отключение. В случае если все 4 сигнала "аварийного отключения" сброшены на 0, таймер задержки tBF2 (УРОВ2) сбрасывается на 0, то же происходит и с данными сигналов DTG в случае, если таковые были заданы.



2.4 Типичные уставки

2.4.1 Уставки таймеров УРОВ

Типичная уставка таймера для выключателей на $2 \frac{1}{2}$ цикла равна приблизительно 150 мс.

2.4.2 Уставки минимального тока УРОВ

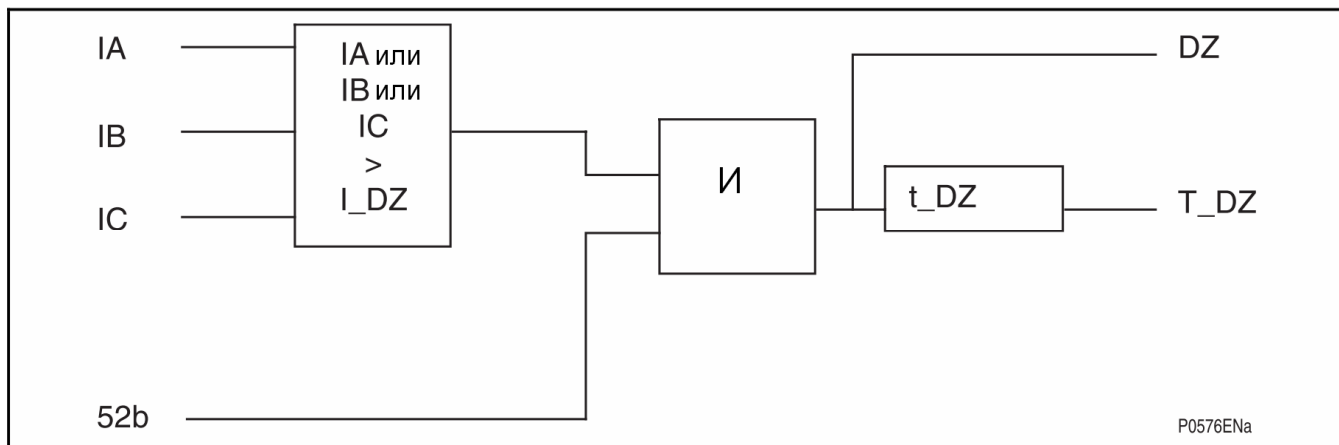
Уставки фазных токов ($I<$) должны быть установлены меньшими тока нагрузки, чтобы гарантировать, что срабатывание $I<$ указывает на отключение полюса выключателя. Типичная уставка для воздушных или кабельных линий составляет 20% I_n , и, обычно, 5% I_n для УРОВ генераторного выключателя.

ПРИМЕЧАНИЕ: Время возврата P821 равняется 0,75 цикла (15 мс при 50 Гц или 12,5 мс при 60 Гц)

3. ЗАЩИТА "МЕРТВОЙ ЗОНЫ"

P821 использует данные 52b, поступающие от логических входов (которые соответствуют трем разомкнутым полюсам). Трехфазный модуль обнаруживает наличие тока, по крайней мере, в одной фазе, при помощи сопоставления значения тока для фазы с заданным пороговым значением тока (I_{DZ} строго $>$).

