

9 Ввод в эксплуатацию

9 Ввод в эксплуатацию

9.1 Указания по технике безопасности



К работе с данным устройством допускается только квалифицированный персонал, предварительно изучивший раздел «Безопасное выполнение работ» в настоящем руководстве.

При монтаже и подключении устройства необходимо ознакомиться с мерами безопасности приведенным в начале Главы 5.

Перед подключением к устройству оперативных напряжений оно должно быть надежно заземлено.

Защитное заземление корпуса для выступающего монтажа выполняют при помощи помеченного соответствующим образом резьбового пальца с крепежной гайкой. Защитное заземление корпуса для утопленного монтажа выполняют в зоне задних боковин в предусмотренном для этой цели месте. Размер поперечного сечения заземляющего провода выбирают согласно соответствующим национальным нормам и правилам. Минимальное поперечное сечение провода должно составлять $2,5 \text{ мм}^2$; переход за этот нижний предел не допускается.

Для надлежущей работы устройства необходимо выполнить дополнительное функциональное заземление через соединительный контакт на модуле питания, помеченный на схеме соединений буквами "PE". Размер поперечного сечения заземляющего провода при этом также выбирают согласно соответствующим национальным нормам и правилам. Минимальное поперечное сечение провода должно составлять $1,5 \text{ мм}^2$; переход за этот нижний предел не допускается.



Перед проведением работ на устройстве или в области для подключения проводов к устройству, устройство необходимо обесточить.



Запрещается размыкать вторичные цепи ТТ, находящихся в работе (под напряжением)! В случае размыкания вторичной цепи работающего ТТ возникает опасность появления напряжений, опасных для людей и для изоляции.

Блок винтовых контактных зажимов для подключения ТТ не имеет короткозамыкающих контактов. Поэтому перед отвинчиванием винтовых контактных зажимов вторичные цепи ТТ надо замыкать накоротко на другом клеммнике!



Питание должно быть отключено не менее чем за 5 сек до демонтажа модуля питания V! В противном случае возникает опасность поражения электрическим током.

9 Ввод в эксплуатацию

(продолжение)



Интерфейс ПК не предназначен для постоянного подключения. Поэтому штепсельное гнездо выполнено без усиленной изоляции по отношению к связанным с электроустановкой цепям в соответствии с VDE 0106, часть 101.



Подключение или отключение световодного интерфейса можно производить только после отключения напряжения питания устройства.



Задание измеряемых величин на измерительных входах должно производиться только в соответствии с максимально допустимой нагрузочной способностью этих измерительных входов (см. раздел "Технические данные").

В том случае, когда в устройстве используется программируемая логика схемы (функциональная группа ЛОГИК), пользователь должен провести функциональные тесты, для проверки соответствия условиям конкретного применения на объекте. В частности, необходимо убедиться в том, что полностью выполняются требования к применению логических связей (заданных уставками), а также к временам пуска при включении и реакции при КЗ.

9 Ввод в эксплуатацию

(продолжение)

9.2 Испытания при вводе в эксплуатацию

Подготовка

После завершения монтажа и подключения P43x в соответствии с разделом 5 можно приступить к вводу устройства в эксплуатацию.

Перед включением напряжения питания необходимо еще раз проверить следующее:

- Имеет ли устройство защиты защитное заземление в соответствующем месте?
- Соответствует ли номинальное напряжение батареи номинальному оперативному напряжению устройства защиты?
- Правильно ли выполнено подключение, заземление и чередование фаз трансформаторов тока и напряжения?

По завершении электромонтажных работ необходимо проверить, что состояние изоляции электроустановки соответствует нормам. При этом должны быть соблюдены условия, указанные в VDE 0100.

После проведения всех проверок можно включить напряжение питания. При подаче напряжения устройство запускается. Во время пуска проводятся пусковые проверки (см. раздел 3 "Самоконтроль"). При этом горят светодиоды "Рабочий режим" (H1) и "Блокир./Неиспр" (H2). Примерно через 15 сек устройство P43x достигает состояния эксплуатационной готовности. Это сигнализируется появлением первой строки на ЖК-дисплее "P43x".

После получения разрешения на выполнение изменений (см. раздел 6 "Ввод измененных параметров") могут быть выставлены все уставки. В том же разделе описан способ выставления уставок с панели управления устройством.

9 Ввод в эксплуатацию

(продолжение)

Если выставление уставок Р43х и считывание записей событий должны проводиться через интерфейсы ПК или интерфейсы связи, необходимо предварительно с панели управления устройством выставить следующие уставки:

- Папка "Пар/Хар/"
 - УСТР: Пароль 1 устройства
 - УСТР: Пароль 2 устройства

- Папка "Пар/Конф/"
 - ПК: Имя изготовителя
 - ПК: Адрес ячейки
 - ПК: Адрес устройства
 - ПК: Скорость в бодах
 - ПК: Бит четности
 - КОММ1: Функц.группа КОММ1
 - КОММ1: Ввести КОММ1-ПУУ
 - КОММ1: Имя изготовителя
 - КОММ1: Линия в исх.положен.
 - КОММ1: Скорость в бодах
 - КОММ1: Бит четности
 - КОММ1: Протокол ИФ связи
 - КОММ1: Октет адреса связи
 - КОММ1: Октет адреса ASDU
 - КОММ2: Функц.группа КОММ2
 - КОММ2: Ввести КОММ2-ПУУ
 - КОММ2: Имя изготовителя
 - КОММ2: Линия в исх.положен.
 - КОММ2: Скорость в бодах
 - КОММ2: Бит четности
 - КОММ2: Октет адреса связи
 - КОММ2: Октет адреса ASDU

 - КОММ3: Функциональная группа КОММ3
 - КОММ3: Ввести КОММ3- ПУУ
 - КОММ3: Скорость в бодах

9 Ввод в эксплуатацию

(продолжение)

- Папка "Пар/Функ/Общ/"
 - ПК: Блокиров.команд
 - ПК: Блокир.сигн./сообщ.
 - КОММ1: Блокир. команд-ПУУ/т
 - КОММ1: Бл.сигн.и изм.-ПУУ/т
 - КОММ2: Блокир. команд-ПУУ/т
 - КОММ2: Бл.сигн.и изм.-ПУУ/т

За дополнительными указаниями по выставлению уставок обратитесь к разделам 7 и 8.

Указание! Вышеуказанные уставки относятся к протоколу связи в соответствии с требованиями МЭК 60870-5-103. Если же связь регламентируется другим протоколом, возможно, понадобится выставить и другие уставки. Дополнительные указания содержатся в разделе 7.

После выставления уставок и перед снятием блокировок необходимо еще раз проверить следующее:

- Соответствуют ли функции, назначенные двоичным сигнальным входам, схеме подключений?
- Правильно ли выбран режим работы двоичных сигнальных входов?
- Соответствует ли назначение функций выходных реле схеме подключений?
- Правильно ли выбран режим работы выходных реле?
- Правильно ли выставлены все уставки?

Теперь можно следующим образом снять блокировку (папка "Пар/Функ/Общ/"):

- ОСНФ: Защита введена *"да (включено)"*

9 Ввод в эксплуатацию

(продолжение)

Проверка

С помощью генерируемых устройством Р43х сигналов и показаний можно проверить, правильно ли настроено и подключено к защищаемой электроустановке устройство Р43х. При этом необходимые сигналы выдаются через выходные реле и выводятся на светодиоды, а также заносятся в область ЗУ для запоминания событий. Кроме того, сигналы можно проверить вызовом соответствующего сигнала в дереве меню.

Если во время проверки не предусматривается задействовать силовой выключатель, можно через ОСНФ: Блок. ком.отк.-ПУУ/т (папка "Пар/Функ/Общ") или через соответствующим образом сконфигурированный сигнальный вход заблокировать команду отключения. Если надо проверить силовой выключатель, можно через ОСНФ: Ручн. ком.откл. ПУУ/т (папка "Раб/УпрКонтр") или через соответствующим образом сконфигурированный сигнальный вход выдать трехфазную команду отключения в течение установленного времени. Подача команд отключения с панели управления устройством защищена паролем (см. раздел 6, "Защищенные паролем операции управления").

Указание! Ручная команда отключения выполняется только в том случае, если она была сконфигурирована на 1-ю или 2-ю команду отключения.

Если Р43х подключен к системе управления станцией (подстанцией), рекомендуется включить режим проверок через ОСНФ: Ввод реж.пров-ПУУ/т (папка "Пар/Функ/Общ") или через соответствующим образом сконфигурированный сигнальный вход. Телеграммы в этом случае имеют соответствующую метку (причина передачи: режим проверок).

9 Ввод в эксплуатацию

(продолжение)

Проверка двоичных сигнальных входов

Выбрав соответствующее сообщение о состоянии (в папке "Раб/Цикл/Физ/"), можно проверить, правильно ли устройство защиты Р43х распознает имеющийся двоичный сигнал. Смысл выводимых значений:

- "Без напряжения": Напряжение на вход не подано.
- "Под напряжением": На вход подано напряжение.
- "Без функции": Двоичному сигнальному входу функция не назначена.

Эти показания выводятся независимо от выбранного режима работы двоичного сигнального входа.

Проверка выходных реле

Выходными реле, с целью их проверки, можно управлять в течение устанавливаемого времени (уставка времени: В Ы Х: Время для проверки, папка "Раб/УпрКонтр/"). Для этого надо сначала выбрать проверяемое выходное реле (В Ы Х: Проверка назнач. реле, папка "Раб/УпрКонтр/"). Управление проверкой происходит через В Ы Х: Проверка (папка "Раб/УпрКонтр/"). Данная проверка защищена паролем (см. раздел 6 "Защищенные паролем операции управления").

Примечание: Проверка устройства возможно, только если оно предварительно отключено (переведено в автономный режим) при помощи задания уставки параметра MAIN: Device on-line (Par/Func/Glob/' folder). (ОСНФ: Защита введена (Параметры/Параметры функций/Общие).



Перед началом такой проверки следует при необходимости разомкнуть цепи управления внешним оборудованием, чтобы исключить возможность случайных коммутационных операций с этим оборудованием.

