

БКИ 34 2000

ЗАЩИТА ПРИ ОДНОФАЗНЫХ
ЗАМКНУТИЯХ НА ЗЕМЛЮ
ТИПА ЗЭН

Руководство по эксплуатации
БКИ.647 649.001-04 РЭ2

Дополнение к БКИ.647 649.001-04 РЭ1

84756 032799 РЭ1 -

В настоящем руководстве по эксплуатации (РЭЭ) приведены принципиальная схема и описание работы защиты, а также причины и способы устранения возможных неисправностей. Настоящее руководство по эксплуатации является дополнением к руководству БКЖИ.647 649.001 РЭ1 и поставляется в комплекте с последним.

Содержание

I Описание схемы защиты	3
2 Работа защиты при замыкании на землю в защищаемой сети	12
3 Подготовка к работе	14
4 Возможные неисправности и способы их устранения	16

Изм. № подл. 84756
 Дата 08.08.99
 Взам. № в. №
 Взам. № в. №

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БКЖИ.647 649.001 -04 РЭЭ	Лист
						2

I Описание схемы защиты

I.1 Защита содержит: каналы обработки сигналов, пропорциональных входным току и напряжению нулевой последовательности; быстродействующий орган направления мощности (фазочувствительный орган); два пусковых органа по току и напряжению; логический и выходной орган.

Структурная схема защиты, ~~представленная на рисунке 1~~, приведена на рисунке 1.

Схема электрическая принципиальная приведена на рисунке 2.

Названия и назначение блоков, изображенных на рисунке 1:

- блоки 1 и 5 - датчики тока и напряжения нулевой последовательности соответственно;
- блок 2 - канал обработки токового сигнала, в который входят: блок 11 - входной блок;
- блок 12 - блок поворота фазы;
- блок 13 - усилитель;
- блок 14 - формирователь прямоугольных импульсов;
- блок 15 - полосовой фильтр;
- блок 16 - блок компенсации угловой погрешности ТТНП;
- блок 6 - канал обработки сигнала напряжения, в который ^{bl}входят: блок 17 - входной блок;
- блок 18 - формирователь прямоугольных импульсов;
- блок 19 - блок поворота фазы;
- блок 20 - полосовой фильтр;
- блок 3 - фазочувствительный орган, в который входят:
 - блок 21 - первый сумматор;
 - блок 22 - интегратор;
 - блок 23 - первый дифференциальный усилитель;

2

Изм. № подл. 84756 03.07.99
Подпись и дата
Взамен инв. №
Инв. №
Подпись и дата
Справочный №
История прав. режим

Первая применяемость

Справочный №

Подпись и дата

Инв. № бл.

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

- блок 24 - второй дифференциальный усилитель;
- блоки 25 и 26-формирователи прямоугольных импульсов;
- блок 27 - второй сумматор;
- блок 28 - выпрямитель ;
- блок 4 - пусковой орган тока нулевой последовательности, в который входят :
- блок 29 - усилитель ;
- блок 30 - выпрямитель ;
- блок 31 - интегрирующее звено ;
- блок 32 - пороговый блок;
- блок 33 - блок регулировки усиления ;
- блок 7 - пусковой орган напряжения нулевой последовательности ;
- блок 8 - логический блок ;
- блок 9 - выходной орган ;
- блок 10 - блок корректировки ширины зоны срабатывания ;
- блок 34 - блок тестовой проверки;
- блок 35 - блок памяти ;
- блок 36 - блок питания ;

Блок 7 состоит из выпрямителя, собранного на ОУ ДА1, резисторах R1-R3, R5-R11, диодах VD2, VD3; схемы сглаживания, собранной на ОУ ДА2, резисторах R12-R17, конденсаторе C1, диодах VD5, VD6; схемы задания уставок XT6-1, XT6-2; диоде VD4, сигнализирующем о наличии небаланса напряжения в цепи $3U_0$.

Блок 8 - состоит из двух логических элементов "И-НЕ" ДД1, резисторов R75, R76.

Блок 9 - содержит резисторы R77, R78, R111, R115, диоды VD18-VD20, стабилитрон VD30, транзистор VT1 и выходное реле KI.

Блок 10 состоит из резисторов R72 - R74, конденсаторов C22, C23, диодов VD16, VD17.

Блок 11 содержит входной согласующий трансформатор ТА1 с резистором R79, конденсатор C10, схему переключения уставок SA1.

2

БКЖИ? 647 649 001 -04PЭ2

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					4

Блок I2 содержит резисторы R48, R49 и R51, конденсаторы C11 и C12.

Блок I3 содержит ОУ ДА8, резисторы R50, R52-R54, конденсаторы C13, C14, стабилитрон VD13.

