ТИПОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

407-03-471.87

СХЕМЫ И НИЗКОВОЛЬТНЫЕ КОМПЛЕКТНЫЕ УСТРОЙСТВА РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ ШУНТИРУЮЩИХ РЕАКТОРОВ 500-750 кВ

АЛЬБОМ I

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ И ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1. Релейная защита шунтирующих реакторов 500 ÷ 750 кВ

Для защиты шунтирующих реакторов предусмотрены:

1.1. Продольная дифференциальная токовая защита;
1.2. Газовая защита;
1.3. Поперечная защита;
1.4. Двухступенчатая токовая защита нулевой последовательности;
1.5. Устройство контроля изоляции вводов;
1.6. Устройство резервирования при отказе В-0 реактора;
1.7. Устройство резервирования при отказе выключателей ВЛ и повреждении реактора (при отсутствии В-0 реактора).

Защита выполняется с использованием электромеханических и полупроводниковых реле, устанавливаемых на стандартных панелях блочной конструкции.

С целью повышения надежности функционирования защиты, в работе выполнено разделение защит по цепям оперативного постоянного тока. Первая группа, содержащая защиты по п.1.1 ÷ 1.3 и 1.5 ÷ 1.7, питается от одного автомата, а защита по п.1.4 – от другого. При этом автоматы могут быть общими с цепями управления, соответственно, первого и второго соленоидов отключения В-0.

1.1. Продольная дифференциальная токовая защита.

Защита выполняется с использованием трех реле тока типа РНТ-566.

Ток срабатывания защиты выбирается по условию отстройки от тока небаланса при протекании через реактор токов включения, равных $3I_{ном}$ реактора, и токов разряда ёмкости линии на индуктивность реактора при отключении линии с амплитудой $2I_{ном}$ и частотой 40 ÷ 60 Гц.

$$I_{сз} \geq K_{отс} \cdot K_{пер} \cdot K_{одн} \cdot \varepsilon \cdot I_{max.расч} = (1{,}3 \div 1{,}5)\, 1 \cdot 1 \cdot 0{,}1 \cdot 3I_{ном} = (0{,}4 \div 0{,}45) \cdot I_{ном}$$, где

$K_{отс} = 1{,}3 \div 1{,}5$ – коэффициент отстройки;

$K_{пер} = 1$ – коэффициент, учитывающий увеличение тока в переходном режиме;

$K_{одн} = 1$ – коэффициент однотипности трансформаторов тока;

$\varepsilon = 0{,}1$ – относительная токовая погрешность трансформаторов тока;

$I_{ном}$ – номинальный ток реактора.

В связи с тем, что чувствительность используемых реле ограничена, ток срабатывания защиты принимается $(0{,}5 \div 0{,}7) I_{ном}$.

При этом в цепь трансформаторов тока, встроенных в высоковольтные втулки реактора, включается промежуточный трансформатор тока (ПТТ). В качестве ПТТ KL1÷KL3 используются промежуточные автотрансформаторы с $K_I = 1/5$, в которых автотрансформаторная связь заменяется на трансформаторную, для чего конец обмотки с большим числом витков отсоединяется от клеммы „3" и подключается к свободной клемме „2". Коэффициент трансформации модернизируемого трансформатора тока регулируется путем изменения числа витков первичной обмотки. Параметры промежуточных ТТ даны на л. 4.

Наличие ПТТ приводит к увеличению нагрузки на измерительные трансформаторы тока в связи с потреблением ПТТ и увеличением потребления реле, включенного во вторичную цепь ПТТ, пропорционально его коэффициенту трансформации. При этом, при больших кратностях тока нужно учитывать насыщение реле РНТ. При использовании ПТТ необходимо его коэффициент трансформации выбирать минимальным.

Проверка измерительных трансформаторов тока по кривым предельной кратности производится при к.з. в зоне действия защиты реактора вблизи установки трансформаторов тока для обеспечения селективной работы защит ВЛ, которые подключаются к тем же ТТ, что и защита реактора.

1.2. Газовая защита.

Защита предусматривается от повреждений внутри бака реактора. Защита при слабом газообразовании и снижении уровня масла действует на сигнал, а при сильном газообразовании и снижении уровня масла – на отключение.

При действии газовой защиты на отключение в схеме предусмотрен подхват отключающего импульса.