Проверка сигналов интерфейсов связи

При использовании протоколов IEC 60870-5-103, IEC 870-5-101 или интерфейса ILS-C, каждый сигнал генерированный в Р43х может быть с целью проверки передан на ведущую станцию сети. Вначале необходимо выбрать сигнал подлежащий проверке (при помощи уставки параметра КОММх: Выбор теста спонт. сигн. 'Работа/Управление и контроль/). Эта функция управления защищена паролем доступа (см. раздел «Операции управления защищенные паролем доступа» в главе 6).

9 Ввод в эксплуатацию

(продолжение)

Проверка защиты

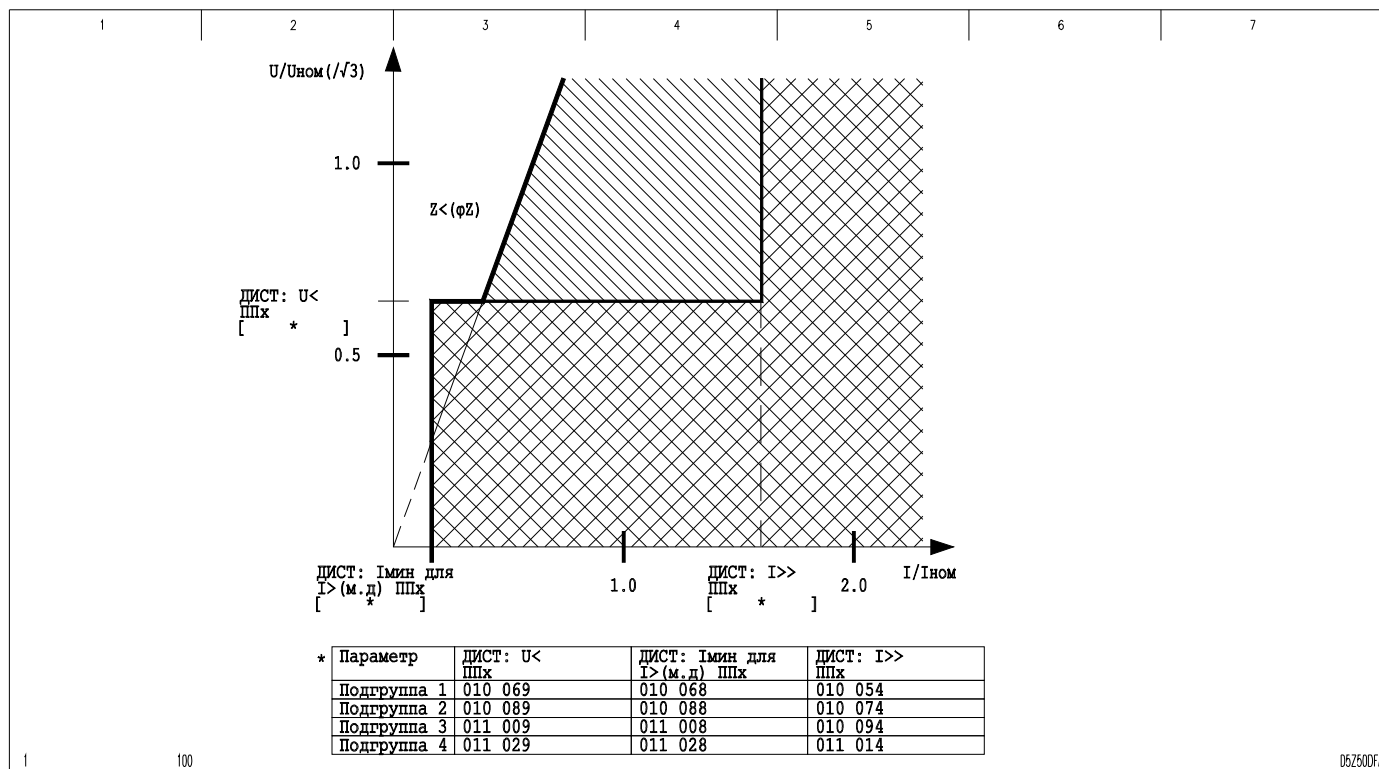
В ЗУ устройства Р43х хранятся четыре подгруппы параметров, одна из которых активирована. Перед началом испытания защиты следует проверить, какая из подгрупп параметров активирована. Активированная подгруппа параметров выводится на В Ы П П: Действующая ПП (папка "Раб/Цикл/Лог").

Проверка дистанционной защиты

При проверке дистанционной защиты однофазным испытательным устройством следует отключить функции контроля цепей (КЦИ: Ввести КЦИ - ПУУ/тел, папка "Пар/Функ/Осн/") и контроля предохранителей (КЦИ: Контр.пр.У вк. - ПУУ/т, папка "Пар/Функ/Осн/"), так как в противном случае они бы постоянно срабатывали и, таким образом, блокировали бы дистанционную защиту по истечении установленной задержки на срабатывание. Далее, сигналу на двоичном сигнальном входе, сконфигурированном на ОСНФ: Отключ.автомата У ВНЕШН, должен быть задан логический "0".

Проверка пуска

Уставки пуска можно наглядно представить на вольт-амперной плоскости (см. рис. 9-1). Угол наклона прямой полного сопротивления на диаграмме зависит от уставок пуска по уменьшению полного сопротивления и угла между проверяемыми величинами (см. рис. 9-2).



9-1 Пример представления уставок пуска на вольт-амперной плоскости

9 Ввод в эксплуатацию

(продолжение)

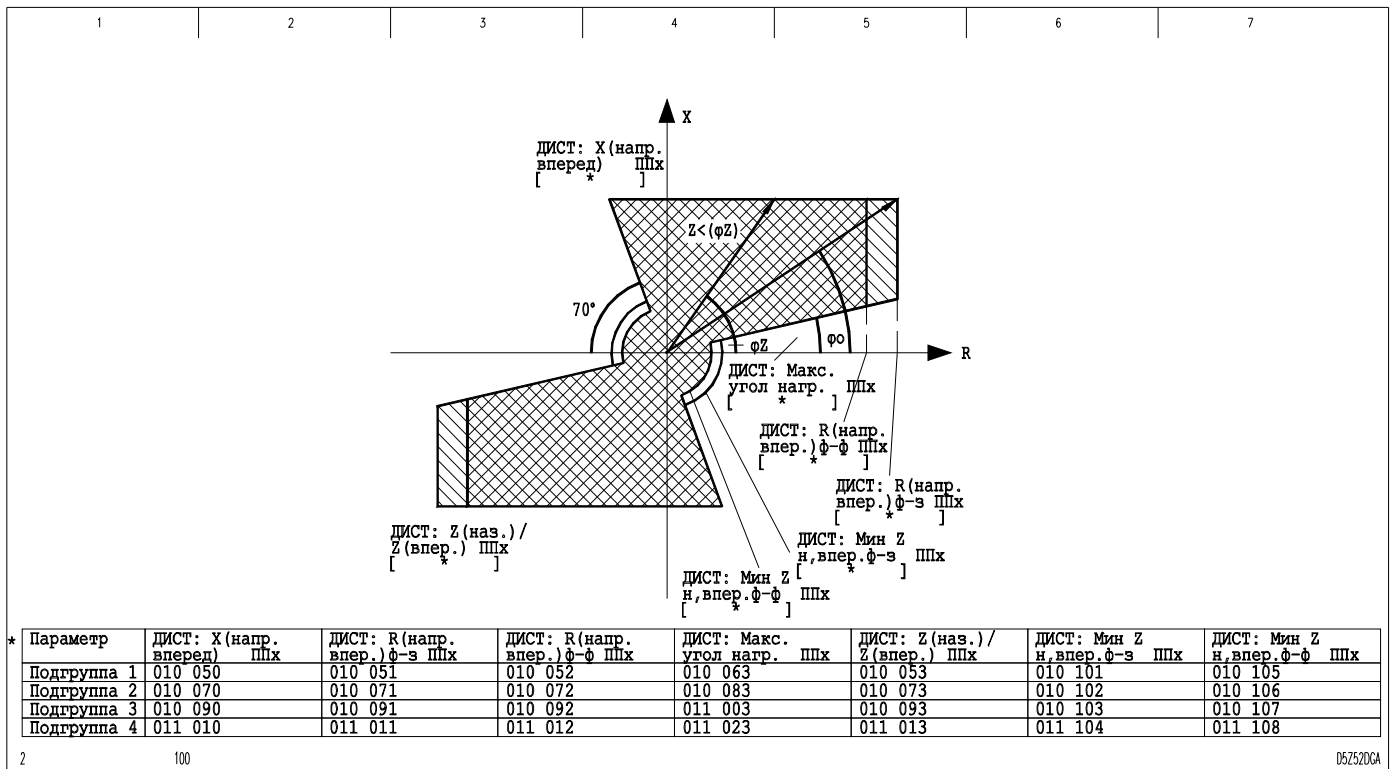
Проверка I_{мин} для пуска по I>, U< и I>>:

Угол между проверяемыми величинами \underline{U} и \underline{I} следует выбрать меньше установленного угла ДИСТ: Макс. угол нагр. ППх.

Проверка пуска по Z<:

Угол между проверяемыми величинами \underline{U} и \underline{I} следует выбрать больше установленного угла ДИСТ: Макс. угол нагр. ППх.

Указание! В зависимости от выбранных параметров срабатывания проверяемые величины надо задавать таким образом, чтобы срабатывала только одна измерительная система пуска. Срабатывание проверяемого порога пуска возможно путем контроля состояния фазоселективных и селективных по пуску сигналов (папка "Раб/Цикл/Лог").



9-2 Характеристика пуска по уменьшению полного сопротивления

9 Ввод в эксплуатацию

(продолжение)

При проверке пуска по уменьшению полного сопротивления однофазным испытательным током, для пуска по фазе получается следующее отношение условия пуска:

$$\frac{U_{\text{исп.}}}{I_{\text{исп.}}} = 2 \cdot Z <$$

$$\frac{|U_{\text{исп.}}| \cdot e^{j\varphi_{\text{исп.}}}}{|I_{\text{исп.}}| \cdot e^{j0^\circ}} = 2 \cdot |Z| < \cdot e^{j\varphi_Z}$$

Для величины и угла это означает:

$$\frac{|U_{\text{исп.}}|}{|I_{\text{исп.}}|} = 2 \cdot |Z| <$$

$$\varphi_{\text{исп.}} = \varphi_Z$$

где:

$Z <$: полное сопротивление пуска;

φ_Z : угол полного сопротивления;

$U_{\text{исп.}}$: испытательное напряжение;

$I_{\text{исп.}}$: испытательный ток;

$\varphi_{\text{исп.}}$: фазовый угол между испытательным напряжением и испытательным током.