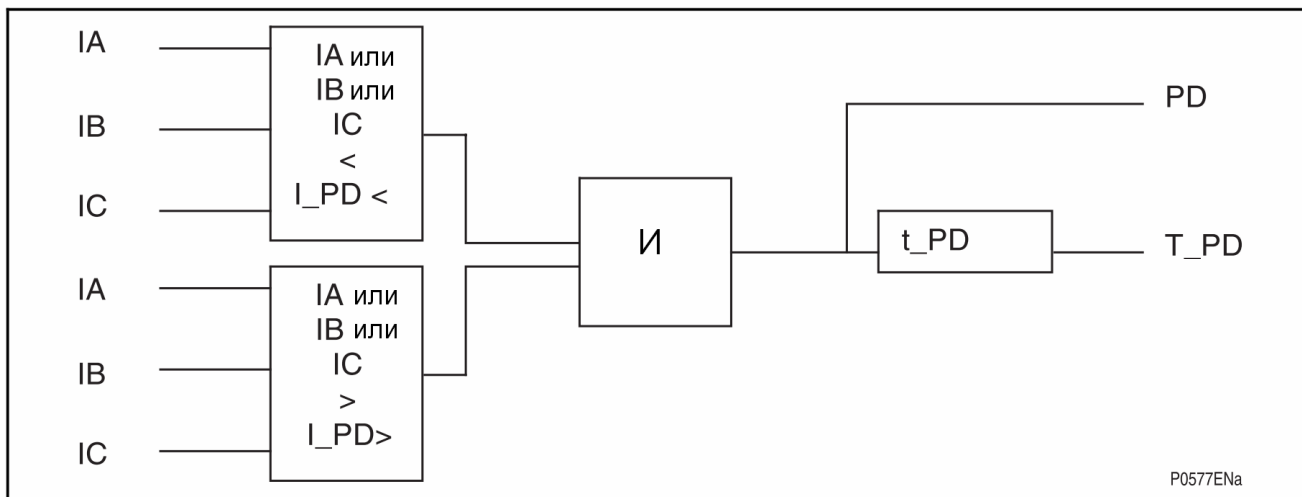
В отличие от устройства резервирования отказа выключателя, защита "мертвой зоны" реализуется на токовых модулях, а не на выборках, как защита по максимальному току с независимой выдержкой времени (DT) в P12x. Т.е. гистерезис порогового значения составляет 95% запрограммированного порогового значения.



4. НЕСОВПАДЕНИЕ ПОЛЮСОВ

Данная защита контролирует несовпадение полюсов, используя значение фазных токов.

В отличие от устройства резервирования отказа выключателя, защита от несовпадения полюсов реализуется на токовых модулях, а не на выборках, как пороговые значения защиты по максимальному току с независимой выдержкой времени (DT) в P12x для [I PD >] и пороговое значение минимального тока для [I PD <]. Т.е. гистерезис порогового значения [I PD >] составляет 95% запрограммированного порогового значения, а гистерезис порогового значения [I PD <] составляет 105% запрограммированного порогового значения.



5. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ТАЙМЕРЫ

Реле оснащено двумя вспомогательными таймерами tAux1 и tAux2, которым соответствуют логические входы Aux1 и Aux2 (см. меню **AUTOMAT. CTRL/INPUTS (АВТОМАТ.УПР/ВХОДЫ)**). При наличии тока на этих входах, запускаются соответствующие таймеры, по истечении времени которых, замыкаются контакты соответствующих выходных реле (см. меню **AUTOMAT. CTRL/INPUTS (АВТОМАТ.УПР/ВЫХОДЫ)**). Каждая задержка на срабатывание может быть настроена отдельно. Значение задержки может быть выбрано из диапазона от 0 мс до 200 с.

