

Функция блокировки при сквозных токах через ошиновку

Рекомендации по выбору уставок

ЭКРА.650323.115 Д7
(редакция от 03.09.2025)

Авторские права на данную документацию
принадлежат ООО НПП «ЭКРА» (г. Чебоксары)
Снятие копий или перепечатка разрешается
только по соглашению с разработчиком.

Содержание

| | |
|---|----|
| 1 Область применения..... | 4 |
| 2 Термины и определения..... | 5 |
| 3 Сокращения..... | 6 |
| 4 Общие положения..... | 7 |
| 5 Блокировка при сквозных токах через ошиновку..... | 8 |
| 5.1 Описание функции «БСТО»..... | 8 |
| 5.2 Расчет и выбор параметров настройки (уставок) и алгоритмов функционирования функции «БСТО»..... | 9 |
| 5.2.1 Выбор уставки [050401] I _{ср} БСТО..... | 9 |
| 5.2.2 Выбор уставок по времени..... | 13 |
| 5.2.3 Назначение программных накладок ХВ..... | 13 |
| Приложение 1. Функциональная схема логической части узла 'БСТО'..... | 16 |
| Список литературы..... | 18 |
| Лист регистрации изменений..... | 19 |

1 Область применения

Настоящие рекомендации освещают вопросы выбора уставок функции блокировки при сквозных токах через ошиновку, входящей в состав основных и резервных защит линии 110 – 750 кВ, и распространяются на устройства ООО НПП «ЭКРА» ШЭ 2607, ШЭ 2710, ШЭТ и другие устройства, в которых может использоваться данная функция.

2 Термины и определения

Измерительный трансформатор — электрический трансформатор, предназначенный для измерения и контроля напряжения, тока или фазы электрического сигнала переменного тока промышленной частоты в контролируемой цепи.

Трансформатор тока – измерительный трансформатор, в котором при нормальных условиях применения вторичный ток практически пропорционален первичному току и сдвинут относительно него по фазе на угол, близкий к нулю.

Автоматическое повторное включение – автоматическое включение выключателей присоединения, отключенных устройствами релейной защиты или отключившихся самопроизвольно, для быстрого восстановления питания потребителей, межсистемных и внутренних связей, а также для улучшения условий сохранения устойчивости энергосистемы.

Однофазное автоматическое повторное включение – применяемое на присоединениях, снабженных пофазными выключателями, автоматическое включение фазы, отключенной устройством релейной защиты при однофазном КЗ.

Органы (пусковые, блокирующие, отключающие) релейной защиты и автоматики – структурно-функциональные элементы релейной защиты и автоматики. Органы релейной защиты и автоматики бывают реализованы аппаратно, программно или программно-аппаратно.

Уставки – задаваемые параметры срабатывания органов устройств РЗА.

Чувствительность – свойство устройства релейной защиты отличать ненормальный режим от нормального. Характеризуется отношением минимального значения входной воздействующей электрической величины при повреждении присоединения или его ненормальном режиме к уставке для устройств релейной защиты, реагирующих на возрастающие в условиях повреждения или ненормального режима величины. Для устройств релейной защиты, реагирующих на уменьшающиеся в условиях повреждения или ненормального режима величины – отношением уставки к максимальному значению входной воздействующей электрической величины при повреждении присоединения или его ненормальном режиме.

Устройство релейной защиты и автоматики (УРЗА) – конструктивно завершенное аппаратное или программно-аппаратное изделие, выполняющее одну или несколько функций релейной защиты и/или автоматики, способное функционировать автономно.

3 Сокращения

| | |
|------|--|
| БСТО | блокировка при сквозных токах через ошиновку |
| В | выключатель |
| ВЛ | воздушная линия |
| ВЧБ | высокочастотная блокировка |
| ВЧЗ | высокочастотная защита (линии) |
| ДЗ | дистанционная защита |
| ДЗЛ | дифференциальная защита линии (продольная) |
| ДФЗ | дифференциально-фазная защита линии |
| КЗ | короткое замыкание |
| МФТО | междуфазная токовая отсечка |
| НВЧЗ | направленная высокочастотная защита линии |
| РП | ремонтная перемычка |
| РРП | разъединитель ремонтной перемычки |
| ОЗ | основная защита |
| РУ | распределительное устройство |
| Т | трансформатор |
| ТК | телекоманда (ВЧС) |
| ТР | разъединитель трансформатора |
| ТТ | трансформатор тока (измерительный) |

4 Общие положения

Имена пунктов меню, уставок и дискретных сигналов устройства обозначены в настоящем документе в следующем виде:

[050001] НЦН,

где **[050001]** – идентификационный шестизначный код дискретного сигнала или пункта меню;

НЦН – наименование параметра, отображаемое в программе мониторинга программного комплекса EKRASMS, либо на индикаторе устройства если параметр не используется в программе мониторинга.