Блок I4 содержит резистор R55 и двуханодный стабилитрон VD14.

Блок I5 содержит ОУ ДА9, резисторы R56-R61, конденсаторы C15-C17.

Блок I6 состоит из резистора R47 и конденсатора C14.

Блок I7 содержит разделительный трансформатор TV 2, резистор R4 и двуханодный стабилитрон VD I.

Блок I8 состоит из ОУ ДА3, резисторов R18-R20 и двуханодного стабилитрона VD7.

Блок I9 состоит из резистора R21 и конденсатора C2.

Блок 20 содержит ОУ ДА4, резисторы R22-R27, конденсаторы C3-C5.

Блоки 21, 22, 23 содержат ОУ ДА5, резисторы R28-R33, конденсаторы C6, C7.

Блок 24 содержит ОУ ДА10, резисторы R62-R67, конденсаторы C18.

Блок 25 (26) состоит из ОУ ДА6 (ДА11), резисторов R34-R37 (R68-R71) и двуханодного стабилитрона VD8 (VD15), конденсаторов C8, C9 (C19, C20).

Блок 27 содержит резисторы R38 и R39.

Блок 28 состоит из ОУ ДА7, резисторов R40-R45 и диодов VD9 и VD10.

Блок 29 - содержит ОУ ДА12, резисторы R80-R83 и двуханодный стабилитрон VD21.

Блок 30 - состоит из ОУ ДА13, резисторов R85-R90, конденсаторов C30, C31 и диодов VD25 и VD26.

Первая применяемость
Справочный №
Подпись и дата
Инв. № дубл.
Взамен инв. №
Подпись и дата
Инв. № дубл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

31.11.1980 г. 24756 03.02.99 КМ
Служба защиты информации
Служба защиты информации
Служба защиты информации
Служба защиты информации
Служба защиты информации