6 БЕЗОПАСНОСТЬ КОММУТАЦИИ

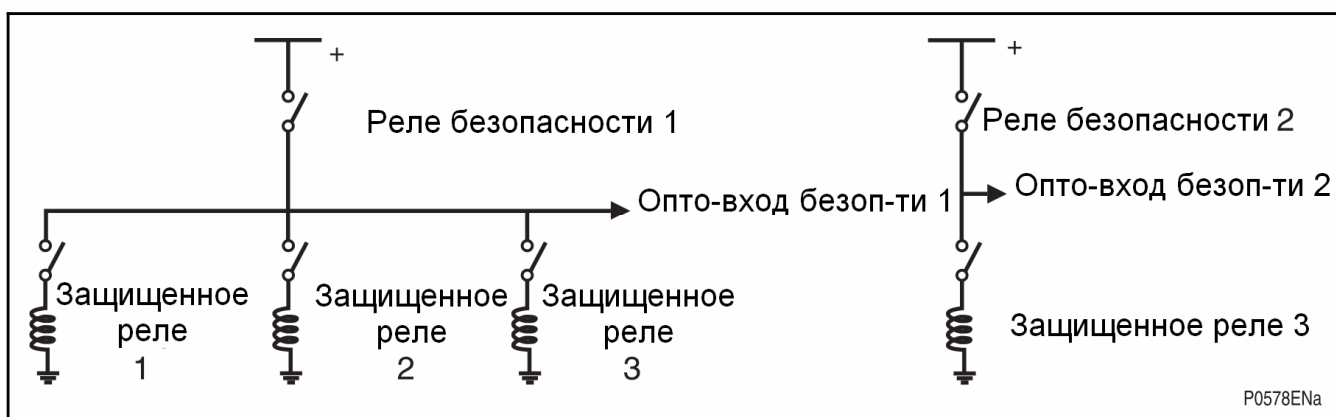
6.1 Безопасность коммутации

Рекомендуется использовать функцию безопасности. Использование данной функции не является обязательным.

6.1.1 Краткое описание

Данная функция обеспечивает защиту контура отключения от КЗ выходного реле. Это предотвращает возникновение ложного отключения в случае КЗ обесточенного реле. Данная защита использует резервирование на уровне команды отключения.

Пример защищенного контура отключения:



Командой реле для обеспечения безопасности 1 должна быть логика "ИЛИ" команд защищенных реле 1, 2 и 3, а команда реле для обеспечения безопасности 2, должна быть такая же, как и команда для защищенного реле 4.

Затем КЗ реле обеспечения безопасности 1 или 2 обнаруживается сигналом коммутации, использующим определения статуса реле с опто-входами, которые также называются безопасностью 1 и безопасность 2.

6.1.2 Автоматизм

При поляризации реле для обеспечения безопасности 1 или реле для обеспечения безопасности 2 и отсутствии соответствующего сигнала, защита будет выведена из обслуживания, т.е. на реле не будут подаваться команды, и реле сторожевого таймера не будет установлено на 0. (С.f. Отказ выключателя, как указано выше, - синоптический).

Примечание: Для введения защиты в обслуживание необходимо отключить вспомогательное питание.

При синоптике команда реле будет выдана по истечении 40 мс задержки таймера возврата (очень быстрая информация внутренней логики), чтобы дать возможность опто-входу обнаружить размыкание реле после отказа выключателя.

Примечание: Безопасность не проверяет правильность команды, поданной на реле при выдаче команды отключения, безопасность проверяет, не замкнуты ли реле при отсутствии команды отключения.

7. КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ

Удаленный оператор должен получать достоверные данные о состоянии коммутационного аппарата. Если оператор не получит данных о том разомкнуты или замкнуты контакты выключателя, у него не будет достаточно информации для выбора необходимого переключения. Реле MiCOM P821 имеет функцию контроля состояния выключателя, которая позволяет определить положение выключателя.

Сигнал о состоянии подается либо через переднюю панель реле, либо через сеть связи.

Положение выключателя можно выбрать в меню **AUTOMAT. CTRL/INPUTS (АВТОМАТ.УПР/ВХОДЫ)** и меню **CONFIGURATION/Led (КОНФИГУРАЦИЯ/Светодиоды)**.

Реле MiCOM P821 может сообщать оператору о разомкнутых контактах выключателя после того, как подана удаленная команда отключения (смотрите раздел “УРОВ”).

8. КОНТРОЛЬ ПОЛОЖЕНИЯ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ

Периодическое техническое обслуживание выключателей необходимо для гарантии того, что контур отключения и механизм работают правильно, и также, для того, чтобы отключающая способность не была снижена из-за предыдущих отключений КЗ. Вообще, техническое обслуживание основано на установленном интервале времени, и установленном числе отключений токов коротких замыканий. Эти методы контроля положения выключателя определяют приблизительные сроки технического обслуживания выключателя.

Реле регистрируют различные статистические данные по каждому отключению выключателя, что позволяет производить более точную оценку положения выключателя. Эти функции контроля рассматриваются в следующем разделе.