Значения двухпозиционных программных накладок устройства обозначены в следующем виде:

0 - не предусмотрен, 1 - предусмотрен

где **0,1** – порядковые номера положения накладки, используемый в логике как соответствующий логический (бинарный) сигнал;

не предусмотрен – наименование положения 0 накладки;

предусмотрен – наименование положения 1 накладки;

Значения многопозиционных¹ программных накладок устройства обозначены в следующем виде:

1 - не предусмотрена, 2 - II ступень, 3 - III ступень,

где **1,2,3** – порядковые номера положений накладки, используемый в логике для управления положением логического элемента «переключатель входного (выходного) сигнала» с 3-мя и более входами (выходами);

не предусмотрена – наименование положения 1 накладки;

II ступень – наименование положения 2 накладки;

III ступень – наименование положения 3 накладки;

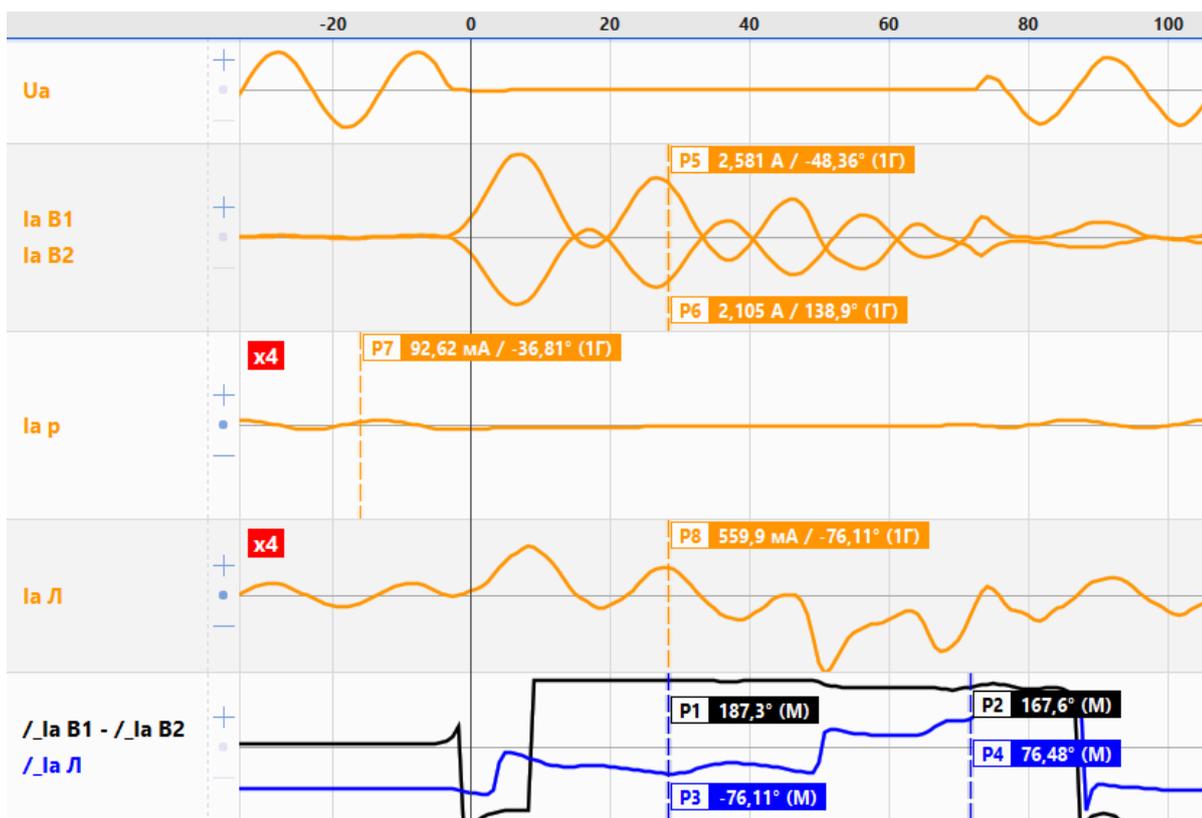
¹ 3 и более положения с отсчетом от 1.

5 Блокировка при сквозных токах через ошиновку

5.1 Описание функции «БСТО»

Функция используется в схемах с присоединением линии через два выключателя (рис. 3, ветви ТТ1 и ТТ2), либо через один выключатель и ремонтную перемычку (рис. 5 в, ветви ТТ1 и ТТ2). Вторичные цепи измерительных ТТ в ветвях присоединения заводятся на аналоговые входы «ТТ В1» и «ТТ В2» терминала устройства БСТО.²

Функция предназначена для блокирования основной защиты, быстродействующих первых ступеней ступенчатых защит, МФТО, ТЗО, блокирования пуска и приема телекоманд ТК_ДЗ и ТК_ТНЗНП. Необходимость блокировки возникает при протекании через трансформаторы тока двух выключателей сквозного тока внешнего КЗ, вызывающего насыщение одного или обоих трансформаторов. Неодинаковая степень насыщения ТТ является причиной появления значительного небаланса в вычисленном токе линии, который может привести к неправильной работе защит. На рисунке 1 показана осциллограмма случая внешнего КЗ с протеканием сквозного тока через ТТ1 и ТТ2 и насыщением одного из них (схема на рис. 3). При этом взаимный угол векторов токов выключателей изменяется незначительно ($\Delta\varphi \approx 20^\circ$, замеры P1 и P2), тогда как вектор тока $I_a Л$ (вычисленный ток линии) вследствие насыщения практически разворачивается ($\Delta\varphi \approx 152^\circ$, замеры P3 и P4).



$\varphi_{Ia B1}, \varphi_{Ia B2}$ – углы токов ф.А, протекающих через ТТ1 и ТТ2;

$\varphi_{Ia Л}$ – угол вычисленного тока $I_a Л$

Рис. 1 – Изменение углов токов вследствие насыщения одного из ТТ при внешнем КЗ

Функциональная логическая схема приведена в приложении 1.