1008
35
158
08
158

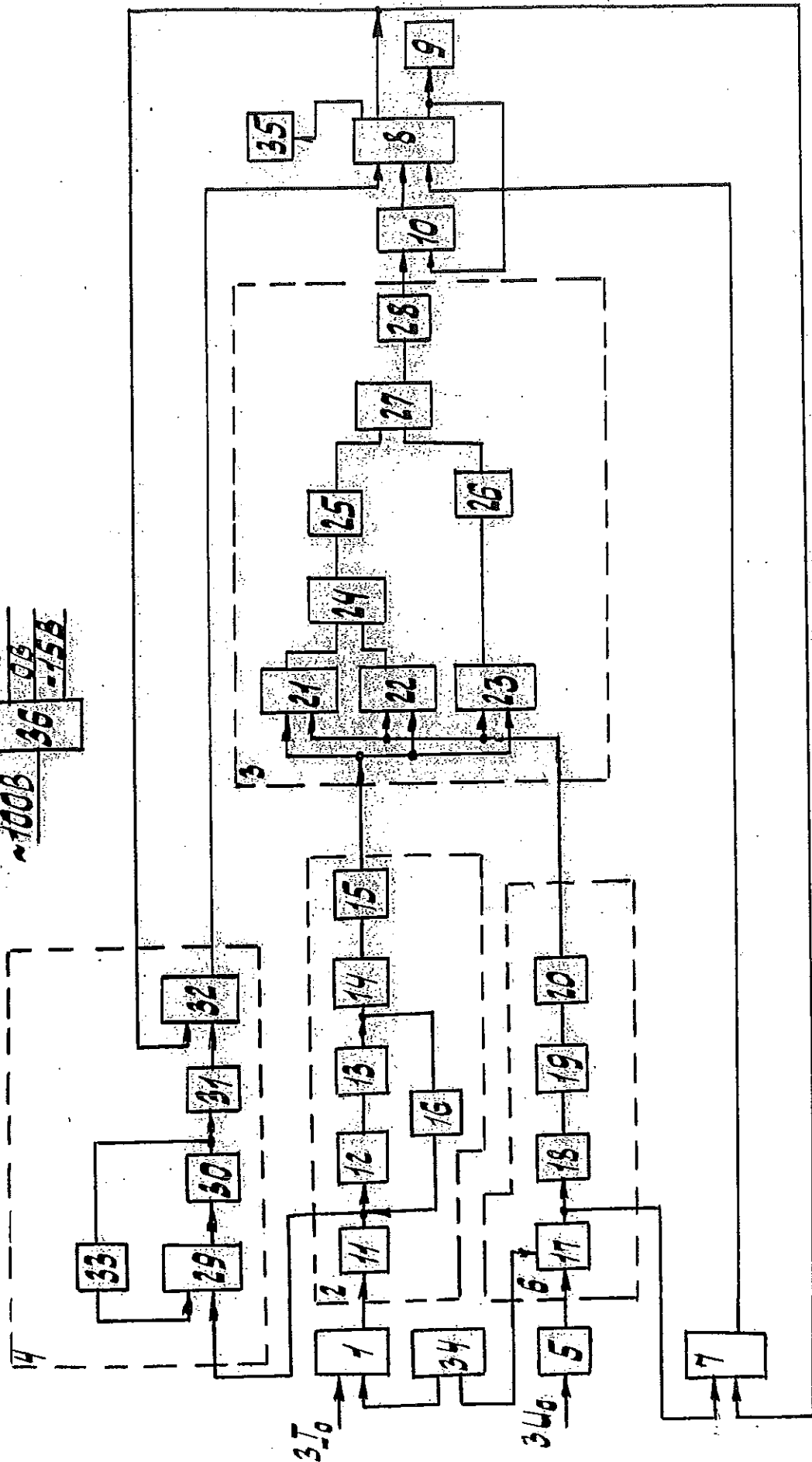


Рисунок 1 - Структурная схема защиты типа 33Н.

Блок 31 - содержит резисторы R95 и R97, конденсатор C27.

Блок 32 - состоит из резисторов R96, R98 и R110, конденсатора C28, диода VD29, транзистора VT3.

Блок 33 - содержит резисторы R84, R91-R93, конденсатор C26, по левой транзистор VT2, диод VD28.

Блок 34 - содержит трансформатор TV3, резистор R46, тумблер SB1, и кнопку SB2.

Блок 35 - содержит резисторы R112-114, конденсатор C29, диод VD12, 3 логических элемента ДД2 ("И-НЕ"), кнопку SB3.

Блок 36 - содержит резисторы R99-108, стабилитроны VD22, VD23, диод VD24, транзисторы VT4-VT7, конденсаторы C24, C25, C21, трансформатор TV1.

Канал обработки токовых сигналов 2 выполнен в виде последовательно соединенных входного блока II, блока I2 поворота фазы, усилителя I3, формирователя ^{ИМПУЛЬСОВ} I4 и полосового фильтра I5 на выходе, и содержит блок I6 компенсации, включенный между входом блока I2 поворота фазы и услителем I3.

Входной блок II содержит согласующий трансформатор и устройство переключения уставок. Блок поворота фазы I2 представляет собой интегрирующее звено, которое поворачивает фазу сигнала тока на 90°.

Формирователь ^{ИМПУЛЬСОВ} I4 служит для ограничения амплитуды сигнала, пропорционального току нулевой последовательности. Блок I6 компенсирует угловую погрешность ТТНП.

Канал обработки сигналов напряжения 6 выполнен в виде последовательно соединенных входного блока I7, формирователя

импульсов 18, блока 19 поворота фазы и полосового фильтра 20 на выходе.

Входной блок 17 этого канала содержит разделительный трансформатор напряжения с ограничителем по амплитуде сигнала. Формирователь импульсов 18 аналогичен блоку 14. Блок поворота фазы 19 осуществляет сдвиг характеристики срабатывания на угол, примерно равный 30° , который необходим для применения устройства в сетях с недокомпенсацией, а также при низкоомном заземлении нейтрали, когда ток замыкания и напряжение нулевой последовательности находятся практически в противофазе. Полосовые фильтры 15 и 20 в канале напряжения и в канале тока одинаковы.

Орган направления мощности 3 состоит из сумматора-интегратора, функции которого разнесены на блок 21 - сумматор и блок 22 - интегратор, дифференциального усилителя 23, на входы которых подаются сигналы с выходов каналов тока 2 и напряжения 6, двух формирователей импульсов 25 и 26, сумматора 27 и выпрямителя 28 на выходе. Сигналы с выходов сумматора-интегратора и дифференциального усилителя могут быть либо синфазны при наличии однофазного замыкания в зоне, либо в противофазе - при внешнем замыкании.

На выходах сумматора-интегратора и дифференциального усилителя амплитуды сигналов при различных режимах заземления нейтрали, отличаются по величине и пропорциональны $\cos \varphi/2$ и $\sin \varphi/2$ (φ - угол между током и напряжением на входе защиты).

Для выравнивания амплитуд этих сигналов служат два формирователя импульсов 25 и 26, подключенные к выходам сумматора-интегратора и дифференциального усилителя. На выходах форми-

Первая примененность
Справочный №
Подпись и дата
Инв. № д-та
Взамен инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

94756 03.09.99 ЮУ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

рователей имеем ^{импульсы} примерно равных амплитуд; их фазы либо совпадают, либо отличаются на 180° . После этого сигналы суммируются в блоке 27, и суммарный сигнал выпрямляется в блоке 28. В результате на выходе органа направления мощности возможны два варианта: сигнал на выходе органа равен нулю при внешнем замыкании и постоянный сигнал с двойной амплитудой при замыкании в зоне срабатывания.