1.3. Поперечная защита.

Поперечная защита устанавливается на реакторах измененной конструкции, отличительной особенностью которых является наличие встроенных трансформаторов тока в каждую из двух параллельных ветвей обмотки ШР со стороны его нейтрального ввода.

Защита выполняется с использованием трех токовых реле типа РТ-40/Р-1, каждое из которых реагирует на разность токов в параллельных ветвях одной фазы обмотки. В нормальном режиме и режиме внешних КЗ токи в параллельных ветвях обмотки реактора практически одинаковы, а при повреждении в одной из ветвей это равенство нарушается, создавая момент на срабатывание реле тока.

Ток срабатывания защиты выбирается по условию отстройки от тока небаланса в режиме протекания через реактор токов включения, равных $3I_{ном}$ реактора.

$$I_{сз} \geq K_{отс} \cdot (I'_{нб.макс.расч} + I''_{нб.макс.расч}) = K_{отс} \cdot 0{,}5 (K_{одн} \cdot K_{пер} \cdot \varepsilon + I''_{нб}) \cdot 3I_{ном} = 1{,}5 \cdot 0{,}5 (0{,}5 \cdot 2 \cdot 0{,}05 + 0{,}1) \cdot 3I_{ном} \cong 0{,}35 I_{ном}$$,

где: $K_{отс} = 1{,}5$ – коэффициент отстройки;

$K_{одн} = 0{,}5$ – коэффициент однотипности ТТ;

$K_{пер} = 2$ – коэффициент, учитывающий увеличение тока небаланса в переходном режиме;

$\varepsilon = 0{,}05$ – относительная погрешность трансформаторов тока;

$I''_{нб} = 0{,}1$ – составляющая тока небаланса, обусловленная неравенством токов в параллельных ветвях обмотки реактора (уточняется в процессе наладки и эксплуатации защиты);

$0{,}5 \cdot 3I_{ном}$ – ток в одной из параллельных ветвей обмотки реактора в рассматриваемом режиме.

				Привязан:	
Инв №					
				407 – 03 – 471.87.33	
Нач.отдела	Левкович			Схемы и НКУ релейной защиты шунтирующих реакторов 500 – 750 кВ	
Н.контр.	Мамонтова				Стадия / Лист / Листов
Гл.инж.пр.	Мамонтова				РП / 1 /
Рук.груп.	Бергер				
Ст.инж.	Быкова			Пояснительная записка	Энергосетьпроект г. Москва 1988 г.
Инженер	Михневич				

1.4. Двухступенчатая токовая защита нулевой последовательности

Защита предназначена для резервирования отключения КЗ в шунтирующем реакторе.

Первая ступень защиты, включенная в нулевой провод трансформаторов тока, встроенных в высоковольтные втулки реактора, выполняется с использованием реле тока типа РТ-40/Р и реле времени.

Ток срабатывания защиты выбирается по условию отстройки от максимального тока в нулевом проводе ТТ при включении реактора под напряжение в процессе разряда ёмкости линии на индуктивность реактора и в цикле ОАПВ, а время срабатывания согласуется с длительностью цикла ОАПВ на линии.

Вторая ступень защиты включается в нулевой провод ТТ, встроенных в нейтральный ввод реактора, что обеспечивает повышение чувствительности защиты к однофазным КЗ вблизи нейтрали.

Ток срабатывания второй ступени защиты выбирается по условию обеспечения максимальной чувствительности к повреждениям в реакторе. Время срабатывания второй ступени должно быть согласовано с временем действия резервных защит смежных элементов.

Обе ступени защиты с первой выдержкой времени действуют на отключение реактора, а со второй — на отключение линии или шин через группу выходных реле защиты линии (шин).

1.5. Устройство контроля изоляции высоковольтных вводов.

Защита высоковольтных втулок реактора осуществляется с помощью блок-реле КИВ-500р. Для защиты реакторов 750 кВ в настоящее время используется то же устройство с модернизацией его по месту установки.

Описание схемы устройства дано в заводской информации. Ток срабатывания сигнального элемента КИВ принимается равным 0,05I емк. втулки, а отключающего — 0,2I емк. втулки.

1.6. Устройство резервирования при отказе В-0 реактора

Устройство предназначено для отключения смежного с реактором элемента (линии или шин) при повреждении реактора и отказе в отключении его выключателя (В-0).