Полное сопротивление пуска в диапазоне ограничения реактивного сопротивления, т.е. для угла полного сопротивления φ_Z в диапазоне $\varphi_0 < \varphi_Z < 110^\circ$, вычисляется следующим образом:

$$|Z| < = \frac{X_{(\text{напр. вперед})}}{\sin \varphi_Z}$$

$X_{(\text{напр. вперед})}$: уставка ДИСТ: $X(\text{напр. вперед})$ ППх.

Ограничивающий угол $\varphi_{\text{огр}}$ определяется точкой пересечения ограничительных линий для реактивного и активного сопротивления и вычисляется следующим образом:

$$\varphi_{\text{огр}} = \arctg \frac{X_{(\text{напр. вперед})}}{R_{(\text{напр. вперед})}}, \text{ где}$$

$R_{(\text{напр. вперед})}$: уставка ДИСТ: $R(\text{напр. впер.})\varphi$ -з ППх или ДИСТ: $R(\text{напр. впер.})\varphi$ -ф ППх.

9 Ввод в эксплуатацию

(продолжение)

Если надо проверить пуск по понижению полного сопротивления при всех возможных углах полного сопротивления, то для отдельных диапазонов углов полное сопротивление пуска рассчитывается по следующим формулам:

Угловой диапазон	Полное сопротивление пуска
$\text{макс. уголнагр.} \leq \varphi_Z \leq \varphi_{\text{огр}}$	$ \underline{Z} = \frac{R_{(\text{напр.впер.})}}{\cos\varphi_Z}$
$(180^\circ + \text{макс. уголнагр.}) \leq \varphi_Z \leq (180^\circ + \varphi_{\text{огр}})$	$ \underline{Z} = \frac{R_{(\text{напр.впер.})}}{\cos\varphi_Z} \cdot \frac{Z_{(\text{наз.})}}{Z_{(\text{впер.})}}$
$(180^\circ + \varphi_{\text{огр}}) < \varphi_Z \leq 290^\circ$	$ \underline{Z} = \frac{X_{(\text{напр.впер.})}}{\sin\varphi_Z} \cdot \frac{Z_{(\text{наз.})}}{Z_{(\text{впер.})}}$

где:

макс. угол нагр.: уставка ДИСТ: Макс. угол нагр. ППх.

$\frac{Z_{(\text{наз.})}}{Z_{(\text{впер.})}}$: уставка ДИСТ: $Z_{(\text{наз.})}/Z_{(\text{впер.})}$ ППх.

При проверке пусков в петле "фаза-земля" следует учитывать уставку ДИСТ: В и д расчета Z ППх. Если выставлено " $Z\varphi\text{-}z=U\varphi\text{-}z/2^*/\varphi$ ", то будут справедливы уравнения, указанные для пуска по фазе. При уставке " $Z\varphi\text{-}z=U\varphi\text{-}z/(I\varphi+k_0^*3I_0)$ " следует учесть выставленный комплексный коэффициент компенсации k_0 , если уставка ДИСТ: Величина k_0 ППх не равна единице и/или уставка ДИСТ: Угол коэфф. k_0 ППх не равна 0° . При проверке однофазным испытательным током получают следующее отношение для условия срабатывания:

$$\frac{U_{\text{исп.}}}{I_{\text{исп.}}} = (1 + k_0) \cdot Z <$$

$$\frac{|U_{\text{исп.}}| \cdot e^{j\varphi_{\text{исп.}}}}{|I_{\text{исп.}}| \cdot e^{j0^\circ}} = (1 + |k_0| \cdot e^{j\varphi_0}) \cdot |Z| \cdot e^{j\varphi_Z}$$

Для величины и угла это означает:

$$\frac{|U_{\text{исп.}}|}{|I_{\text{исп.}}|} = \sqrt{(1 + |k_0|^2 + 2 \cdot |k_0| \cdot \cos\varphi_0)} \cdot |Z| <$$

$$\varphi_{\text{исп.}} = \arctg \frac{\sin\varphi_Z + |k_0| \cdot \sin(\varphi_Z + \varphi_0)}{\cos\varphi_Z + |k_0| \cdot \cos(\varphi_Z + \varphi_0)}$$

или

$$\varphi_Z = \arctg \frac{\sin\varphi_{\text{исп.}} + |k_0| \cdot \sin(\varphi_{\text{исп.}} - \varphi_0)}{\cos\varphi_{\text{исп.}} + |k_0| \cdot \cos(\varphi_{\text{исп.}} - \varphi_0)}$$

9 Ввод в эксплуатацию

(продолжение)

где:

$\underline{Z} <$: полное сопротивление пуска;

φ_Z : угол полного сопротивления;

$|\underline{k}_o|$: уставка ДИСТ: Величина ко ППх;

φ_o : уставка ДИСТ: Угол ко ППх;

$\underline{U}_{\text{исп.}}$: испытательное напряжение;

$I_{\text{исп.}}$: испытательный ток;

$\varphi_{\text{исп.}}$: фазовый угол между испытательным напряжением и испытательным током.

Из замеренных на стороне входа величин устройство Р43х вычисляет ток $3I_o$ и напряжение $3U_o$, используемые для пуска по току замыкания на землю. Их расчет производится по следующим формулам:

$$|3I_o| = |I_a + I_b + I_c|$$

$$|3U_o| = |U_a + U_b + U_c|$$

При однофазной проверке при $|U_b| = |U_c| = 0$ из вышеприведенной формулы для $3U_o$ следует, что триггеры ДИСТ: $3U_o >$ ППх или ДИСТ: $3U_o >>$ ППх срабатывают при превышении испытательным напряжением следующей величины:

$$|\underline{U}_{\text{исп.}}| = 3U_o > \frac{U_{\text{НОМ}}}{\sqrt{3}}, \text{ где}$$

$3U_o$: уставка ДИСТ: $3U_o >$ ППх или ДИСТ: $3U_o >>$ ППх.

При однофазной проверке при $|I_b| = |I_c| = 0$ для токов справедливо:

$$|I_{\text{исп.}}| = 3I_o > I_{\text{НОМ}}, \text{ где}$$

$3I_o$: уставка ДИСТ: $3I_o >$ ППх.

Светодиодная индикация срабатывания пуска при замыканиях на землю происходит только в том случае, если, кроме пуска системы нулевой последовательности срабатывает пуск в одной фазе. По сообщению о состоянии ДИСТ: Пуск НП (в папке "Раб/Цикл/Лог") можно наблюдать за срабатыванием пуска по току нулевой последовательности (при замыканиях на землю) независимо от срабатывания пуска по фазе.

Вычисленные устройством Р43х значения тока нулевой последовательности $3I_o$ и напряжения нулевой последовательности $3U_o$ выводятся на индикатор измеряемых величин оперативного режима (для тока: ОСНФ: Ток $3I_o$ о.е., для напряжения: ОСНФ: Напряж. $3U_o$ о.е., папка "Раб/Цикл/Данн").

9 Ввод в эксплуатацию

(продолжение)

*Проверка замера
сопротивлений и
направленности*

При проверке зон полного сопротивления однофазным испытательным током, для петли «фаза-фаза» получается следующее отношение условия срабатывания:

$$\frac{U_{\text{исп.}}}{I_{\text{исп.}}} = 2 \cdot Z <$$

$$\frac{|U_{\text{исп.}}| \cdot e^{j\varphi_{\text{исп.}}}}{|I_{\text{исп.}}| \cdot e^{j0^\circ}} = 2 \cdot |Z| \cdot e^{j\varphi_Z}$$

Для величины и угла это означает:

$$\frac{|U_{\text{исп.}}|}{|I_{\text{исп.}}|} = 2 \cdot |Z| <$$

$$\varphi_{\text{исп.}} = \varphi_Z$$

где:

$Z <$: полное сопротивление отключения;

φ_Z : угол полного сопротивления;

$U_{\text{исп.}}$: испытательное напряжение;

$I_{\text{исп.}}$: испытательный ток;

$\varphi_{\text{исп.}}$: фазовый угол между испытательным напряжением и испытательным током.

Характеристики

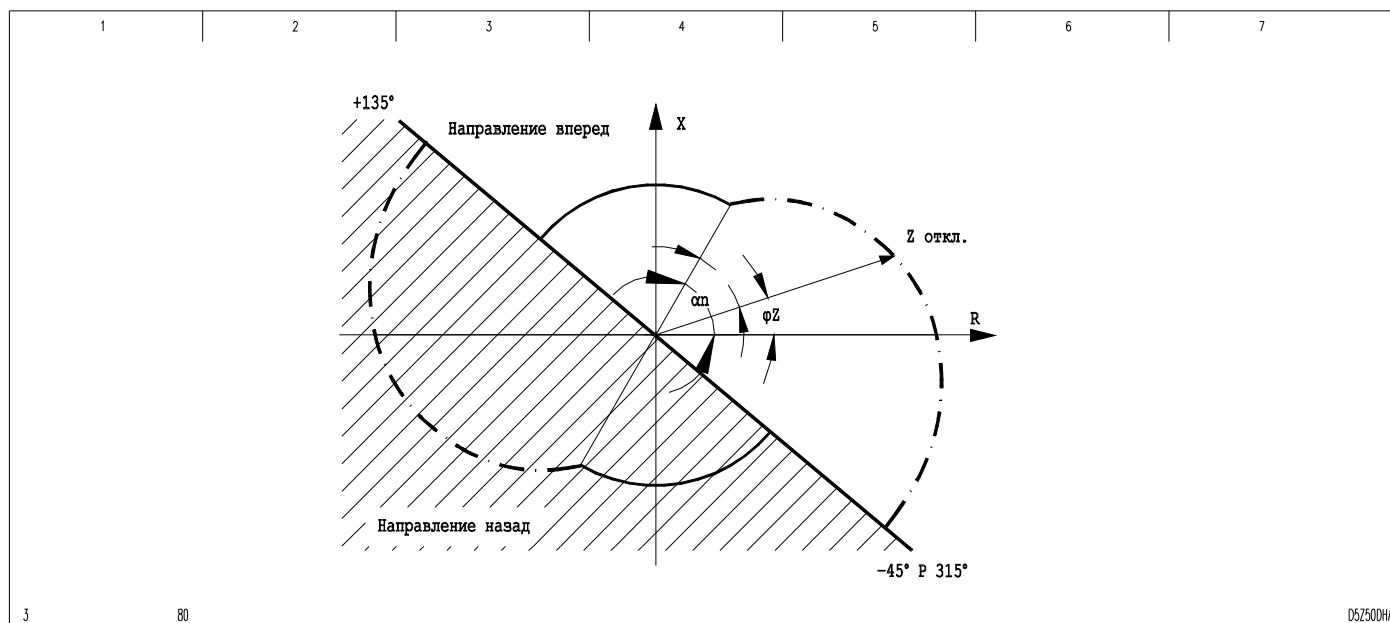
В устройстве P43x для отключения можно выбрать характеристику в виде многоугольника или круговую характеристику. В зависимости от выбранной характеристики вычисляются полные сопротивления отключения.