Для расширения области применения и возможности использования защиты в частично компенсированных (при недокомпенсации или при заземлении нейтрали через параллельно соединенные дугогасительный реактор и резистор) сетях служит блок 10 коррективы зоны срабатывания.

Назначение логического блока 8 и блока коррективы 10 формировать сигнал срабатывания или блокировки для выходного органа 9.

Для исключения "дребезга" выходного органа 9 при токах и напряжениях, близких к уставкам, осуществляется положительная обратная связь между блоком логики 8 и пусковыми органами тока 4 и напряжения 7 нулевой последовательности.

Время срабатывания и возврата защиты определяется полностью временем функционирования пусковых органов.

Пусковой орган напряжения (НПО) нулевой последовательности 7 представляет собой реле минимального напряжения. НПО влияет на временные характеристики защиты практически только при малых кратностях сигнала на срабатывание. Его время срабатывания при кратностях 1, 2 от уставки с учетом времени срабатывания выходного реле принято близким к заданному значению в технических требованиях при напряжении нулевой последовательности 100 В, т.е. порядка 40-45 мс; последнее означает, что гарантированное время срабатывания обеспечивается не только при нап-

Первая применяемость
Справочный №
Подпись и дата
Изн. № дубл.
Взамен инв. №
Подпись и дата
Изн. № подл.

13.02.99 JCU
8476

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					9

БКЖИ.647 649.001-04.Р02

ражении 100 В, но и при других его значениях, вплоть до кратности 1, 2. При больших кратностях по напряжению время срабатывания защиты определяется пусковым органом тока нулевой последовательности (блок 4). Время возврата НПО имеет малое значение, т.к. в реальных условиях при изолированной нейтрали сети, напряжение нулевой последовательности затухает относительно медленно.

Пусковой орган тока нулевой последовательности (ТНО) 4 выполнен в виде последовательно соединенных входного усилителя 29, выпрямителя 30, интегрирующего звена 31, порогового блока 32 на выходе и содержит блок регулировки усиления 33.

В блоке 4 при ликвидации внешнего замыкания, сопровождающегося током значительно превышающим уставку, введена автоматическая регулировка коэффициента передачи усилителя 29 с запоминанием при сбросе сигнала минимального значения коэффициента передачи. Время возврата блока 4 при этом меньше, чем время возврата блоков 3 и 7, и составляет около 15 мс, что исключает излишнее срабатывание при ликвидации внешнего замыкания на землю.

В устройстве направленной защиты предусмотрено встроенное полуавтоматическое устройство экспресс-контроля 34, которое подключается первым выходом к дополнительной обмотке ^{датчика} тока нулевой последовательности I, вторым выходом - к входному устройству I7 канала напряжения, а вход устройства контроля подключается к источнику питания. Устройство экспресс-контроля позволяет имитировать работу направленного устройства как в зоне срабатывания, так и вне ее.

Встроенный блок питания (блок 36) подключаемый к источнику линейного напряжения, выдает необходимое стабилизированное напряжение для надежной работы устройства во всех режимах.