Пуск УРОВ'а осуществляется защитами реактора и контролируется реле тока, включенными в нулевой и фазный провода трансформаторов тока в цепи реактора. Для ШР 750кВ с целью повышения чувствительности все обмотки реле тока РТ-40/Р соединяются последовательно и включаются: одно реле на ток фазы, а второе — в нулевой провод ТТ.

1.7. Устройство резервирования при отказе выключателей ВЛ и повреждении реактора (при отсутствии В-0 реактора)

Устройство предназначено для использования при наличии неотключаемого реактора, т.к. в ряде случаев при повреждении реактора и отказе выключателя ВЛ, установленные на ВЛ УРОВ'ы линейных выключателей могут оказаться нечувствительными. Пуск УРОВ'а осуществляется защитами реактора, а факт отказа выключателя контролируется его блок-контактами. УРОВ без выдержки времени действует повторно на отключение ВЛ, и с временем большим времени разряда емкостного тока на индуктивность реактора — на отключение элемента, смежного с отказавшим выключателем. Одновременно с действием защиты реактора на отключение ВЛ по каналам телеотключения ДКА осуществляется пуск схемы УРОВ на противоположном конце ВЛ. Пуск УРОВ'а по ВЧ каналу контролируется контактом токового реле в цепи реактора.

2. Цепи пуска автоматической установки пожаротушения

В работе дано два варианта выполнения пуска автоматической установки пожаротушения (АУПТ). По первому варианту пуск осуществляется контактами указательных реле в цепи основных защит ШР: дифференциальной и газовой. В качестве указательных реле в схеме использованы реле типа РЭУ 11-30, имеющие 3 контакта, один из которых, герконовый, используется в схеме пуска пожаротушения. Использование схемы по варианту 1 предполагается до выпуска специализированных датчиков пожаротушения. После освоения промышленностью датчиков пожаротушения, пуск АУПТ будет осуществляться по второму варианту схемы пуска пожаротушения.

3. Защита компенсационного реактора

Комплекс защит КР, содержит:

1. Дифференциальную токовую защиту
2. Дистанционную защиту
3. Газовую защиту

3.1. Дифференциальная токовая защита

Дифференциальная защита КР выполняется аналогично защите ШР. По цепям переменного тока защита может подключаться к трансформатору тока в цепи КР или в нулевой провод соединенных в „звезду" ТТ, встроенных в нейтральные выводы ШР. При этом в зону действия защиты входит ошиновка между нейтральными выводами ШР и вводом КР. Следует отметить, что в этом случае при включении разъединителя в цепи заземления ШР защита может сработать неселективно, что не приводит к излишним отключениям, однако сработает сигнализация действия защиты. Для исключения этого дифференциальная защита в данном режиме должна быть выведена по цепям оперативного тока.

Ток срабатывания защиты выбирается по условию отстройки от токов небаланса в режиме протекания через КР максимальных токов рабочего режима.

3.2. Дистанционная защита

Дистанционная защита КР выполнена на базе реле сопротивления комплектного устройства типа БРЭ 2801 и используется с характеристикой в виде окружности с центром в начале координат.

Токовые цепи защиты включаются на разность удвоенного тока со стороны высоковольтного ввода КР и тока нейтрали. При равенстве коэффициентов трансформации этих ТТ, ток в защите в нормальном режиме равен номинальному. При замыканиях в КР на землю меняется направление тока в нейтрали КР, что обеспечивает повышение чувствительности защиты. При витковых КЗ увеличение чувствительности защиты не обеспечивается.

Для предотвращения излишних срабатываний защиты при потере цепей напряжения защита блокируется контактом автоматического выключателя (SF) установленного в цепи трансформатора напряжения, который выводит защиту при повреждениях в цепях напряжения и отключения автомата.

Сопротивление срабатывания защиты выбирается по условию отстройки от сопротивления КР:

$$Z_{сз} \geq K_{отс} \cdot Z_{кр}, \quad \text{где}$$

$K_{отс} = 0{,}85$ — коэффициент отстройки;

$Z_{кр}$ — сопротивление компенсационного реактора.

3.3. Газовая защита

Газовая защита предназначена для отключения повреждений внутри бака КР. При слабом газообразовании и снижении уровня масла защита действует на сигнал, а при сильном — на отключение.