² Под устройством БСТО подразумевается устройство защиты линии с функцией БСТО ЭКРА.650323.091 Д7

Блокировка выполнена пофазной, с объединением всех фаз по схеме «ИЛИ». Структурная схема ИО БСТО показана на рисунке 2. Измеренные мгновенные токи одноименных фаз выключателей с помощью дискретного преобразования Фурье (ДПФ) преобразуются в вектора. Для каждой фазы «Ф» вектора $\hat{I}_{\Phi B1}$ и $\hat{I}_{\Phi B2}$ анализируются по модулю в блоках « $|\hat{I}_{\Phi B1}| \geq I_{\Phi \text{уст}}$ », « $|\hat{I}_{\Phi B2}| \geq I_{\Phi \text{уст}}$ », и взаимному углу в блоке « $270^\circ \geq \widehat{I_{\Phi B1} \hat{I_{\Phi B2}}} \geq 90^\circ$ » и по схеме «И» формируют выходной сигнал ИО БСТО ф.Ф.

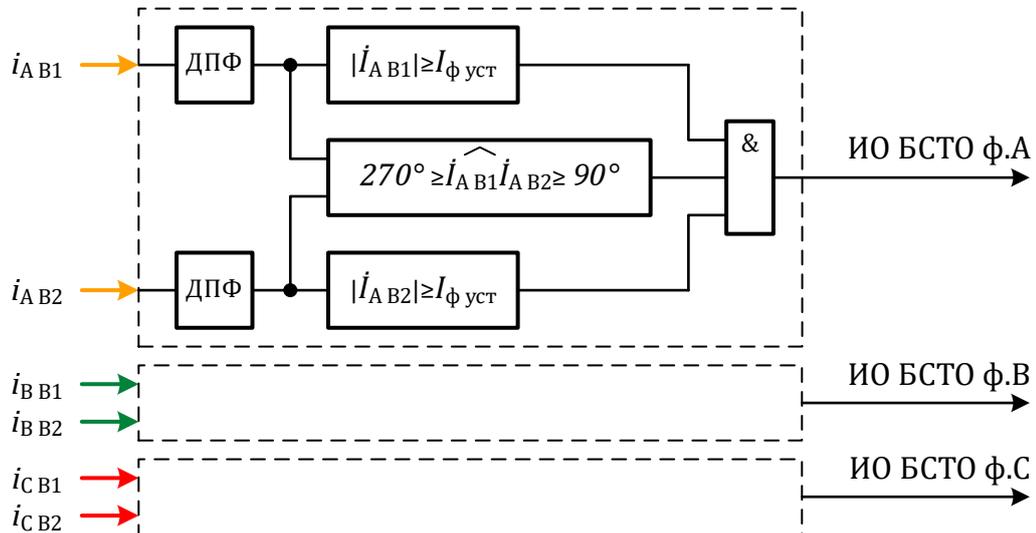


Рис. 2 – Структурная схема ИО БСТО

Логика работы БСТО предполагает функционирование схемы ограниченное время, определяемое уставкой [050404] DT1_БСТО **Время ввода БСТО**.

Выдержка времени [050405] DT2_БСТО **Время определения внешних КЗ** определяет время за которое определяется положение КЗ, внешнее или внутреннее. Выдержка времени [050406] DT3_БСТО **Задержка возврата блокирующего сигнала** определяет дополнительную задержку на возврат, величина которой определяется дополнительными требованиями.

5.2 Расчет и выбор параметров настройки (уставок) и алгоритмов функционирования функции «БСТО»

5.2.1 Выбор уставки [050401] I_{ср} БСТО

Уставка отстраивается от максимального сквозного тока в неповрежденной фазе, протекающего в нормальной и ремонтной³ схеме через два выключателя, в том числе при однофазных повреждениях в зоне действия защиты:

$$I_{\Phi \text{уст}} = k_{\text{отс}} \cdot I_{\text{макс}}, \quad (1)$$

где $k_{\text{отс}}$ – коэффициент отстройки, принимается равным 1,1;

$I_{\text{макс}}$ – максимальный ток из двух рассматриваемых режимов. Для первого режима – максимальный сквозной ток нагрузки. Для второго режима – максимальный ток неповрежденной фазы выключателя, выбирается наибольший из токов, протекающих через неповрежденные фазы двух выключателей защиты своего конца линии.

³ Ремонтная схема (ремонтный режим) – схема присоединения ВЛ к шинам, в которой один или несколько элементов отключены для проведения планового ремонта.

В случае большой разницы величин токов в нормальной и ремонтной схеме рекомендуется использовать отдельные группы уставок.

На рисунке 3 показан пример полуторной схемы РУ с КЗ в фазе А вне зоны действия защиты ВЛ1. Вектора токов в фазе А по модулю больше уставки срабатывания и расположены практически в противофазе, что обеспечивает штатное срабатывание функции БСТО. В неповрежденных фазах токи по модулю меньше уставки срабатывания. Однако, если в той же схеме перевести в ремонт выключатели В5 и В7 (рисунок 4), то при КЗ в зоне действия защиты ВЛ1 токи в неповрежденной фазе В становятся по модулю больше уставки срабатывания с близким к противофазе расположением векторов, что приведет к излишнему срабатыванию функции БСТО.

На рисунке 5 показаны примеры конфигураций схем РУ в которых возможно протекание сквозного тока через ТТ1 и ТТ2 защиты линии ВЛ1, в нагрузочном режиме работы.