8.1 Функции контроля положения выключателя

По каждому отключению выключателя реле регистрирует статистические данные, как показано в следующей таблице, взятой из меню реле. Показанные ячейки меню **RECORDS/CB Monitoring (Регистрация/Контроль выключателя)** являются только величинами счетчика. Показания этих счетчиков можно сбросить на нуль, например, после проведения профилактического осмотра или капитального ремонта.

8.2 Контроль времени отключения

Вы можете задать и контролировать время отключения выключателя. Оно измеряется в соответствии со временем размыкания контактов:

- Если контакты выключателя размыкаются (52a изменяется с 1 на 0) после переднего фронта внешнего отключения и перед истечением времени t_{BF1} (УРОВ1), тогда временем размыкания будет временной интервал между передним фронтом и изменением 52a.
- Если контакты выключателя размыкаются после истечения времени t_{BF1} (УРОВ1), тогда временем размыкания будет временной интервал между командами DTA' или DTB' или DTC' или DTE' и изменением 52a.
- Если контакты выключателя размыкаются при команде, которая не является командой УРОВ (защита участка между линейным разъединителем и выключателем, несовпадение полюсов, t_{Aux1} , t_{aux2}), тогда контроль не выполняется, поскольку только функция УРОВ 1-й ступени отключает выключатель.

Поэтому измеряемое время сравнивается со временем, заданным в меню Контроль. Если контакты выключателя размыкаются по истечении t_{BF1} (УРОВ1), а контролируемое установленное время меньше времени t_{BF1} (УРОВ1), информация "Время размыкания по внешней команде" отмечается флажком. Если контакты выключателя не размыкаются после задания t_{BF1} (УРОВ1) и проконтролированного заданного времени, информация "Превышение времени размыкания при подаче команды первой ступени" отмечается флажком.

8.2.1 Количество срабатываний выключателя

Вы можете задать и контролировать количество срабатываний выключателя. Оно увеличивается для каждого времени размыкания (52a меняется с 1 на 0), и его следует сравнивать с заданной величиной.

Если количество срабатываний превышает заданную величину, логическая информация "Превышено количество срабатываний" (NB_OPE) отмечается флажком.

Возможно снять аварийный сигнал без сброса счетчика. В этом случае новый сигнал будет сгенерирован при следующем размыкании контактов выключателя.

8.2.2 Сумма квадратов отключаемых токов

Вы можете задать и контролировать сумму квадратов отключаемых токов на каждое срабатывание выключателя. Эта сумма увеличивается для каждого времени размыкания (52a меняется с 1 на 0), и ее следует сравнивать с заданной величиной.

Если сумма квадратов отключаемых токов превышает заданную величину, логическая информация "Превышена сумма квадратов отключаемых токов" (SA2N) отмечается флажком.

8.2.3 Статистические данные

Функция статистических данных регистрирует такие режимы:

- Количество трехфазных внешних отключений (DTRI) (сбрасываемое значение)
- Количество внешних отключений фазы А (DTA') (сбрасываемое значение)
- Количество внешних отключений фазы В (DTB') (сбрасываемое значение)
- Количество внешних отключений фазы С (DTC') (сбрасываемое значение)
- Количество предварительных отключений фазы А (DTA') (сбрасываемое значение)
- Количество предварительных отключений фазы В (DTB') (сбрасываемое значение)
- Количество предварительных отключений фазы С (DTC') (сбрасываемое значение)
- Количество предварительных отключений нейтрали (DTE') (сбрасываемое значение)
- Количество команд 1-й ступени (DTA'|DTB'|DTC') (сбрасываемое значение)
- Количество команд 2-й ступени (DTG) (сбрасываемое значение)

8.3 Указания по выбору уставок

8.3.1 Задание пороговых значений ΣI_n

В случаях когда воздушная линия подвержена частым коротким замыканиям и защищена масляными выключателями, замена масла влияет на долговечность коммутационного устройства. Вообще, замена масла осуществляется через установленное число отключений коротких замыканий. Однако, это может привести к преждевременному техническому обслуживанию, когда токи КЗ невелики, и старение масла меньше, чем ожидается.