Действие защиты на отключение КР и сигнализацию аналогично действию газовой защиты ШР.

Инв.№				Привязан:		
				407-03-471.8733		
				Схемы и НКУ релейной защиты шунтирующих реакторов 500-750 кВ		
Н.контр.	Мамонтова				Стадия	Лист	Листов
Гл.инж.пр.	Мамонтова				РП	2	
Нач.отд.	Берлер						
Ст.инж.	Быкова						
Инженер	Михневич			Пояснительная записка	Энергосетьпроект г. Москва 1988 г.	

Копировал: Алексеева

Формат А2

Ведомость основного комплекта марки ЭЗ

Наименование листа	Номер листа	Номер страницы
Общие данные	3	4
Схемы коммутации и параметры реакторов 500-750кВ Схема и параметры промежуточных трансформаторов тока	4	5
Схема защиты линейного реактора 500кВ. (Начало) Поясняющая схема Перечень элементов Примечания Условные обозначения	5	6
Схема защиты линейного реактора 500кВ. (Продолжение). Цепи переменного тока	6	7
Схема защиты линейного реактора 500 кВ. (Окончание). Цепи оперативного постоянного тока. Цепи сигнализации.	7	8
Схема защиты шинного реактора 500кВ. (Начало). Поясняющая схема Перечень элементов Примечания Условные обозначения	8	9
Схема защиты шинного реактора 500кВ. (Продолжение). Цепи переменного тока	9	10
Схема защиты шинного реактора 500кВ. (Окончание). Цепи оперативного постоянного тока Цепи сигнализации	10	11
Схема поперечной защиты реактора 500кВ	11	12
Схема защиты линейного реактора 750кВ. (Начало). Поясняющая схема Перечень элементов. Примечания. Условные обозначения	12	13
Схема защиты линейного реактора 750 кВ (Продолжение) Цепи переменного тока	13	14
Схема защиты линейного реактора 750кВ (Окончание). Цепи оперативного постоянного тока Цепи сигнализации	14	15
Схема пуска автоматической установки пожаротушения с использованием УСВА	15	16
Схема пуска автоматической установки пожаротушения с использованием указательных реле типа РЭУ 11-30	16	17
Схема устройства резервирования отказа выключателей линии при повреждении реактора при отсутствии выключателя реактора	17	18
Схема защиты компенсационного реактора. Поясняющая схема Цепи переменного тока и напряжения. Цепи постоянного тока. Цепи сигнализации. Перечень элементов. Примечания.	18	19

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Настоящая работа выполнена в соответствии с Планом типового проектирования Госстроя СССР и является корректировкой типовых решений № 407-03-307.

Выполнение данной работы обусловлено появлением шунтирующих реакторов новой конструкции, заменой номенклатуры комплектующих реле и устройств, а также необходимостью пересмотра устаревших типовых решений.

Разработанный в проекте комплекс защит предназначен для выявления коротких замыканий в шунтирующем и компенсационном реакторах, отключения поврежденного элемента и сигнализации аварии. Автоматика управления шунтирующим и компенсационным реакторами в объём настоящего проекта не входит.

Используемые сокращения в тексте и на чертежах:

ШР — шунтирующий реактор.
КР — компенсационный реактор.
В-0 — включатель — отключатель 750 кВ или выключатель 500 кВ.
УРОВ — устройство резервирования при отказе В-0.
АПВ — автоматическое повторное включение.
ТТ — трансформатор тока.
КИВ — контроль изоляции высоковольтных вводов.
ВЛ — высоковольтная линия электропередачи.

Работа содержит принципиальные схемы:

— релейной защиты линейных ШР 500 и 750 кВ;
— релейной защиты шинных ШР 500 кВ;
— устройства резервирования при отказе В-0 реактора;
— устройства резервирования при отказе выключателей ВЛ при повреждении реактора (при отсутствии В-0 в цепи ШР);
— релейной защиты компенсационного реактора.

В работе рассмотрены варианты подключения ШР к линии через В-0 или без коммутационного аппарата.

Отличительной особенностью включателя-отключателя является то, что он состоит из двух полуполюсов Q1 и Q2, один из которых (Q2) зашунтирован искровым промежутком, что обеспечивает безинерционное подключение реактора при повышении напряжения на линии.