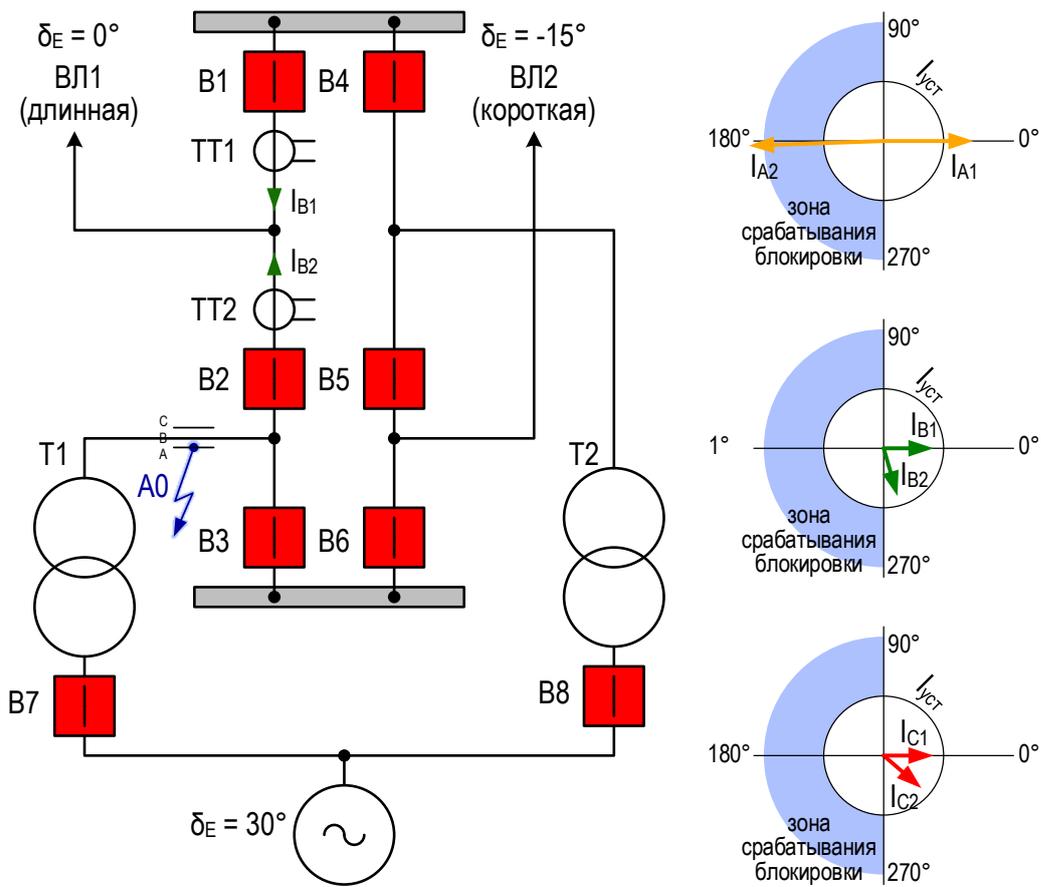


Рис. 3 – Полуторная схема фрагмента РУ подстанции с внешним по отношению к ВЛ1 повреждением