9 Ввод в эксплуатацию

(продолжение)

Круговая характеристика

Если была выбрана круговая характеристика, на устройстве Р43х выставляется полное сопротивление отключения. Если, кроме того, выставлена уставка "Комп. R дуги", то при измерении синусоидальных величин получается характеристика, показанная на рис. 9-3.



9-3 Характеристика полного сопротивления для замера сопротивлений и определения направления при выставленной круговой характеристике

Тогда фактическое полное сопротивление отключения вычисляется в диапазоне $-45^\circ < \varphi_Z < \alpha$ или $135^\circ < \varphi_Z < (\alpha + 180^\circ)$ следующим образом:

$$|Z_{\text{откл.}}| = |Z| \cdot (1 + \sin \delta)$$

Для диапазона $-45^\circ < \varphi_Z < \alpha$ справедливо: $\delta = \alpha - \varphi_Z$,

а для диапазона $135^\circ < \varphi_Z < (\alpha + 180^\circ)$: $\delta = \alpha - \varphi_Z + 180^\circ$

где:

$Z_{\text{откл}}$: фактическое полное сопротивление отключения;

Z : уставка ДИСТ: Z1 (Круг) ППх - ДИСТ: Z6 (Круг) ППх;

φ_Z : угол полного сопротивления;

α : уставка ДИСТ: Альфа1 (Круг) ППх - ДИСТ: Альфа6 (Круг) ППх.

При проверке петель "фаза-земля" следует учитывать выставленный комплексный коэффициент компенсации k_o , если уставка ДИСТ: Величина k_o ППх не

9 Ввод в эксплуатацию

(продолжение)

равна единице и/или уставка ДИСТ: Угол коэфф. ко ППх не равна 0°. При проверке однофазным испытательным током получают следующее отношение для условия срабатывания:

$$\frac{U_{\text{исп.}}}{I_{\text{исп.}}} = (1 + k_o) \cdot Z <$$

$$\frac{|U_{\text{исп.}}| \cdot e^{j\varphi_{\text{исп.}}}}{|I_{\text{исп.}}| \cdot e^{j0^\circ}} = (1 + |k_o| \cdot e^{j\varphi_o}) \cdot |Z| < \cdot e^{j\varphi_Z}$$

Для величины и угла это означает:

$$\frac{|U_{\text{исп.}}|}{|I_{\text{исп.}}|} = \sqrt{(1 + |k_o|^2 + 2 \cdot |k_o| \cdot \cos\varphi_o)} \cdot |Z| <$$

$$\varphi_{\text{исп.}} = \arctg \frac{\sin\varphi_Z + |k_o| \cdot \sin(\varphi_Z + \varphi_o)}{\cos\varphi_Z + |k_o| \cdot \cos(\varphi_Z + \varphi_o)}$$

или

$$\varphi_Z = \arctg \frac{\sin\varphi_{\text{исп.}} + |k_o| \cdot \sin(\varphi_{\text{исп.}} - \varphi_o)}{\cos\varphi_{\text{исп.}} + |k_o| \cdot \cos(\varphi_{\text{исп.}} - \varphi_o)}$$

где:

$Z <$: полное сопротивление отключения;

φ_Z : угол полного сопротивления;

$|k_o|$: уставка ДИСТ: Величина ко ППх;

φ_o : уставка ДИСТ: Угол ко ППх;

$U_{\text{исп.}}$: испытательное напряжение;

$I_{\text{исп.}}$: испытательный ток;

$\varphi_{\text{исп.}}$: фазовый угол между испытательным напряжением и испытательным током.

9 Ввод в эксплуатацию

(продолжение)

Во всех случаях повреждений в 1-й зоне дистанционной защиты, при замере полного сопротивления отключения вводят уставки коэффициентов расширения 1-й зоны - К удл.

$$Z_{\text{откл.}} = K_{\text{удл.}} \cdot Z_1$$

где:

$Z_{\text{откл.}}$: фактическое полное сопротивление отключения;

$K_{\text{удл.}}$: уставка ДИСТ: К удл.-1 ф.КЗ, к.о. ППх или
К удл.-м/ф.КЗ, к.о. ППх
либо ДИСТ: К удл.-1 ф.КЗ, д.о.ППх или
ДИСТ: К удл.-м/ф.КЗ, д.о. ППх;

Z_1 : уставка ДИСТ: Z_1 (Круг) ППх.

Включение коэффициентов расширения 1-й зоны - К удл. при кратковременном отключении управляется следующими защитами:

- защитой при включении на повреждение (КЗ);
- через сигнальный вход, сконфигурированный соответствующим образом;
- устройством сравнения сигналов о срабатывании защит по концам линии.

Если устройство сравнения сигналов о срабатывании защит по концам линии не в работе, то управление и, при необходимости, переключение на коэффициент расширения 1-й зоны - К удл. при длительном отключении производится внутренним АПВ. Независимо от готовности устройства сравнения сигналов, коэффициент расширения 1-й зоны - К удл. при кратковременном отключении может быть, в зависимости от уставки, задействован при выполнении команды повторного включения.

9 Ввод в эксплуатацию

(продолжение)

Полное сопротивление отключения в диапазоне ограничения активного сопротивления, т.е. для угла полного сопротивления в диапазоне $0^\circ < \varphi_Z \leq \varphi_{огр}$, вычисляется по следующей формуле:

$$|Z| < = \frac{R}{\cos\varphi_Z - \frac{\sin\varphi_Z}{\tan\alpha}}$$

При проверке петель "фаза-земля" следует учитывать выставленный комплексный коэффициент компенсации k_o , если уставка ДИСТ: Величина k_o ППх не равна единице и/или уставка ДИСТ: Угол коэфф. k_o ППх не равна 0° . При проверке однофазным испытательным током получают следующее отношение для условия срабатывания:

$$\frac{U_{исп.}}{I_{исп.}} = (1 + k_o) \cdot Z <$$

$$\frac{|U_{исп.}| \cdot e^{j\varphi_{исп.}}}{|I_{исп.}| \cdot e^{j0^\circ}} = (1 + |k_o| \cdot e^{j\varphi_o}) \cdot |Z| < \cdot e^{j\varphi_Z}$$

Для величины и угла это означает:

$$\frac{|U_{исп.}|}{|I_{исп.}|} = \sqrt{(1 + |k_o|)^2 + 2 \cdot |k_o| \cdot \cos\varphi_o} \cdot |Z| <$$

$$\varphi_{исп.} = \arctg \frac{\sin\varphi_Z + |k_o| \cdot \sin(\varphi_Z + \varphi_o)}{\cos\varphi_Z + |k_o| \cdot \cos(\varphi_Z + \varphi_o)}$$

или

$$\varphi_Z = \arctg \frac{\sin\varphi_{исп.} + |k_o| \cdot \sin(\varphi_{исп.} - \varphi_o)}{\cos\varphi_{исп.} + |k_o| \cdot \cos(\varphi_{исп.} - \varphi_o)}$$

где:

$Z <$: полное сопротивление отключения;

φ_Z : угол полного сопротивления;

$|k_o|$: уставка ДИСТ: Величина k_o ППх;

φ_o : уставка ДИСТ: Угол k_o ППх;

$U_{исп.}$: испытательное напряжение;

$I_{исп.}$: испытательный ток;

$\varphi_{исп.}$: фазовый угол между испытательным напряжением и испытательным током.

9 Ввод в эксплуатацию

(продолжение)

Во всех случаях повреждений в 1-й зоне дистанционной защиты, при замере полного сопротивления отключения вводят уставки коэффициентов расширения 1-й зоны - К удл.

$$R_{\text{откл.}} = K_{\text{удл.}} \cdot R_1$$

$$X_{\text{откл.}} = K_{\text{удл.}} \cdot X_1,$$

где:

$R_{\text{откл.}}$: фактическое активное сопротивление отключения;

$X_{\text{откл.}}$: фактическое реактивное сопротивление отключения;

$K_{\text{удл.}}$: уставка ДИСТ: К удл.-1 ф.КЗ, к.о. ППх или
К удл.-м/ф.КЗ, к.о. ППх либо
ДИСТ: К удл.-1 ф.КЗ, д.о.ППх или
ДИСТ: К удл.-м/ф.КЗ, д.о. ППх;

R_1 : уставка ДИСТ: R1, ф-з (Многоугол) ППх или
ДИСТ: R1, ф-ф (Многоугол) ППх;

X_1 : уставка ДИСТ: X1 (Многоугольн.) ППх.

Включение коэффициентов расширения 1-й зоны - К удл. при кратковременном отключении управляется следующими защитами:

- защитой при включении на повреждение (КЗ);
- через двоичный сигнальный вход, сконфигурированный соответствующим образом;
- устройством сравнения сигналов о срабатывании защит по концам линии.