Автоматика ШР фиксирует пробой искрового промежутка и действует с выдержкой времени порядка 0,1С на включение полуполюса Q2.

Отключение В-0 должно осуществляться одновременно двумя полуполюсами. При подключении через искровой промежуток поврежденного реактора, отключение КЗ может быть осуществлено только после включения Q2, что приводит к увеличению времени отключения КЗ до 0,2С и является существенным недостатком данного аппарата. Схема управления В-0 должна содержать блокировку, предотвращающую отключение одного полуполюса, поэтому задержка в отключении КЗ создается в схеме управления, благодаря наличию блокировки в цепях соленоидов отключения В-0. Кроме того, должна быть увеличена выдержка времени УРОВ на 0,2С, либо выполнена блокировка цепи УРОВ на время, необходимое для включения Q2 в режиме подключения ШР через искровой промежуток, для чего может быть использован контакт реле, фиксирующего пробой искрового промежутка в схеме автоматики ШР. Аналогично блокируется сигнал, действующий в схему автоматики на запрет включения ШР.

При отсутствии В-0 защиты ШР действуют на отключение линии через группы выходных реле на панелях АПВ, резервной и дистанционной защит.

Проект разработан в соответствии с действующими нормами и правилами

Главный инженер проекта Т.Н. Мамонтова

Привязан:

Инв.№

Нач.отдела	Левкович		
Н.контр.	Мамонтова		
Гл.инж.пр.	Мамонтова		
Рук.груп.	Берегер		
Ст.инж.	Быкова		
Инженер	Михневич		