Счетчик суммарного тока I_n контролирует совокупную нагрузку на выключатель, что позволяет произвести более точную оценку положения выключателя.

Для масляных выключателей диэлектрическая прочность масла уменьшается как функция $\Sigma I^2 t$. Где I - ток отключения КЗ, а t - время горения дуги в пределах бака выключателя (но не время отключения). Поскольку время горения дуги не может быть определено точно, реле обычно настраивают на контроль суммы квадратов отключаемых токов с помощью уставки $n = 2$.

Для других типов выключателей, особенно в системах высокого напряжения, очевидно, что значение $n = 2$ неприемлемо. В таких случаях типично для n' может быть установлено значение 1.

В этом примере может понадобиться аварийный сигнал, свидетельствующий о необходимости тестирования давления высокого напряжения газо-вакуумного выключателя.

Программа техобслуживания должна соответствовать заводским инструкциям на выключатель.

8.3.2 Уставка количества операций

Каждое срабатывание выключателя приводит к некоторой степени износа его компонентов. Таким образом, текущий ремонт, например, смазка механизмов, может быть основан на количестве операций выключателя. При помощи сигнала подходящая уставка покажет, когда нужно проводить профилактическое обслуживание.

Если обслуживание не производится, реле можно настроить на блокировку функции автоматического повторного включения при достижении рабочего порогового значения. Это предотвратит дальнейшее повторное включение, если не проводилось техническое обслуживание выключателя по стандартам, указанным в документации производителя коммутационного оборудования.

Некоторые выключатели (например, масляные) могут производить только несколько отключений короткого замыкания до профилактического ремонта. Это вызвано тем, что каждое отключение короткого замыкания ухудшает диэлектрические свойства масла.

8.3.3 Уставка времени срабатывания.

Медленное срабатывание выключателя также является показателем необходимости обслуживания его механической части. Поэтому вводится сигнализация, уставка которой принимается в диапазоне от 100 мс до 5 с в соответствии с заданным временем отключения выключателя.

9. РЕГИСТРАЦИЯ СОБЫТИЙ

Реле регистрирует и создает метки времени для 75 событий (выдает до V1.C) или для 150 событий (выдает от V1.D), а также сохраняет их в энергонезависимой (с питанием от батареи) памяти. Это позволяет оператору системы установить последовательность событий, имевших место в реле после достижения определенного состояния энергосистемы, последовательности переключения и т.д. Если доступное место исчерпано, новое событие автоматически записывается поверх самого раннего события.

Часы реального времени, установленные в реле, создают метку времени для каждого события, при этом разрешающая способность для таких меток составляет 1 мс.

Записи событий можно просматривать либо через порт RS232 на передней панели, либо удаленно через порт RS485 на задней панели.

Для извлечения данных из удаленного источника посредством средств связи, обратитесь к базе данных преобразования IP-адресов Технического руководства, в которой содержится полное описание этой процедуры.

10. РЕГИСТРАЦИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ

Каждый раз когда превышает запрограммированное пороговое значение, создается запись повреждения, которая сохраняется в памяти. Запись повреждения отмечает до 5 событий и сохраняет их в энергонезависимой (с питанием от батареи) памяти. Это позволяет оператору системы понять и проанализировать отказы в сети. Если доступное место исчерпано, новая запись автоматически записывается поверх самой ранней.

Обратите внимание, что просмотр фактической записи повреждения (одной из 5 по выбору) осуществляется в меню **RECORD/Fault Record (РЕГИСТРАЦИЯ/Регистрация повреждений)**. Эти записи содержат указатели повреждений, измерения повреждений и т.д. Также обратите внимание, что метка времени, приведенная в записи повреждения, будет более точной, чем соответствующая метка в записи события, поскольку событие регистрируется немного позже возникновения фактической записи повреждения.

Записи повреждений можно просматривать либо на дисплее, либо через порт RS232 на передней панели, либо удаленно через порт RS485 на задней панели.