Если устройство сравнения сигналов о срабатывании защит по концам линии не в работе, то управление и, при необходимости, переключение на коэффициент расширения 1-й зоны - К удл. при длительном отключении производится внутренним АПВ. Независимо от готовности устройства сравнения сигналов, коэффициент расширения 1-й зоны - К удл. при кратковременном отключении может быть, в зависимости от уставки, задействован при выполнении команды повторного включения.

9 Ввод в эксплуатацию

(продолжение)

Проверка области ЗУ для запоминания параметров напряжения

Для замера направления в определенных случаях используется напряжение, сохраненное в области ЗУ для запоминания параметров напряжения. Если область ЗУ для запоминания параметров напряжения должна быть проверена однофазным испытательным устройством, то проверку следует производить только для повреждения фаза «А» – фаза «В».

Область ЗУ для запоминания параметров напряжения вводится, если выполнены следующие два условия:

- Если напряжение $|U_{ab}|$ превышает $0,65 U_{ном}$.
- Если частота находится в диапазоне $0,95 \cdot f_{ном} < f < 1,05 \cdot f_{ном}$.

При пуске с соблюдением вышеприведенных условий, область ЗУ для запоминания параметров напряжения отсекается от напряжения сети (U_{ab}), и это сохраненное напряжение в течение времени, не превышающего 2 сек, может использоваться для замера направления.

В зависимости от величины напряжения повреждения устройство Р43х решает, как производить замер направления – с помощью напряжения повреждения, запомненного напряжения или выставленного угла альфа (ДИСТ: Альфа n (Многоуг.) ППх, где n: 1, 2, 3, 4, 5, 6). Имеются следующие возможности:

Угол для определения направления при:		
Область ЗУ для запоминания параметров U	$0,002 U_{ном} < U_{изм} < \text{ДИСТ: } U \text{ ср.запом. на пр. ППх}$	$U_{изм} < 0,002 U_{ном}$
введена	φ_X	φ_X
не введена	$\varphi_{кз}$	α

φ_X : угол, определенный с помощью сохраненного напряжения;

φ_F : угол, определенный с помощью выбранных измеренных величин;

$U_{изм.}$: выбранное измеряемое напряжение.

Способ определения угла φ_X описан в разделе 3 "Замер сопротивлений и направленности".

Правильность фазировки подключения к трансформаторам тока и напряжения защищаемой электроустановки можно проверить по индикации измеряемых величин углов нагрузки оперативного режима (ОСНФ: Угол нагрузки фи ф.а, ОСНФ: Угол нагрузки фи ф.в, ОСНФ: Угол нагрузки фи ф.с (папка "Раб/Цикл/Данн/"). Углы нагрузки всех трех фаз должны быть примерно равны. Углы нагрузки определяются только в том случае, если текущая величина тока равна или превышает 5 % номинального тока реле.

9 Ввод в эксплуатацию

(продолжение)

Проверка контроля цепей измерения

Защитой контролируются как цепи измерения тока, так и цепи измерения напряжения. Срабатывание цепей контроля можно наблюдать, вызывая сообщения о логическом состоянии КЦИ: Неисправ. цепей I и U (папка "Раб/Цикл/Лог") или КЦИ: Неиспр. цепей U, Uоп (папка "Раб/Цикл/Лог"). Сигналы контроля можно также записывать в область ЗУ для запоминания регистрации контрольных данных и считывать их оттуда.

Контроль цепей измерения тока

Контроль цепей измерения тока функционирует только в том случае, если, как минимум, в одной фазе протекает ток величиной $0,125 I_{ном}$. Устройство Р43х вычисляет по следующим формулам из трех фазных токов величину тока обратной последовательности:

Направление вращения поля по часовой стрелке:

$$|I_2| = \frac{1}{3} | (I_a + a^2 \cdot I_b + a \cdot I_c) |$$

Направление вращения поля против часовой стрелки:

$$|I_2| = \frac{1}{3} | (I_a + a \cdot I_b + a^2 \cdot I_c) |$$

$$a = e^{j120^\circ}$$

$$a^2 = e^{j240^\circ}$$

Условие срабатывания для цепей измерения тока имеет вид:

$$|I_2| \geq (I_2 >) \cdot |I_{ф, макс}|,$$

где

$$I_2 > : \text{ уставка КЦИ}; I_2 > .$$

При подаче однофазного испытательного тока получаем:

$$|I_2| = \frac{1}{3} \cdot |I_{исп.}|$$

$$I_{ф, макс} = I_{исп.}$$

Для условия срабатывания это означает:

$$\frac{1}{3} \cdot |I_{исп.}| \geq (I_2 >) \cdot |I_{исп.}|$$

или

$$0,333 \geq (I_2 >).$$

Таким образом, устройство контроля цепей измерения тока при подаче однофазного испытательного тока может сработать только в том случае, если его параметр срабатывания выставлен меньшим, чем $0,333 I_{исп.}$

9 Ввод в эксплуатацию

(продолжение)

При подаче двухфазного испытательного тока, когда подводимые к устройству токи находятся в противофазе, получаем:

$$|I_2| = \frac{1}{3} \cdot |I_{\text{исп.}} + a^2 \cdot (-I_{\text{исп.}})| = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot |I_{\text{исп.}}|$$

$$I_{\text{ф, макс}} = I_{\text{исп.}}$$

Для условия срабатывания это означает:

$$\frac{1}{3} \cdot |I_{\text{исп.}}| \geq (I_2 >) \cdot |I_{\text{исп.}}|$$

$$0,577 \geq (I_2 >)$$

Таким образом, устройство контроля цепей измерения тока может сработать при подаче двухфазного испытательного тока, когда подводимые к устройству токи находятся в противофазе, только в том случае, если его параметр срабатывания выставлен меньшим, чем $0,577 I_{\text{исп.}}$.

Если выбранный параметр срабатывания соответствует вышеприведенным условиям, устройство контроля цепей измерения тока срабатывает при испытательном токе, превышающем $0,125 I_{\text{ном}}$, по истечении установленной задержки на срабатывание 300 мсек.

Контроль цепей измерения напряжения

Устройство контроля системы обратной последовательности цепей измерения напряжения вводится в том случае, если, как минимум, одно из фазных напряжений превысит величину $0,7 U_{\text{ном}}/\sqrt{3}$. Другими критериями ввода (для выбора критериев ввода используется уставка КЦИ: Вид опер. контроля U в папке "Пар/Функ/Осн/"):

- Один из фазных токов должен превысить пороговое значение $0,05 I_{\text{ном}}$.
- Логический сигнал на двоичном сигнальном входе, сконфигурированном на ОСНФ: Сигн. о вкл. В ВНЕШН, должен быть "1".

Если устройство контроля напряжения обратной последовательности введено, то Р43х определяет величину напряжения обратной последовательности по следующим формулам:

Направление вращения поля по часовой стрелке:

$$|U_2| = \frac{1}{3} \cdot |(U_a + a^2 \cdot U_b + a \cdot U_c)|$$

Направление вращения поля против часовой стрелки:

$$|U_2| = \frac{1}{3} \cdot |(U_a + a \cdot U_b + a^2 \cdot U_c)|$$

$$a = e^{j120^\circ}$$

$$a^2 = e^{j240^\circ}$$

9 Ввод в эксплуатацию

(продолжение)

Порог пуска \underline{U}_2 жестко установлен на $0,2 U_{\text{НОМ}}/\sqrt{3}$. При однофазной проверке с помощью $|\underline{U}_b| = |\underline{U}_c|$ отсюда и из вышеприведенной формулы для \underline{U}_2 вытекает, что триггер срабатывает при превышении испытательным напряжением следующего значения:

$$|\underline{U}_{\text{исп.}}| \geq 3 \cdot 0,2 \cdot \frac{U_{\text{НОМ}}}{\sqrt{3}}$$

Сигнал выдается лишь по истечении установленной задержки на срабатывание.

Проверка защиты AB_МТ

Переключение на АВ_МТ производится устройством контроля цепей измерения или при отключении автомата трансформатора напряжения на стороне линии (если выставлена соответствующая уставка).

В случае превышения током установленного параметра срабатывания АВ_МТ: $I > \text{ППх}$ происходит пуск в соответствующей(-их) фазе(-ах). По истечении установленной задержки на срабатывание АВ_МТ: $t1 > \text{ППх}$ происходит срабатывание Р43х. Если в качестве уставки ОСНФ: Заземление нейтрали выставлено "Низкоомное заземление", то в случае, если вычисленный Р43х суммарный ток $3I_0$ превосходит установленный параметр срабатывания АВ_МТ: $3I_0 > \text{ППх}$, происходит пуск НП. По истечении установленной задержки на срабатывание АВ_МТ: $t3I_0 > \text{ППх}$ происходит срабатывание Р43х.

Срабатывание устройства стабилизации тока при броске тока включения блокирует защиту АВ_МТ.

Если защита АВ_МТ установлена таким образом, что она запускает АПВ, то в состоянии готовности АПВ ступени времени АВ_МТ: $t1 > \text{ППх}$ и АВ_МТ: $t3I_0 > \text{ППх}$ блокированы. В этом случае сигнал отключения при фазном пуске подается без выдержки времени, при пуске по току нулевой последовательности – с выдержкой времени 80 мсек. Кроме того, ступень выдержки времени $t3I_0 >$ блокируется пуском по фазе или во время прохождения перерыва при АПВ.

Устройство Р43х вычисляет суммарный ток $3I_0$ по следующей формуле:

$$|3I_0| = |I_a + I_b + I_c|$$

Отсюда при однофазной проверке (например, $I_b = I_c = 0$) получается испытательный ток величиной

$$|I_{\text{исп.}}| = 3I_0 > I_{\text{НОМ}},$$

при котором достигается параметр срабатывания АВ_МТ: $3I_0 > \text{ППх}$.

9 Ввод в эксплуатацию

(продолжение)

Проверка сравнения сигналов о срабатывании защит по концам линии

Проверка устройства сравнения сигналов о срабатывании защит по концам линии (СРСС) может быть произведена, только если СРСС находится в состоянии готовности. Это можно определить опросом сообщения о логическом состоянии СРСС: готово (в папке "Раб/Цикл/Лог").