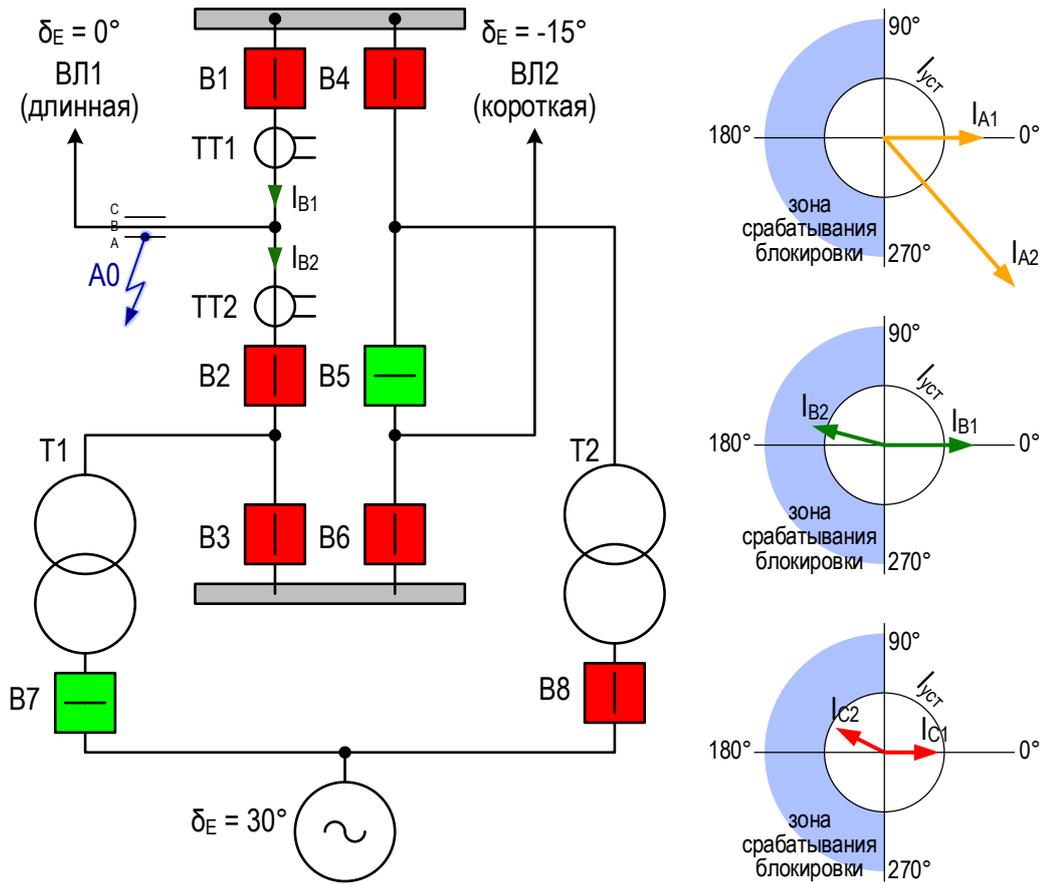
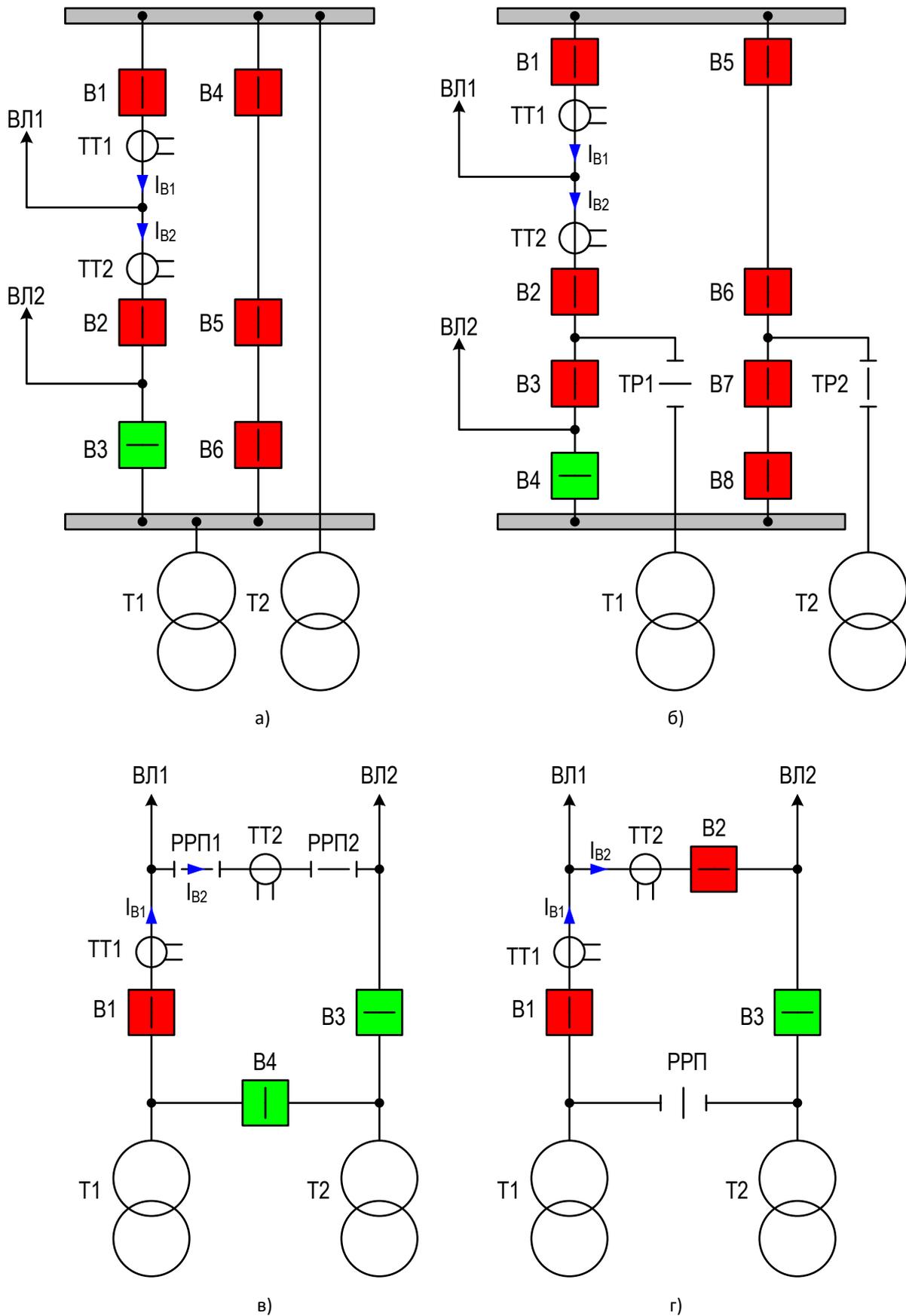


Рис. 4 – Излишнее срабатывание БСТО по здоровой фазе В при ремонтной полупотной схеме фрагмента РУ подстанции с повреждением на ВЛ1



а) схема трансформатор – шины с полуторным присоединением ВЛ; б) схема с четырьмя выключателями на три присоединения; в) схема мостик с выключателями в цепях ВЛ и РП со стороны ВЛ; г) схема мостик с выключателями в цепях Т и РП со стороны Т.

Рис. 5 – Схемы РУ с возможным протеканием сквозных токов нагрузки через ТТ устройства БСТО

5.2.2 Выбор уставок по времени

5.2.2.1 [050404] DT1_БСТО Время ввода БСТО

Время ввода БСТО – это максимальное время, на которое вводятся в действие органы БСТО при непрерывном их действии. Уставка регулируется в диапазоне **(0.010 - 5.000)** с. Уставка выбирается исходя из максимального времени отключения внешнего повреждения соответствующими защитами.

5.2.2.2 [050405] DT2_БСТО Время определения внешних КЗ

Выдержка времени задается для случаев, когда **[050406] DT3_БСТО Задержка возврата блокирующего сигнала** не равна 0, в противном случае выдержка не влияет на работу функции.