Для извлечения данных из удаленного источника посредством средств связи, обратитесь к базе данных преобразования IP-адресов Технического руководства, где подано полное описание этой процедуры.

11. РЕГИСТРАЦИЯ АНОМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ

Встроенное устройство регистрации аномальных режимов имеет область памяти, которая специально зарезервирована под хранение записей. Можно сохранить 5 записей аномальных режимов по 3 секунды каждая. Регистрация аномальных режимов продолжается до тех пор, пока доступная память не будет исчерпана. Если это произошло, новая запись(и) автоматически записывается поверх самой ранней.

Устройство регистрации сохраняет фактические выборки, которые производятся с частотой 32 выборки за цикл.

Каждая запись аномального режима состоит из каналов аналоговых данных и каналов цифровых данных. (Обратите внимание, что также извлекаются соответствующие коэффициенты трансформации ТТ для аналоговых каналов, что позволяет производить масштабирование до первичных величин).

Ниже показано меню **RECORD/DISTURB RECORD (РЕГИСТРАЦИЯ/РЕГИСТРАЦИЯ АНОМ.РЕЖ.)**.

ТЕКСТ МЕНЮ	ДИАПАЗОН УСТАВОК		РАЗМЕР ШАГА
	МИН	МАКС	
Disturb Record (Запись аном.реж.)			
Pre-Time (Время до)	100 мс	3000 мс	100 мс
Post-Time (Время после)	100 мс	3000 мс	100 мс
Disturb Rec Trig (Пуск регистр. аном.реж.)	Мгновен.	Отключ.	

Общее время регистрации определяется совокупностью времени до повреждения и времени после повреждения. Например, если уставки по умолчанию показывают, что время до повреждения установлено на 100 мс, а время после повреждения - на 2,5 с, тогда общее время регистрации аномальных режимов будет составлять 2,6 с.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ТТ

Ниже приведены требования к ТТ для реле резервирования отказа выключателя MiCOM P821.

Требования к трансформатору тока основаны на максимальном ожидаемом токе КЗ, который в 50 раз превышает номинальный ток реле (I_n), а также мгновенной уставке реле, которая в 25 раз больше номинального тока (I_n). Требования к трансформатору тока разработаны с целью обеспечить эксплуатацию всех элементов защиты.

Если критерии для конкретного устройства превышают требования, описанные выше, или если фактическое сопротивление выводов превышает объявленное предельное значение, может потребоваться расширить требования к ТТ в соответствии с формулами, приведенными в следующих разделах.

Номинальный ток	Номинальный выход	Класс точности	Фактор ограничения точности	Ограничивающее сопротивление провода
1 А	2,5 ВА	10Р	20	1,3 Ом
5 А	7,5 ВА	10Р	20	0,11 Ом

Используемые сокращения:

V_k = Требуемое напряжение точки загиба ТТ (В),

I_{fn} = максимальный ожидаемый ток замыкания на землю во вторичной обмотке (А),

I_{fp} = максимальный ожидаемый ток фазного замыкания во вторичной обмотке (А),

I_{sn} = максимальный ожидаемый ток замыкания на землю во вторичной обмотке или умноженная на 31 уставка $I>$ (берется наименьшее из этих значений) (А),

I_{sp} = максимальный ожидаемый ток фазного замыкания во вторичной обмотке или умноженная на 31 уставка $I>$ (берется наименьшее из этих значений) (А),

I_{sn} = Уставка короткого замыкания на землю ступени 2 и 3 (А),

I_{sp} = Уставка ступени 2 и 3 (А),

R_{CT} = активное сопротивление вторичной обмотки ТТ (Ом)

R_L = активное сопротивление одного провода, протянутого от реле к ТТ (Ом),

R_{rp} = полное сопротивление входа тока фазы реле в точке $30I_n$ (Ом),

R_{rn} = полное сопротивление входа тока нейтрали реле в точке $30I_n$ (Ом).

Требование к ТТ:

$$V_k > I_{fp} \times (R_{CT} + 2R_L + R_{rp} + R_{rn})$$

ПУСТАЯ СТРАНИЦА