Если СРСС не находится в состоянии готовности, это может быть вызвано следующими причинами:

- СРСС не включено.
(Это можно проверить через СРСС: введена (в папке "Раб/Цикл/Лог").
Возможные причины:
 - В уставке СРСС:Ввести СРСС-ПУУ/тел (папка "Пар/Функ/Лог"), выставлено "Нем".
 - В уставке СРСС:Введена ППх (папка "Пар/Функ/ППх"), выставлено "Нем".
 - СРСС отключено через соответствующим образом сконфигурированный двоичный сигнальный вход или с панели управления устройством. (Это можно проверить опросом сообщения о логическом состоянии СРСС: введена извне в папке "Раб/Цикл/Лог").
- СРСС блокируется подачей управляющего импульса на соответствующим образом сконфигурированный двоичный сигнальный вход (СРСС: Б л о к и р о в а т ь В Н Е Ш Н).
- Обнаружена неисправность канала связи. (Это можно проверить опросом сообщения о логическом состоянии СРСС: Н е и с п р . к а н а л . п е р е д . в папке "Раб/Цикл/Лог").

Если условия проверки выполнены, можно для целей проверки генерировать передаваемый сигнал с пульта управления устройством СРСС: Т е с т к а н . с в я з и П У У / т (в папке "Раб/УпрКонтр") или подачей управляющего импульса на соответствующим образом сконфигурированный двоичный сигнальный вход. Этот сигнал будет подаваться в течение 500 мсек и его длительность будет увеличиваться на установленное время возврата. Если для устройства защиты противоположной стороны выбран режим "С откликом", то полученный сигнал возвращается назад.

9 Ввод в эксплуатацию

(продолжение)

Проверка устройства АПВ

Проверка устройства АПВ может быть произведена, только если оно находится в состоянии готовности. Это можно определить опросом сообщения о логическом состоянии АПВ: готово (в папке "Раб/Цикл/Лог").

Если АПВ не находится в состоянии готовности, это может быть вызвано следующими причинами:

- АПВ не включено.
(Это можно проверить опросом сообщения о логическом состоянии АПВ: введена (в папке "Раб/Цикл/Лог"). Возможные причины:
 - В уставке АПВ:Ввести АПВ-ПУУ/тел (папка "Пар/Функ/Лог"), выставлено "Нем".
 - В уставке АПВ:Введена ППх (папка "Пар/Функ/ППх"), в зависимости от подгруппы параметров, выставлено "Нем".
 - АПВ отключено через соответствующим образом сконфигурированный двоичный сигнальный вход или с панели управления устройством.
(Это можно проверить опросом сообщения о логическом состоянии АПВ: введена извне в папке "Раб/Цикл/Лог").
- АПВ блокируется защитой при включении на повреждение, защитой АВ_МТ, защитой от 1-фазных КЗ на землю (только в Р435), защитой от 1-фазных КЗ на землю, основанной на принципе сравнения сигналов по концам линии, ручной командой отключения или подачей управляющего импульса на соответствующим образом сконфигурированный двоичный сигнальный вход (АПВ: Блокировать ВНЕШН). (Это можно проверить опросом сообщения о логическом состоянии АПВ: заблокирована в папке "Раб/Цикл/Лог").
- На двоичный сигнальный вход, сконфигурированный на АПВ: Привод В готов ВНЕШН, не подан логический сигнал "1".
- На двоичный сигнальный вход, сконфигурированный на ОСНФ: Сигн.о вкл.В ВНЕШН, не подан логический сигнал "1". Сигнализация положения силового выключателя нужна только в том случае, если для уставки АПВ: Сигн.о вкл.пол.В ППх выбрана опция "Да".
- Отрабатывается цикл АПВ. (Это можно проверить опросом сообщения о логическом состоянии АПВ: Идет цикл (операций) в папке "Раб/Цикл/Лог").
- Отрабатывается цикл АПС. (Это можно проверить опросом сообщения о логическом состоянии АПС: Идет цикл (операций) в папке "Раб/Цикл/Лог", только в Р435).

Для проверки АПВ можно выполнить тест кратковременного отключения либо с панели управления устройством либо подачей управляющего импульса на двоичные сигнальные входы. При тесте кратковременного отключения сначала передается команда отключения, а по истечении установленного времени перерыва выдается команда повторного включения.

9 Ввод в эксплуатацию

(продолжение)

Проверка автоматического включения с проверкой синхронизма (АПС)

Проверка устройства АПС может быть произведена, только если оно находится в состоянии готовности. Это можно определить опросом сообщения о логическом состоянии АПС: готово.

Если АПС не находится в состоянии готовности, это может иметь следующие причины:

- АПС не включено. (Это можно проверить опросом сообщения о логическом состоянии АПС: введена (в папке "Раб/Цикл/Лог"). Возможные причины:
 - В уставке АПС:Ввести АПС-ПУУ/тел (папка "Пар/Функ/Осн/"), выставлено "Нем".
 - В уставке АПС:Введена ППх (папка "Пар/Функ/ППх/"), в зависимости от подгруппы параметров, выставлено "Нем".
 - АПС отключено через соответствующим образом сконфигурированный двоичный сигнальный вход или с панели управления устройством. (Это можно проверить опросом сообщения о логическом состоянии АПС: введена извне в папке "Раб/Цикл/Лог").
- На двоичные сигнальные входы, сконфигурированные на ОСНФ: Откл. ав-та У ВНЕШН или ОСНФ: Откл. ав-та Уоп ВНЕШН, подан логический сигнал "1".
- АПС блокируется подачей управляющего импульса на двоичный сигнальный вход, сконфигурированный на АПС: Блокировать ВНЕШН.

Уставкой задается, разрешать ли при блокировке ввод включения.

Для проверки можно с пульта управления устройством АПС: Тест треб. вкл. ПУУ/т в папке "Раб/УпрКонтр/" или подачей управляющего импульса на соответствующим образом сконфигурированный двоичный сигнальный вход (АПС: Тест треб. вкл. ВНЕШН) генерировать на 500 мсек требование включения. Проверку можно провести только в том случае, если не идет цикл АПВ. Устройство R43x проверяет в соответствии с установленными условиями, можно ли выполнить включение. При положительном результате проверки выдается сигнал АПС: Ввести вкл. Команда включения (повторного включения) не выдается! При отрицательном результате проверки выдается сигнал АПС: Запрет включения.

9 Ввод в эксплуатацию

(продолжение)

Проверка защиты от 1-фазных КЗ на землю

Функция защиты от 1-фазных КЗ (на землю) предусмотрена только в устройстве Р435.

Проверка устройства защиты от 1-фазных КЗ на землю может быть произведена, только если оно находится в состоянии готовности. Это можно определить опросом сообщения о логическом состоянии ОКЗАМ: готово (в папке "Раб/Цикл/Лог").

Если ОКЗАМ не находится в состоянии готовности, это может иметь следующие причины:

- Устройство ОКЗАМ не включено. (Это можно проверить опросом сообщения о логическом состоянии ОКЗАМ: введена (папка "Раб/Цикл/Лог"). Возможные причины:
 - В уставке ОКЗАМ:Ввести ОКЗАМ-ПУУ/тел (папка "Пар/Функ/Осн") выставлено "Нем".
 - В уставке ОКЗАМ:Введена ППх (папка "Пар/Функ/ППх"), в зависимости от подгруппы параметров, выставлено "Нем".
 - Защита от 1-фазных КЗ на землю отключена через соответствующим образом сконфигурированный двоичный сигнальный вход или с панели управления устройством.
(Это можно проверить опросом сообщения о логическом состоянии ОКЗАМ: введена извне в папке "Раб/Цикл/Лог").
- На двоичный сигнальный вход, сконфигурированный на ОСНФ: Откл.ав-та U ВНЕШН, подан логический сигнал "1".

Из трех фазных напряжений устройство ОКЗАМ вычисляет напряжение нулевой последовательности $3U_0$ по следующей формуле:

$$|3U_0| = |U_a + U_b + U_c|$$

При однофазной проверке при $|U_b| = |U_c| = 0$ из вышеприведенной формулы для $3U_0$ вытекает, что триггер ОКЗАМ: $3U_0 >$ срабатывает при превышении испытательным напряжением следующей величины:

$$|U_{исп.}| = 3U_0 > \cdot \frac{U_{НОМ}}{\sqrt{3}}, \text{ где}$$

$3U_0 >$: уставка ОКЗАМ: $3U_0 >$.

Срабатывание триггера можно проверить опросом сообщения о логическом состоянии ОКЗАМ: Пуск $3U_0 >$ (в папке "Раб/Цикл/Лог").

9 Ввод в эксплуатацию

(продолжение)

Проверка защиты от 1-фазных КЗ на землю, основанной на принципе сравнения величин по концам линии (СРОК)

Функция СРОК предусмотрена только в устройстве Р435.

СРОК можно проверить с интегрированной панели управления устройством (СРОК: Тест кан. связи ПУУ/т) или при помощи импульса, подаваемого через соответствующим образом сконфигурированный двоичный сигнальный вход (СРОК: Тест кан. связи ВНЕШН). Тогда устройство Р43х генерирует в течение 500 мсек передаваемый сигнал.

Проверка определения направления замыкания на землю по параметрам установившегося режима

Если имеются измеренные величины как тока, так и напряжения нулевой последовательности, устройство Р435 определяет направление замыкания на землю путем оценки этих измеренных величин по мощности. В зависимости от уставки оценке подвергается напряжение нулевой последовательности, вычисленное устройством Р435, или измеренное трансформатором напряжения Т 90. Если замеряться может только ток, то устройство Р435 по величине тока замыкания на землю определяет "замыкание на землю" (метод оценки по току). Переключение на режим оценки по мощности или по току производится либо с панели управления устройством, либо активацией сконфигурированного соответствующим образом двоичного сигнального входа.

Если этого допускает режим работы защищаемой электроустановки, на стороне шин или на стороне линии можно выполнить искусственное замыкание на землю. В этом случае устройство Р435 должно выдать соответствующие сигналы. Однако при этом предполагается, что происходит превышение выставленных пороговых значений тока нулевой последовательности ($HA_{OF} : 3I_{0ak} > / 3I_{0reak} >$ шин или лин.)" при оценке по мощности или $HA_{OF} : 3I_0 >$ при оценке по току и напряжения нулевой последовательности ($HA_{OF} : 3U_0 >$).