Выдержка времени служит для обеспечения надежного определения факта наличия внешнего КЗ и зависит от времени до насыщения ТТ (время работы РЗ, [1]). Времена срабатывания ПО БСТО варьируются в пределах (0,005 - 0,020) с, поэтому с учетом минимального значения выдержки **DT2_БСТО** действие функции БСТО возможно при насыщении ТТ не быстрее 0,008 с.

Выдержка времени **DT2_БСТО** регулируется в диапазоне **(0.003 - 0.060)** с. Если не предъявляется дополнительных требований по увеличению времени фиксации внешнего КЗ, то следует ограничиться значением уставки по умолчанию **DT2_БСТО = 0,010** с. Таким образом, уставка **DT2_БСТО** по умолчанию, подразумевает, что погрешность ТТ находится в установленных классом точности пределах в течение (0,015 - 0,030) с.

5.2.2.3 [050406] DT3_БСТО Задержка возврата блокирующего сигнала

При реверсе сквозного тока из-за коммутаций в схеме РУ возможен кратковременный возврат ПО из состава функции БСТО. По умолчанию непрерывность сигнала срабатывания функции БСТО для таких случаев обеспечивается нерегулируемой выдержкой времени на возврат 0,015 с, однако возможны случаи, когда этого времени недостаточно. При выявлении в процессе эксплуатации более длительных переходных процессов реверса сквозного тока (по аварийным осциллограммам) рекомендуется выставление значения выдержки **DT3_БСТО** в соответствующее ненулевое значение.

Выдержка времени **DT3_БСТО** также может быть полезной при глубоких насыщениях ТТ, когда вычисленный модуль тока первой гармоники значительно уменьшается на длительное время (порядка 0,1 с).

При любом ненулевом значении выдержки **DT3_БСТО** должна быть выставлена соответствующая ей выдержка **[050405] DT2_БСТО** Время определения внешних КЗ.

5.2.3 Назначение программных накладок ХВ

5.2.3.1 [050411] Функция БСТО

Программная накладка служит для отключения функции блокировки. При использовании в схемах с одним выключателем на присоединение, при протекании в ремонтных схемах через два выключателя одного и того же тока, а также для всех других случаев, когда невозможно выбрать уставки блокировки программная накладка **[050411] Функция БСТО** должна быть переведена в положение **0 - не предусмотрена**.

5.2.3.2 [050251] ТТ В2

Программная накладка служит для программного зануления трехфазной группы токов соответствующего аналогового входа. Положение 1 - **не используется** программной накладки [050251] ТТ В2 соответствует занулению токов.

5.2.3.3 [050412] ХВ1_БСТО Блокировка ДЗЛ

Программная накладка используется только при наличии функции ОЗ в составе шкафа: [101901] ДЗЛ, [103901] ДФЗ, [104901] НВЧЗ или [105901] ВЧБ, и служит для вывода действия функции блокировки логику ОЗ. Для вывода действия блокировки на ОЗ необходимо перевести программную накладку ХВ1_БСТО в положение 0 - **не предусмотрена**.

5.2.3.4 [050414] ХВ2.1_БСТО Блокировка I ст. ДЗ(МФ,З) и ст.в ц.ОАПВ

Программная накладка используется только при наличии функции [106201] ДЗ в составе шкафа и служит для вывода действия функции блокировки в логику I ст. ДЗ от междупазных КЗ и однофазных КЗ на землю. Для вывода действия необходимо перевести программную накладку ХВ2.1_БСТО в положение 0 - **не предусмотрена**.

5.2.3.5 [050415] ХВ2.2_БСТО Блокировка ОУ ст. ДЗ

Программная накладка используется только при наличии функции [106901] ДЗ в составе шкафа и служит для вывода действия функции блокировки в логику ОУ ступеней ДЗ с выдержкой времени или без выдержки времени. Для вывода действия на все ОУ ступени необходимо перевести программную накладку ХВ2.2_БСТО в положение 1 - **не предусмотрена**. Для вывода действия только на ОУ ступени с выдержкой времени необходимо перевести программную накладку ХВ2.2_БСТО в положение 2 - **без ВВ**.

5.2.3.6 [050416] ХВ2.3_БСТО Блокировка разрешающей ТК_ДЗ

Программная накладка используется только при наличии функции [106901] ДЗ в устройствах классом напряжения 330-750 кВ в составе шкафа и служит для вывода действия функции блокировки в логику пуска и приема ТК_ДЗ. Для вывода действия необходимо перевести программную накладку ХВ2.3_БСТО в положение 0 - **не предусмотрена**.

5.2.3.7 [050418] ХВ3.1_БСТО Блокировка I ст. ТНЗНП

Программная накладка используется только при наличии функции [108201] ТНЗНП в составе шкафа и служит для вывода действия функции блокировки в логику I ст. ТНЗНП. Для вывода действия необходимо перевести программную накладку ХВ3.1_БСТО в положение 0 - **не предусмотрена**.

5.2.3.8 [050419] ХВ3.2_БСТО Блокировка ОУ ст. ТНЗНП

Программная накладка используется только при наличии функции [108901] ТНЗНП в составе шкафа и служит для вывода действия функции блокировки в логику ОУ ступеней ТНЗНП с выдержкой времени или без выдержки времени. Для вывода действия на все ОУ ступени необходимо перевести программную накладку ХВ3.2_БСТО в положение 1 - **не предусмотрена**. Для вывода действия только на ОУ ступени с выдержкой времени необходимо перевести программную накладку ХВ3.2_БСТО в положение 2 - **без ВВ**.