Первая применяемость

Справочный №

Подпись и дата

Инв. №

Взамен инв. №

Подпись и дата

Лист № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

94756
03.02.94

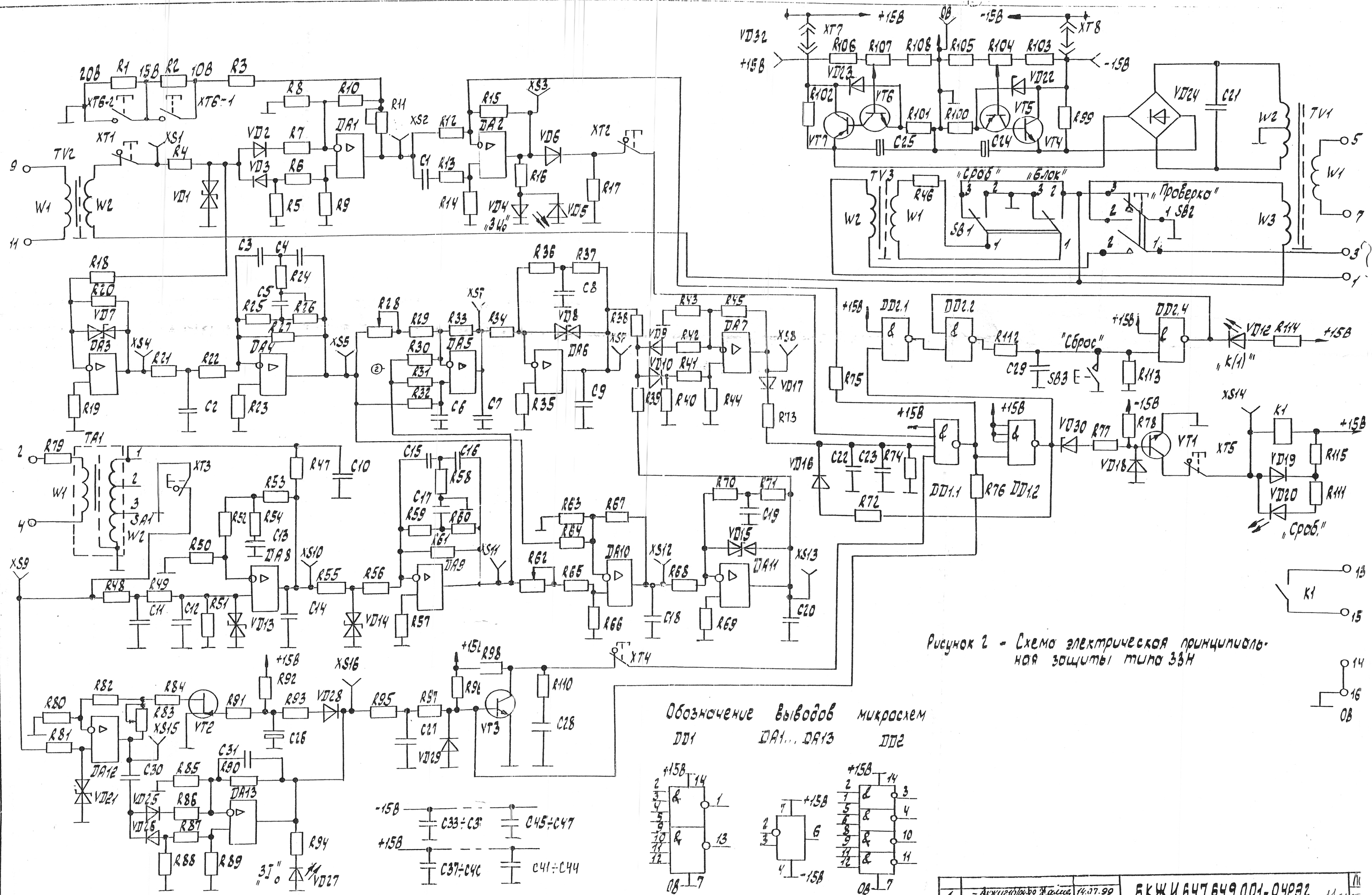
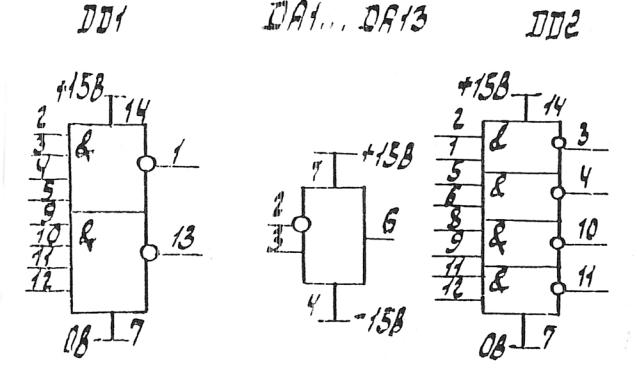


Рисунок 2 - Схема электрическая принципиальная защиты типа 33Н

Обозначение выводов микросхем



Предусмотрена сигнализация на выходах пусковых органов и логического блока (35), а также в выходном органе (9). Сигнализация указывает на наличие замыкания в сети, на срабатывание пусковых органов и выходного реле, о недопустимых небалансах для работы устройства защиты по току и напряжению нулевой последовательности, а так же на наличие однофазного замыкания в зоне срабатывания устройства защиты.

2 Работа защиты при замыкании на землю в защищаемой сети

2.1 При однофазном замыкании на землю появляются напряжение и ток нулевой последовательности. На выходе датчиков тока и напряжения нулевой последовательности на защищаемом присоединении, где произошло замыкание, вектор тока отстает от вектора напряжения нулевой последовательности на 90° (при изолированной нейтрали) или на 180° (при низкоомном заземлении нейтрали), когда активный ток на порядок больше, чем реактивный).

На выходе канала обработки тока нулевой последовательности имеется сигнал неизменяющейся амплитуды при любом изменении амплитуды тока нулевой последовательности, с частотой, равной основной составляющей частоты входного сигнала.

В канале напряжения нулевой последовательности из сигнала, пропорционального входному, формируются импульсы частотой, равной промышленной, которые затем интегрируются, сдвигая фазу на угол примерно равный 60° , и фильтруются. При этом сигнал на выходе фильтра имеет амплитуду, примерно равную амплитуде сигнала на выходе фильтра в канале тока, и точно такую же частоту, так как фильтры в обоих каналах одинаковы.