В связи с опасностью двойного замыкания на землю функциональное испытание выполнением искусственного замыкания на землю в большинстве случаев не представляется возможным. В таких случаях трансформаторы тока и напряжения защищаемой электроустановки можно соединить в схему, позволяющую проводить функциональное испытание и без искусственного замыкания на землю.

Ток и напряжение нулевой последовательности, замеренные устройством Р435, выводятся на индикатор как в виде параметров первичных оперативных величин, так и в виде относительных величин, приведенных к номинальному току и напряжению устройства Р43х (см. список адресов "Измеряемые величины оперативного режима").

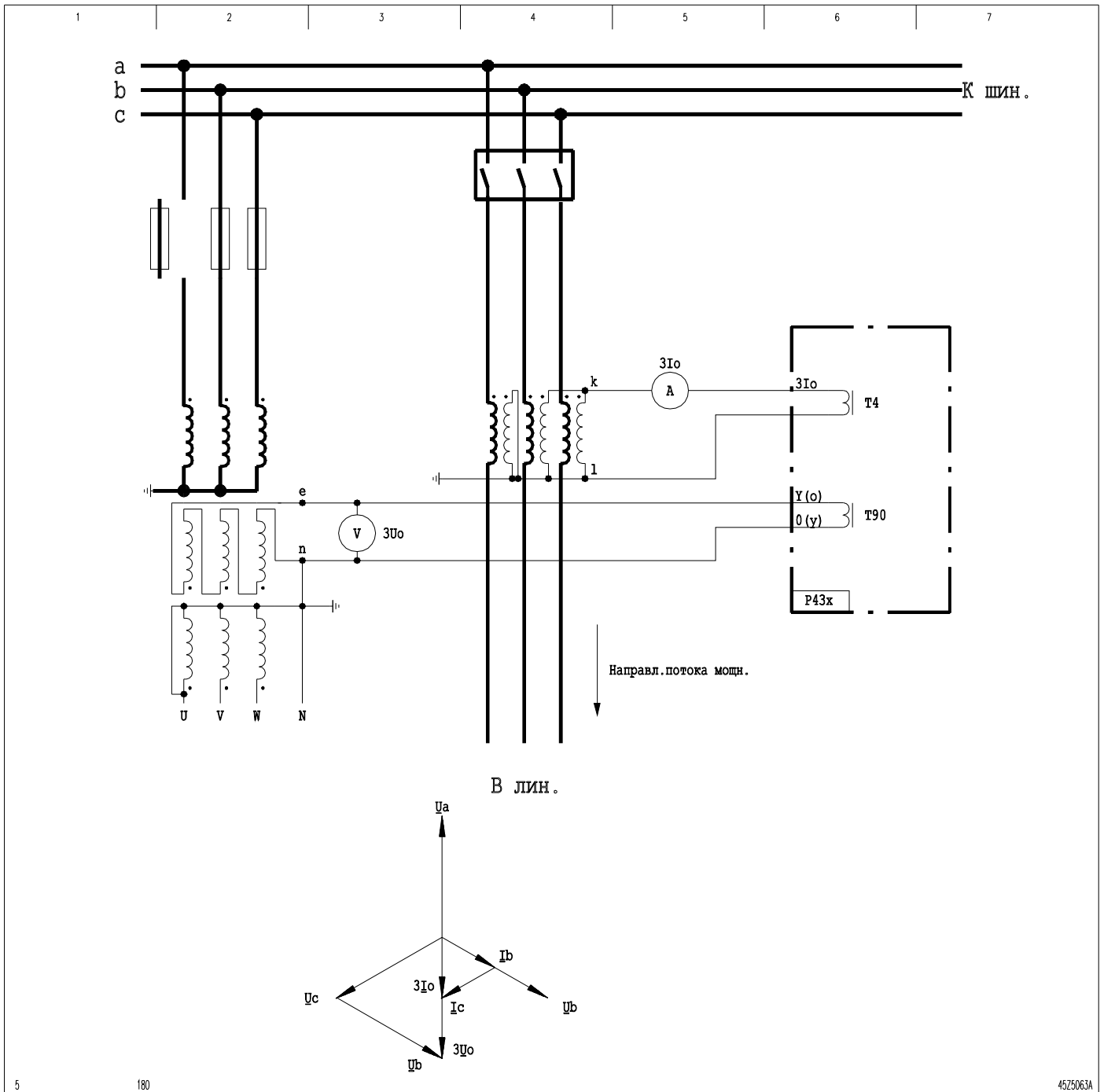
Вспомогательная схема в сетях с компенсацией замыкания на землю

Сначала удаляют предохранитель в фазе «А» трансформатора напряжения и закорачивают соответствующую вторичную сторону (см. рис. 9-5 и 9-6). Таким образом получают напряжение нулевой последовательности $3U_0$, амплитуда которого в $\sqrt{3}$ раза меньше, чем при глухом замыкании на землю.

9 Ввод в эксплуатацию

(продолжение)

Если замеряется ток в схеме Хольмгрена, надо на вторичной стороне трансформаторов тока отсоединить и закоротить фазу «А» (см. рис. 9-5).



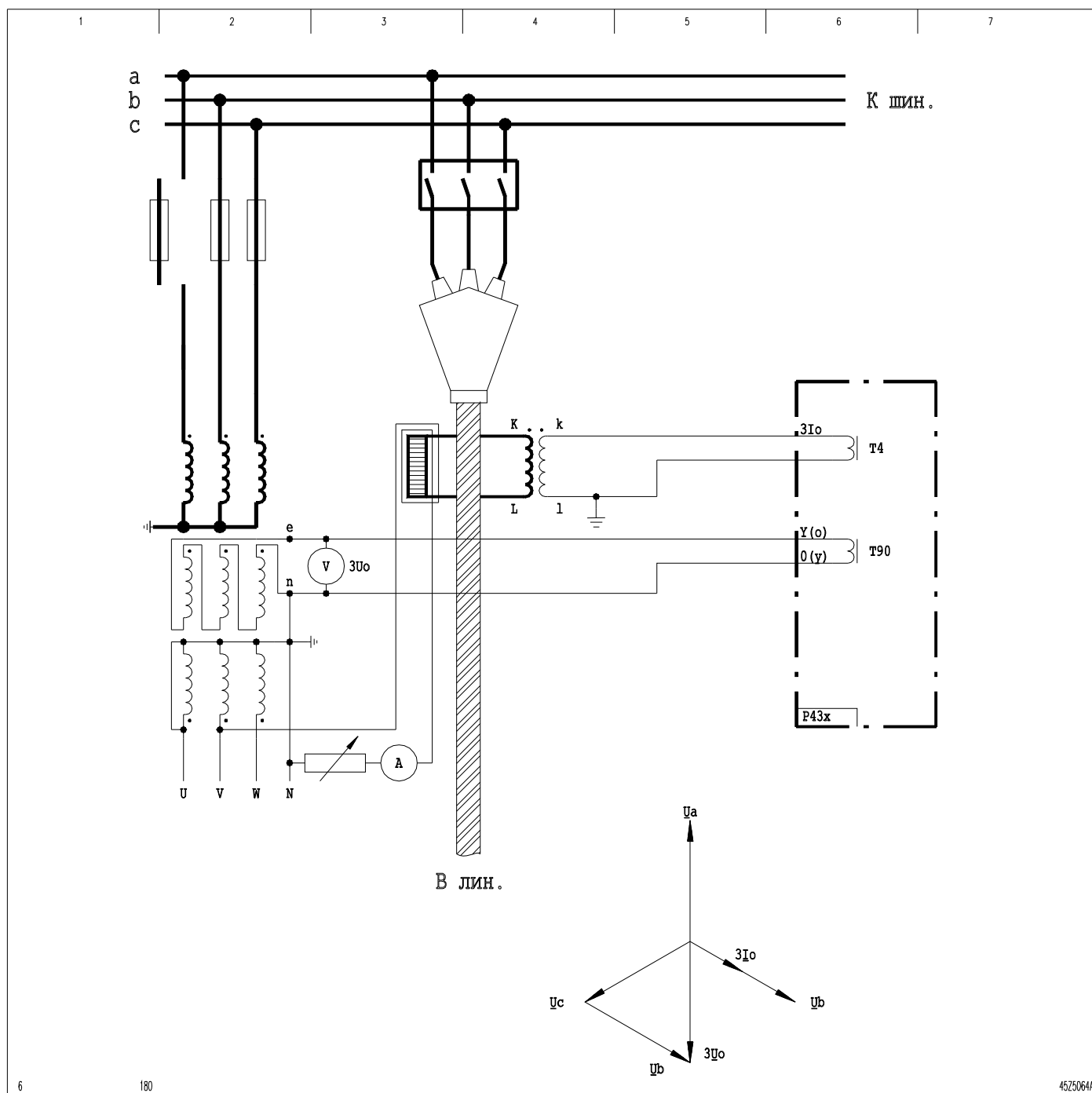
9-5 Вспомогательная схема в сетях с компенсацией замыкания на землю и схемой Хольмгрена, замыкание на землю в направлении сборных шин

9 Ввод в эксплуатацию

(продолжение)

Через разъемные кабельные трансформаторы тока пропускают вспомогательный провод, в который подается регулируемый активный ток, определяемый напряжением фазы «В» (см. рис. 9-6). Векторное распределение токов и напряжений показано на векторных диаграммах, расположенных под схемами подключения.

В приведенном примере моделируется замыкание на землю на стороне сборных шин. Для проверки замыкания на землю на стороне линии надо поменять местами подключение тока или напряжения.