5.2.3.9 [050420] XB3.3_БСТО Блокировка разрешающей ТК_ТНЗНП

Программная накладка используется только при наличии функции **[108901] ТНЗНП** в устройствах классом напряжения 330-750 кВ в составе шкафа и служит для вывода действия функции блокировки в логику **пуска и приема ТК_ТНЗНП**. Для вывода действия необходимо перевести программную накладку **XB3.3_БСТО** в положение **0 - не предусмотрена**.

5.2.3.10 [050422] XB4_БСТО Блокировка МФТО

Программная накладка используется только при наличии функции **[109901] МФТО** в составе шкафа и служит для вывода действия функции блокировки в логику **МФТО**. Для вывода действия необходимо перевести программную накладку **XB4_БСТО** в положение **0 - не предусмотрена**.

5.2.3.11 [050424] XB5.1_БСТО Блокировка ТЗО фазной.

Программная накладка используется только при наличии функции **[112903] ТЗО** в составе шкафа и служит для вывода действия функции блокировки в логику **ТЗО**. Для вывода действия необходимо перевести программную накладку **XB5.1_БСТО** в положение **0 - не предусмотрена**.

5.2.3.12 [050425] XB5.2_БСТО Блокировка ТЗО-НП.

Программная накладка используется только при наличии функции **[112903] ТЗО** в составе шкафа и служит для вывода действия функции блокировки в логику **ТЗО**. Для вывода действия необходимо перевести программную накладку **XB5.2_БСТО** в положение **0 - не предусмотрена**.

Приложение 1. Функциональная схема логической части узла 'БСТО'

Функционально-логическая схема приведена для ознакомления с алгоритмическим расположением ПО/ИО, выдержек времени, программных накладок, и может отличаться от функционально-логических схем поставочных версий программного обеспечения терминалов.

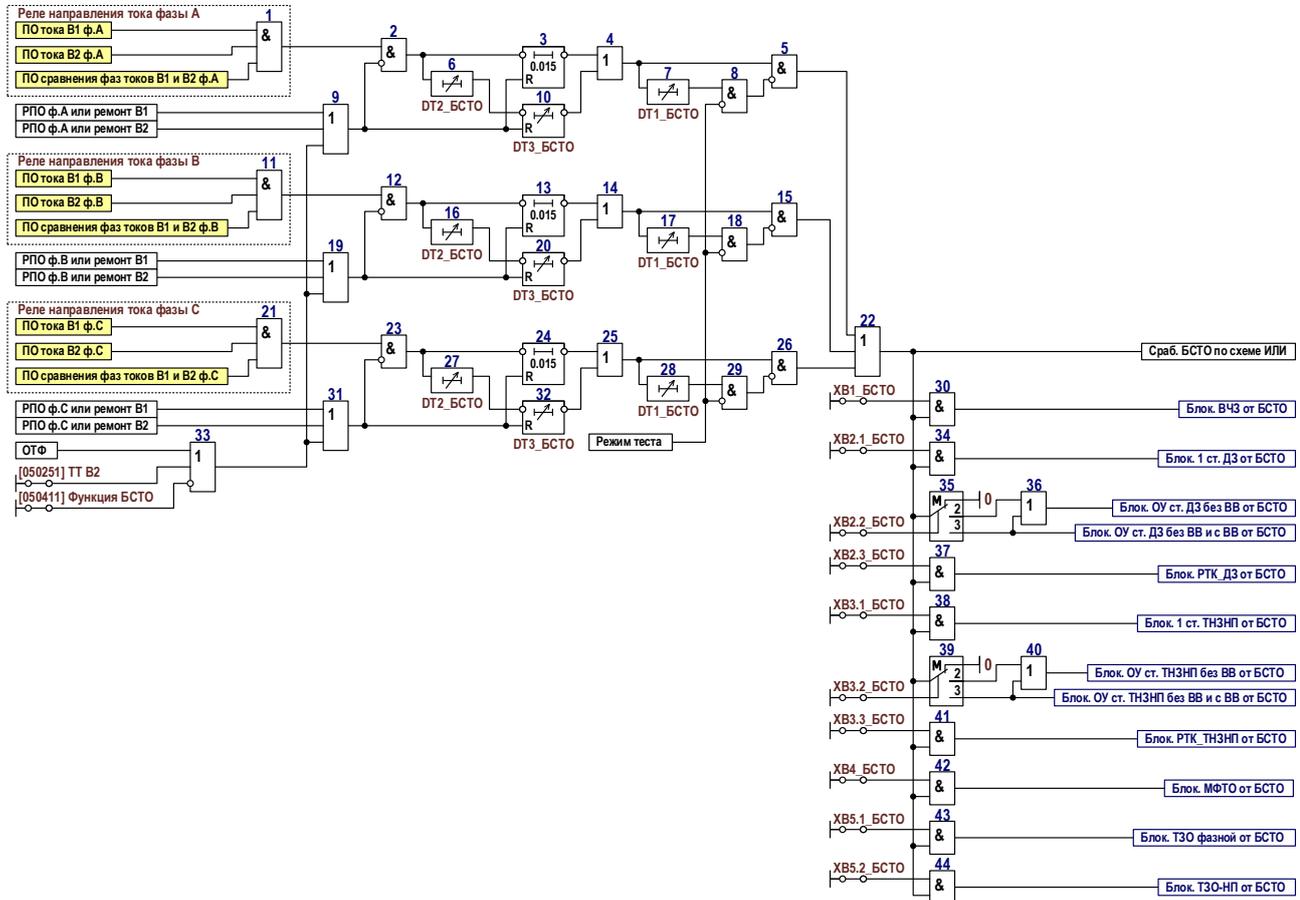


Рис. 6 – Функциональная схема логической части узла 'БСТО' для устройств В43 и К33