Первая применяемость
Справочный №
Подпись и дата
Имя, № табл.
Взамен инв. №
Подпись и дата
Имя, № табл.

030299
84756

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Сигналы с выходов каналов поступают в орган направления мощности, где они суммируются - интегрируются, кроме того, определяется разность поступивших сигналов. После чего отдельно формируются сигналы из разности и интеграла от суммы, а затем сигналы суммируются и выпрямляются.

В результате на выходе органа направления мощности получается постоянный, не изменяющийся во времени сигнал, имеющий двойную амплитуду. Этот сигнал через блок корректировки поступает на один вход логического блока. На два других входа этого блока поступают сигналы с выходов пусковых органов по току и напряжению. При превышении сигналов, пропорциональных току и напряжению нулевой последовательности, своих уставок, срабатывают пусковые органы, о чем свидетельствует сигнализация на выходе пусковых органов. Сигналы на выходе пусковых органов изменяются на противоположные (от низкого уровня до высокого, при этом срабатывает сигнализация в пусковых органах). Сигналы с выходов пусковых органов поступают на входы логического блока. При этом изменяется выходной сигнал логического блока на противоположный, что приводит к срабатыванию выходного реле К1 и появлению сигналов о срабатывании защиты, "Сраб" и "К1". Сигнализация, выполненная на светодиоде УД20 оповещает о действии выходного реле и исчезает при отсутствии условий на срабатывание и возврате защиты. Сигнализация, выполненная на светодиоде УД12, фиксирует любые кратковременные действия защиты и снимается при ручном возврате.

При внешних замыканиях в защищаемой сети вектор тока нулевой последовательности опережает вектор напряжения нулевой последовательности. Срабатывает пусковой орган по напряжению. Возможно срабатывание пускового органа по току, что определяется величиной собственного емкостного тока данного присоединения.

Сигналы, пропорциональные току и напряжению нулевой последовательности, обрабатываются в каналах тока и

Первая приемка

Трастовый №

Подпись и дата

Инв. №

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БКЖИ.647 649.001-04РЭ2

Лист

13

Первая применимость

Справочный №

Подпись и дата

Инв. №

Взамен инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

напряжения аналогично описанному выше.

В органе направления мощности формируется выходной сигнал, равный нулю, так как суммируемые ^{импульсы} сигналы находятся в противофазе и имеют близкие по значениям амплитуды. В блоке корректировки изменяется сигнал как на входе так и на выходе. На логический блок поступает сигнал низкого уровня, и независимо от сигналов, приходящих от пусковых органов, выходной сигнал логического блока будет неизменным, о чем свидетельствует несрабатывание сигнализации. Выходной орган не работает.

При устойчивых дуговых замыканиях как внешних, так и в зоне действия, защита будет функционировать также, как указывалось выше, в связи с выбранным алгоритмом обработки сигналов.

При перемежающихся дуговых замыканиях в зоне действия защиты, срабатывание защиты произойдет при втором - третьем зажигании дуги. При внешних перемежающихся дуговых замыканиях излишнего срабатывания не произойдет.

При прерывистых и самоустраняющихся замыканиях на землю в зоне действия, защита не срабатывает.

3 Подготовка к работе

3.1 Установить защиту на панели и присоединить к цоколю проводниками внешние связи, как показано в разделе I.1. БКЖИ.647 649.001-04 РЭ1.

3.2 Установить первые уставки по $3I_0$ и $3U_0$, замкнуть контактные перемычки ХТ1-ХТ5, подать напряжение питания; при необходимости отрегулировать напряжение на выходе блока питания резисторами R104, R107, которое измеряется в конт-

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БКЖИ.647 649.001-04 РЭ2	Лист 14
------	------	----------	---------	------	-------------------------	------------

рольных гнездах "15В", "15В" на лицевой плате. Запускается проверка защиты: тумблер SBI устанавливается в положение "Сраб.", нажимается кнопка SB2. При этом защита срабатывает, о чем свидетельствует сигнализация. Тумблер переключается в положение "Блок", нажимается кнопка SB3 "Сброс" (светодиоды гаснут) и нажимается кнопка SB2, при этом срабатывание защиты не происходит, горят светодиоды "3 Io" и "3Uo".

Проверка повторяется в различных сочетаниях уставок по 3 Io и по 3Uo.

3.3 При необходимости комплект защиты настраивается следующим образом.