9-6 Вспомогательная схема в сетях с компенсацией замыкания на землю и разъемным кабельным трансформатором тока, замыкание на землю в направлении сборных шин

9 Ввод в эксплуатацию

(продолжение)

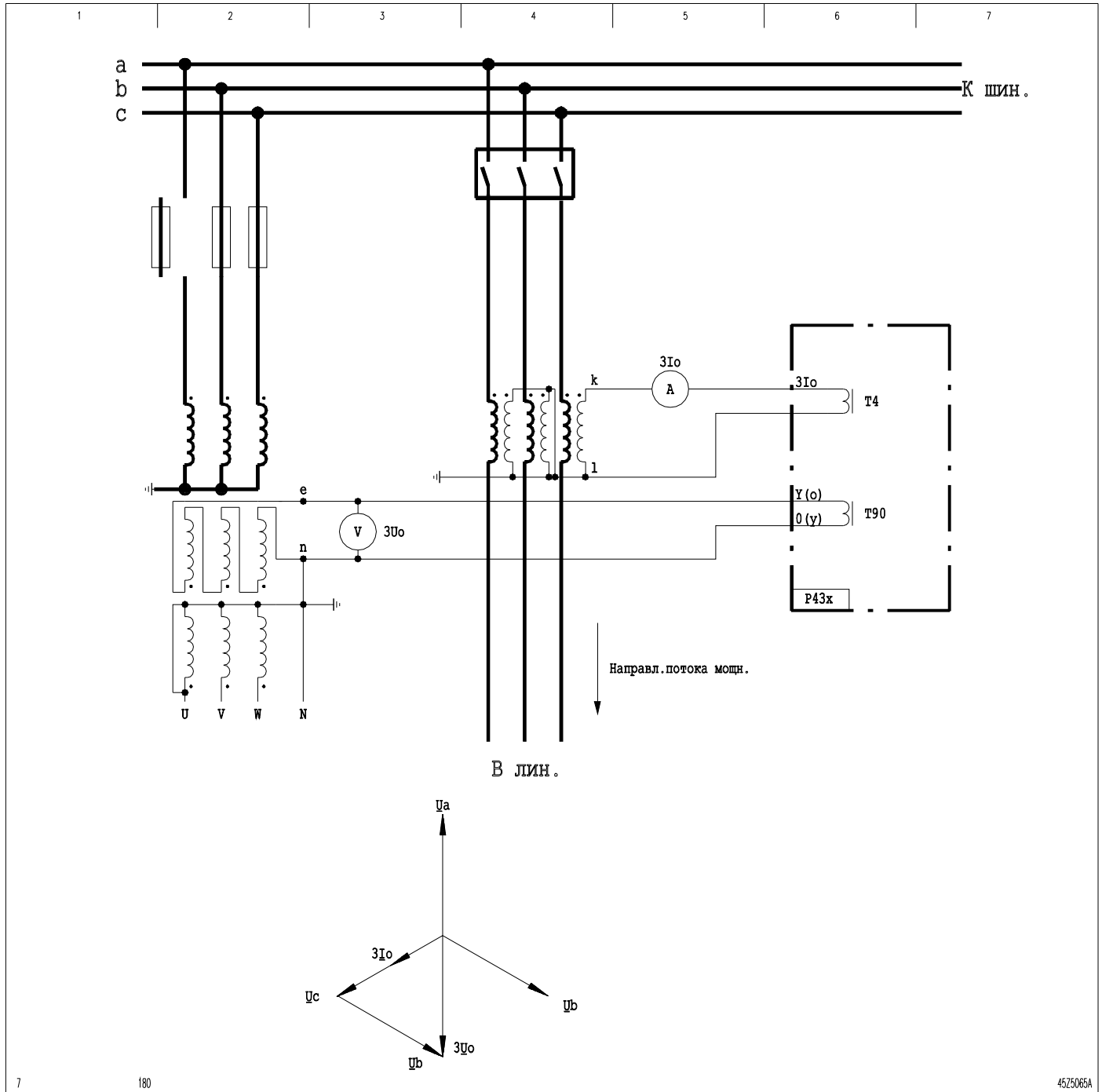
*Вспомогательная схема
в сетях с изолированной
нейтралью*

Сначала удаляют предохранитель в фазе «А» на первичной стороне трансформатора напряжения и закорачивают соответствующую вторичную сторону (см. 9-7 и 9-8). Таким образом, получают напряжение нулевой последовательности $3\underline{U}_0$, амплитуда которого в $\sqrt{3}$ раза меньше, чем при глухом замыкании на землю.

Если замеряется ток в схеме Хольмгрена, надо на вторичной стороне трансформаторов тока отсоединить и закоротить фазы «А» и «В» (см. рис. 9-7).

9 Ввод в эксплуатацию

(продолжение)



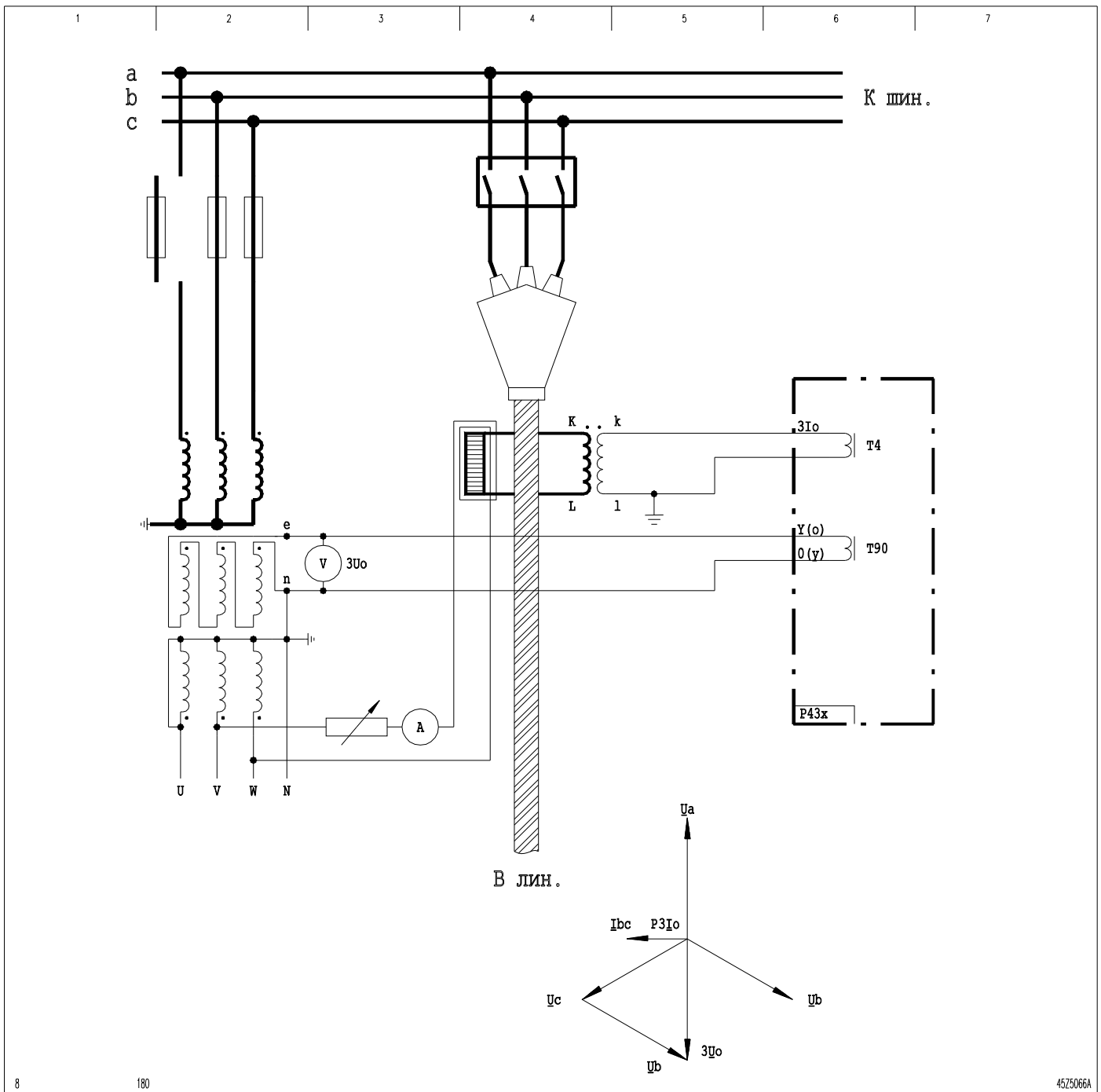
9-7 Вспомогательная схема в сетях с изолированной нейтралью и схемой Хольмгерина, замыкание на землю в направлении сборных шин

9 Ввод в эксплуатацию

(продолжение)

Через разъемные кабельные трансформаторы тока пропускают вспомогательный провод, в который подается регулируемый активный ток, определяемый междуфазным напряжением фаз «В» и «С» (см. рис. 9-8). Векторное распределение токов и напряжений показано на векторных диаграммах, расположенных под схемами подключения.

В приведенном примере моделируется замыкание на землю на стороне линии. Для проверки замыкания на землю на стороне сборных шин надо поменять местами подключение тока или напряжения.



9-8 Вспомогательная схема в сетях с изолированной нейтралью и разъемным кабельным трансформатором тока, замыкание на землю в направлении сборных шин

9 Ввод в эксплуатацию

(продолжение)

Проверка защиты от 1-фазных замыканий (на землю), основанной на принципе фиксации переходных процессов

Вторичную проверку защиты от 1-фазных замыканий на землю, основанной на принципе фиксации переходных процессов, можно проводить только испытательным устройством, достаточно точно моделирующим импульс кратковременного замыкания. В противном случае возникает опасность несрабатывания защиты от 1-фазных замыканий (на землю), основанной на принципе фиксации переходных процессов, поскольку логика специально рассчитана на регистрацию импульса кратковременного замыкания.

Завершение ввода в эксплуатацию

Перед началом эксплуатации устройства защиты Р43х необходимо, чтобы были выполнены следующие условия:

- Все области ЗУ сброшены
(сброс осуществляется под адресами ОСНФ: Общий возврат, папка "Раб/УпрКонтр/" (защищен паролем) и РЕ_СК: Снять регистрацию, папка "Раб/УпрКонтр/").
- Снята блокировка выходных реле
(ВЫХ: Блок. вых. реле с ПУУ, папка "Пар/Функ/Общ/", уставка "Нет")
- Снята блокировка команды отключения
(ОСНФ: Блок. ком отк.-ПУУ/т, папка "Пар/Функ/Общ/", уставка "Нет")
- Защита введена
(ОСНФ: Защита введена, папка "Пар/Функ/Общ/", уставка "да (включено)").

После завершения работы с устройством должен светиться только зеленый светодиод "Рабочий режим" (Н1).