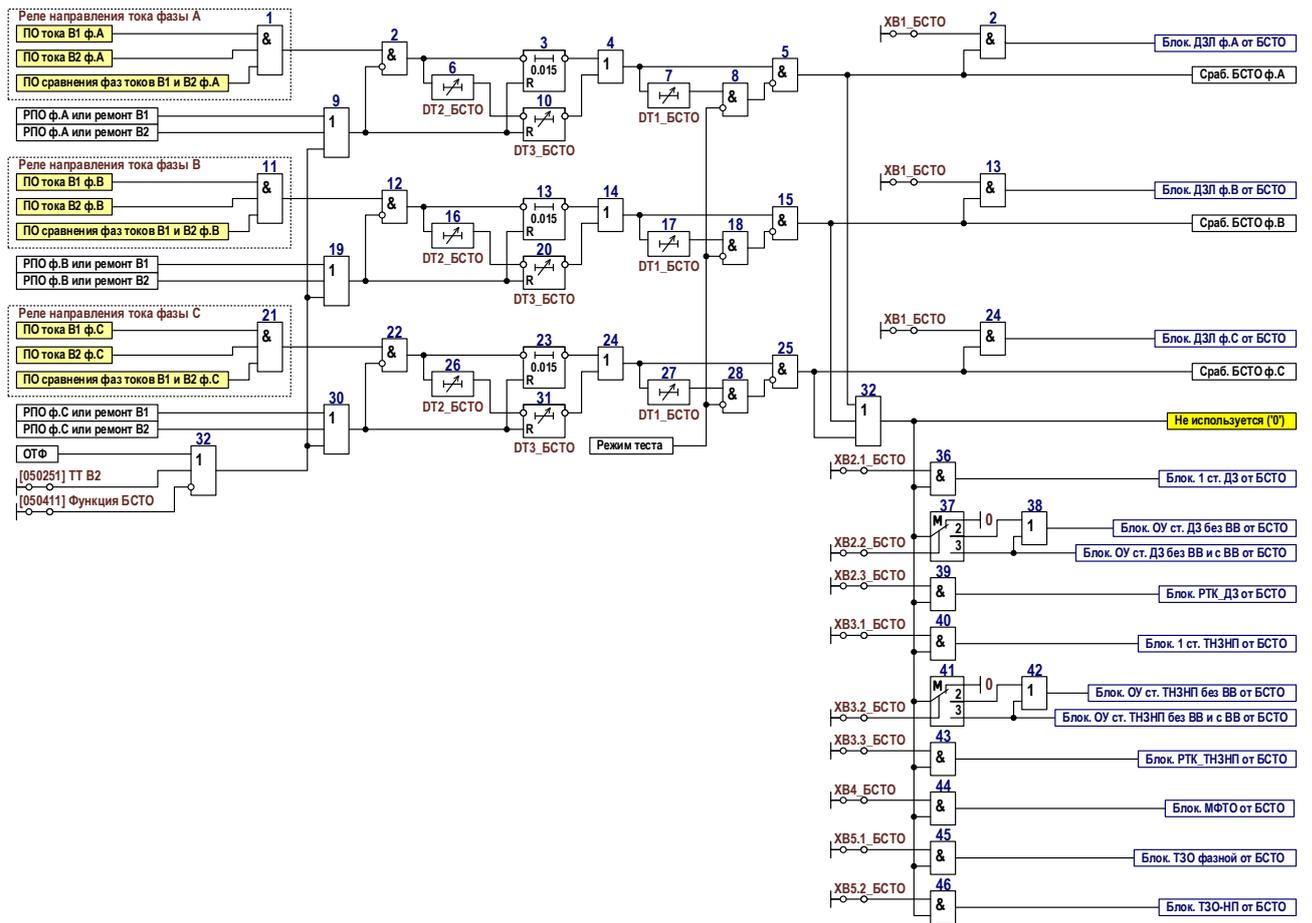


Рис. 7 – Функциональная схема логической части узла 'БСТО' для устройств ДЗЛ с КСЗ

Список литературы

1. Шкафы РЗА серий ШЭ2607, ШЭ2710, ШЭТ. Методические указания по проверке и выбору трансформаторов тока. ЭКРА.650323.085 Д. – 2022. – 174 с.

Лист регистрации изменений

| № | Пункт | Содержание изменения | Дата |
|---|-----------------|--|------------|
| 1 | 5.1 | Добавлен рисунок 1 и текст с описанием принципа работы | 12.12.2022 |
| | 5.2.1 | Добавлен рисунок 5 с примерами схем РУ со сквозным током ошиновки | |
| 2 | – | Переделаны рисунки 1,2 и 5. Изменены разделы 5.1, 5.2.2. Расширен список сокращений. | 17.01.2024 |
| 3 | 5.1, 5.2.2.1 | Исправлен рисунок 1. Исправлен пункт 5.2.2.1 | 15.05.2024 |
| 4 | 5.1 | Небольшая корректировка текста. Добавлена структурная схема и ее описание, функционально-логическая схема перенесена в приложение 1. | 03.09.2025 |
| 5 | 5.2.1 | Небольшая корректировка текста. | 03.09.2025 |
| 6 | 5.2.3.2 | Добавлен пункт выбора уставки [050251] ТТ В2 | 03.09.2025 |