3.3.1 Настройка фазочувствительного органа:

Размыкаются контактные переключки ХТ1 и ХТ3. В ХS1 и ХS9 подаются переменные напряжения от звукового генератора частоты 50 Гц, равные соответственно 5 В и 150 мВ. При подаче в ХS1 и ХS9 синфазных сигналов выходное напряжение ОУ ДА10 должно быть близко к нулю. Переменным резистором R62 настраивается на минимум значения выходного напряжения ДА10.

При подаче в ХS1 и ХS9 аналогичных сигналов в противофазе выходное напряжение ОУ ДА5 не должно превышать 0,05 В. Переменным резистором R28 настраиваем на минимум значения выходного напряжения ДА5, которое ^{не} должна быть больше указанного напряжения.

Первая приемность
Справочный №
Подпись и дата
губл.
Инт.
Взамен инв. №
Подпись и дата
Инт. № подл.

84756 24 03 12 99

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					15

БКЖИ.647 649.001-04:РЭ2

4. Возможные неисправности и способы
их устранения

Таблица 4.1

Последовательность и методы поиска неисправности	Проверяемые элементы схемы
<p>1. Проверка напряжения питания "+15 В" - 0 и 0 - "-15 В", которое не должно превышать $(15 \pm 0,3)$ В</p>	<p>Напряжение измеряется в к.т. "+15 В" и "-15 В" относительно 0; в случае отклонения напряжения больше, чем на $\pm 0,3$ В, напряжения регулируются резисторами R104 и R107.</p>
<p>2. Проверка выходного реле</p>	<p>Размыкается контактная перемычка XT5, контрольная точка XS14 соединяется с 0. При этом срабатывает реле К1, загорается светодиод VD20 "Сраб" и замыкается нормально разомкнутый контакт, что контролируется омметром или индикатором.</p>
<p>3. Неисправности выявляемые в режиме экспресс-контроля Осуществляется режим экспресс-контроля от встроенного устройства проверки</p>	<p>Замыкаются все контактные перемычки XT1-XT5. ТТНП подключается к зажимам защиты, соединенными с ТА I. В окно ТТНП пропускается проверочная петля (для уставок по 3Io I и 2 - I ви-</p>

24756 05.02.99 1011

Продолжение таблицы 4.1

Последовательность и методы поиска неисправности	Проверяемые элементы схемы
<p>3.1 Тумблер SBI устанавливается в положение "Блок", нажимается кнопка SB2 "Проверка".</p> <p>3.2 Тумблер SBI переводится в положение "Сраб", нажимается кнопка SB2 "Проверка".</p>	<p>ток, для установки 3 - 7 витков; установка по 3Цо - любая)</p> <p>Если загораются светодиоды VD4, VD27 и не горят светодиоды VD20 и VD12, выходное реле не сработало - проверка прошла успешно. Если горят вышеперечисленные светодиоды и сработало выходное реле - необходимо поменять полярность подключения испытательной петли, и повторить проверку. Если не горит один из светодиодов, проверить положение контактных перемычек. При успешном прохождении проверки должны загореться светодиоды VD4, VD12, VD20, VD27. Защита срабатывает и замыкается нормально разомкнутый контакт выходного реле, что проверяется омметром или индикатором.</p>

Первая примененность

Справочный №

Подпись и дата

Изм. №

Взамен инв. №

Инд. №

Инд. № подл.

Подпись и дата

84750 03.07.99 ТМ

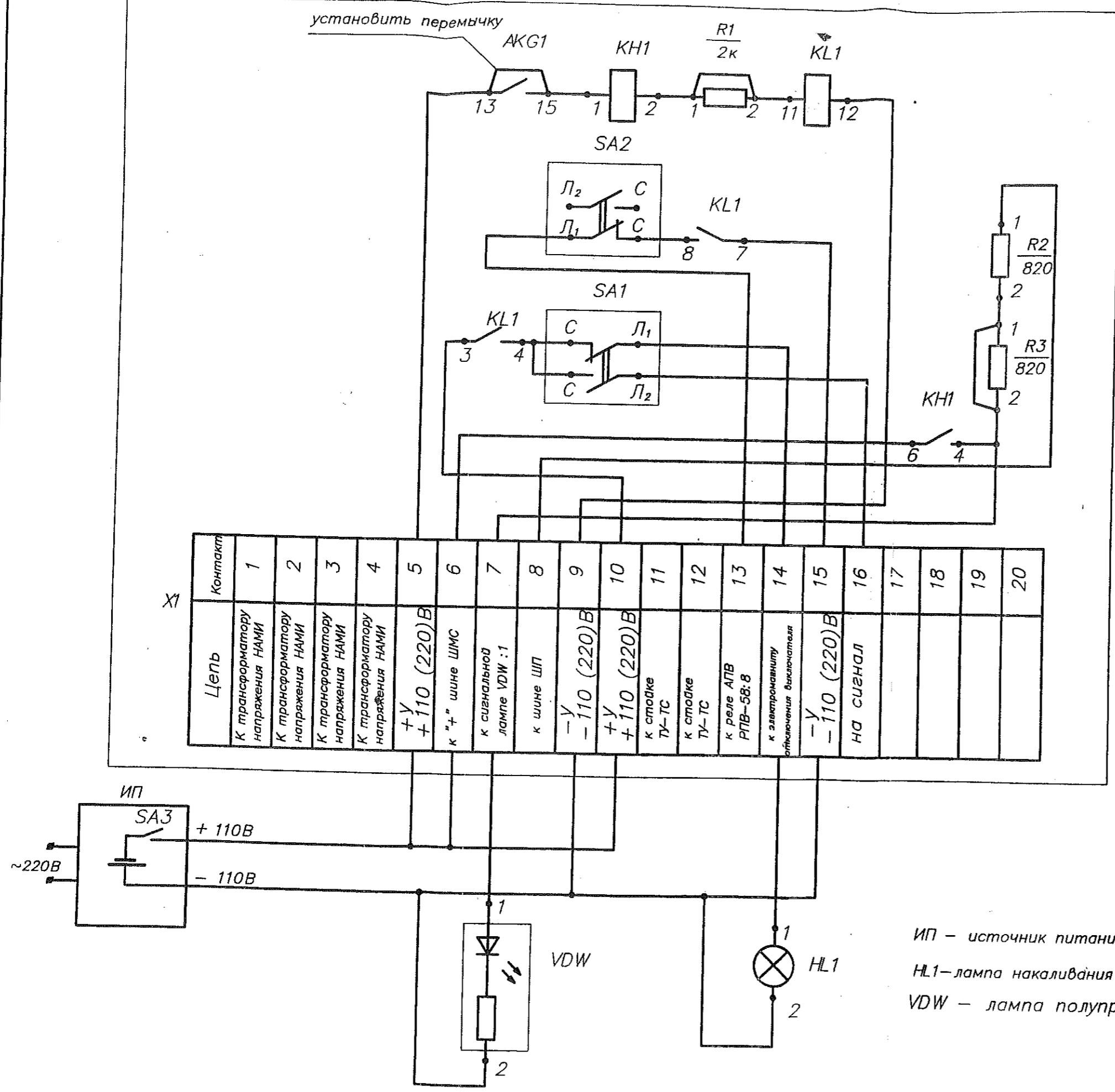
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Продолжение таблицы 4.1

Последовательность и методы поиска неисправности	Проверяемые элементы схемы
<p>4 После монтажа защиты на панели, приведении линейного напряжения 100 В - питания защиты, напряжения и тока нулевой последовательности к клеммнику защиты - горит светодиод VD4 "3Uo". Горит светодиод VD27 "3Io".</p>	<p>Большая несимметрия в сети, замерить напряжение подвешенное к защите (должно быть $3U_0 \leq 10 В$), если больше перейти на уставку 2 по 3Uo. Проверить монтаж ТНП и сделать его более качественно. Если после этого светодиод будет гореть - перейти на уставку 2 по 3Io.</p>
<p>5 После того как защита подключена по цепям напряжения и тока, при проверке правильности монтажа, защита срабатывает при внешних замыканиях.</p>	<p>Поменять полярность в цепях напряжения защиты, на клеммнике.</p>
<p>Примечание: Пункт 3.1 и 3.2 целесообразно повторить на всех уставках по 3Io и 3Uo и в любом сочетании.</p>	

Первая применяемость
 Правочный №
 Подпись и дата
 Инв. № 1
 Взамен инв. №
 Подпись и дата
 Инв. № подл.
 14756 23.02.99 ТМ

Инв. № подл. | Погл. и дата | Взам. инв. № | Инв. № | Погл. и дата



Цепь	Контакты
К трансформатору напряжения НАМИ	1
К трансформатору напряжения НАМИ	2
К трансформатору напряжения НАМИ	3
К трансформатору напряжения НАМИ	4
К трансформатору напряжения НАМИ	5
+У +110 (220)В	6
к "+" шине ШМС	7
к сигнальной лампе VDW :1	8
к шине ШП	9
-У -110 (220)В	10
+У +110 (220)В	11
к стойке ТУ-ТС	12
к стойке ТУ-ТС	13
к реле АПВ РПВ-58:8	14
к электромашину отключения выключателя	15
-У -110 (220)В	16
на сигнал	17
	18
	19
	20

ИП – источник питания постоянного напряжения 110 В (например GPR-11H30D);
 HL1 – лампа накаливания постоянного тока напряжением 110В мощностью 25 Вт;
 VDW – лампа полупроводниковая (например СКЛ-11).

Рисунок 1 Схема электрическая подключения панели защиты для проверки правильности монтажа