407-03-471.87.ЭЗ

Схемы и АКУ релейной защиты шунтирующих реакторов 500-750 кВ

Стадия	Лист	Листов
РП	3	

Общие данные

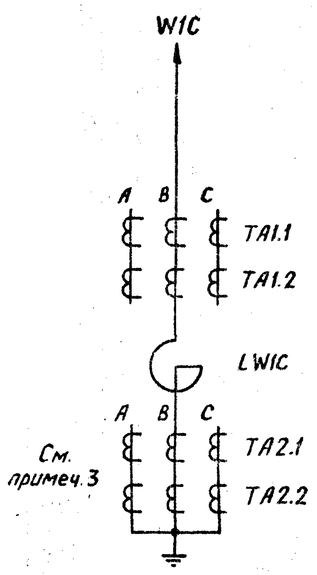
Энергосетьпроект г. Москва 1988 г

Копировал: Андреева

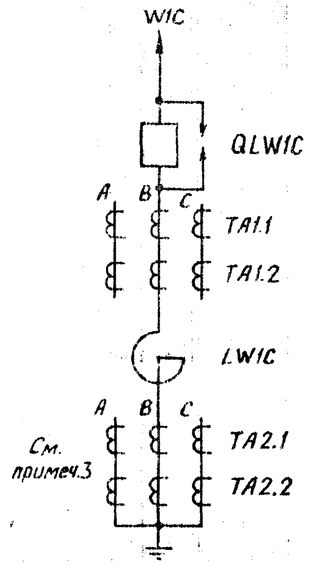
Формат А2

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

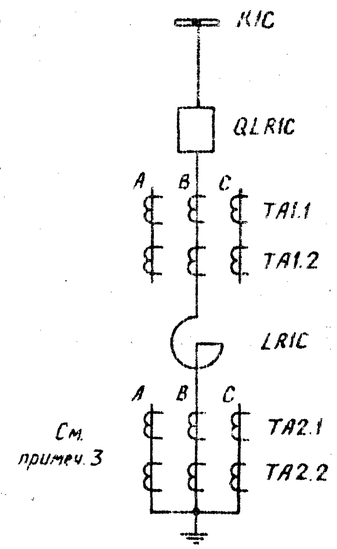
Линейный реактор 500 кВ без выключателя



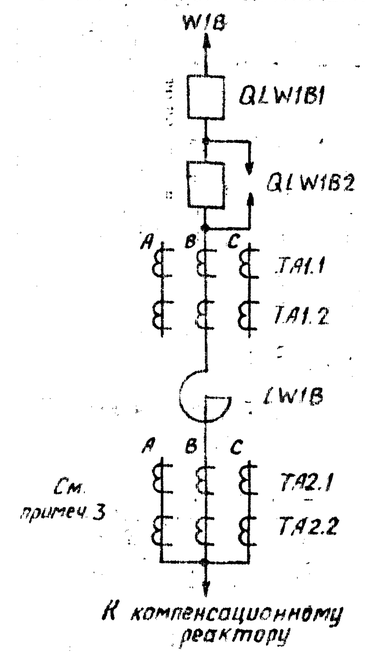
Линейный реактор 500 кВ с выключателем



Шинный реактор 500 кВ



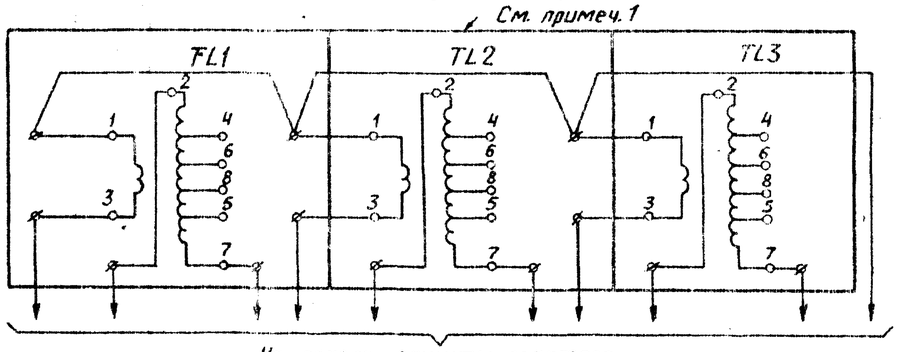
Линейный реактор 750 кВ с включателем-отключателем



Основные технические данные реакторов 500-1150 кВ

Тип	РОДЦ-60000/500	РОДЦ-110000/750	РОДЦ-300000/1150
Напряжение [кВ]	$525/\sqrt{3}$	$787/\sqrt{3}$	$1200/\sqrt{3}$
Номинальная мощность [МВар]	60	110	300
Номинальный ток [А]	198	242	433
Коэффициенты трансформации встроенных трансформаторов тока на линейном вводе	2000-1500-1000-500/1	3000-2000-1000/1	4000-3000-2000-1000/1
Количество трансформаторов тока на линейном вводе	2	2	3
Коэффициенты трансформации встроенных трансформаторов тока на нейтральном вводе	См. прим. 2,3	600-400-300-200/1	600-400-300-200/1
Количество трансформаторов тока на нейтральном вводе	2 или 4	4	2
Количество параллельных ветвей	2	2	2
Количество выводов нейтрали	1 или 2	2	1

Схема соединений обмоток промежуточного трансформатора тока



Примечания

1. Промежуточные трансформаторы TL1 ÷ TL3 используются для снижения коэффициента трансформации (K_I) трансформаторов тока, встроенных в высоковольтные втулки реактора. Для реализации трансформаторной схемы конец обмотки с большим числом витков отсоединяется от клеммы 3 и выводится на клемму 2.
2. На реакторах 500 кВ со стороны нейтрального ввода устанавливаются выносные трансформаторы тока с K_I = 600/5 (600/1).
3. Реакторы 750 кВ 500 кВ новой конструкции имеют встроенные трансформаторы тока (K_I = 600/1) со стороны нейтрального ввода в каждой из двух параллельных ветвей обмотки

Параметры промежуточных трансформаторов тока

W_1 = 560 витков				W_2 = 140 витков
				Отпайки
2-4	4-6	6-8	8-7	1-3
385 вит.	35 вит	97 вит	43 вит	140 вит

Согласовано с ТО:

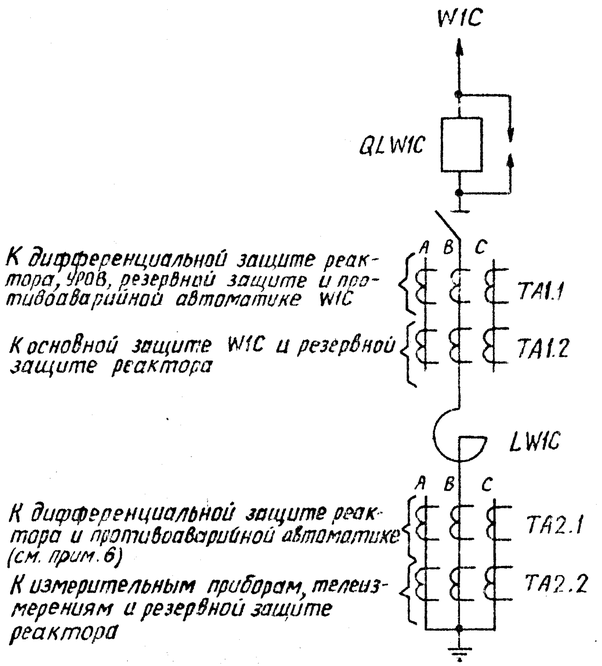
Привязан:				
Инв. №				
407-03-471.87				
Схемы и низковольтные комплектные устройства релейной защиты шунтирующих реакторов 500-750 кВ				
Н. контр. Мамонтова	Схемы коммутации и параметры реакторов 500-750 кВ. Схема и параметры промежуточных трансформаторов тока	Стадия	Лист	Листов
Гл. инж. пр. Мамонтова		РП	4	
Рук. груп. Берзев		Энергосетьпроект г. Москва 1988 г.		
Ст. инж. Евдокимова				
Инженер Михневич				

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

Копировал: Андреева

Формат А2

Поясняющая схема



Примечания

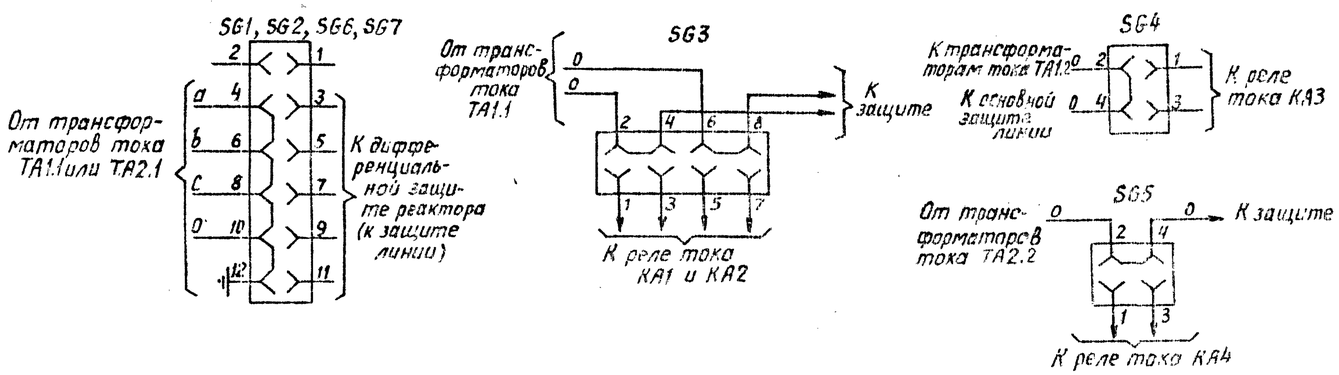
1. Пунктирной линией обведена аппаратура, установленная вне панели защиты реактора
2. Промежуточные трансформаторы тока заказываются в составе панели типа П3-233, устанавливаются на панели защиты реактора и модернизируются по месту установки: конец обмотки с большим числом витков присоединяется от клеммы 3 и выводится на клемму 2.
3. Питание цепей оперативного тока основных и резервных защит реактора осуществляется от индивидуальных автоматов и, по возможности, от различных аккумуляторных батарей.
4. В соответствии с настоящим чертежом выполняется релейная защита шунтирующего реактора, подключаемого к линии через выключатель и без выключателя.
   При наличии выключателя реактора должны быть установлены перемычки между зажимами 1-2 и 4-6 и сняты перемычки между зажимами 2-3, 4-5, 6-7 и 8-9. При отсутствии выключателя реактора должны быть установлены перемычки между зажимами 2-3, 4-5, 6-7 и 8-9 и сняты перемычки между зажимами 1-2 и 4-6.
5. При отсутствии выключателя реактора выдержка времени проскальзывающего контакта реле времени КТ2 и КТ3 принимается равной выдержке времени ускорного контакта.
6. На реакторах с трансформаторами тока, встроенными в параллельные ветви обмотки со стороны нейтрального ввода, дополнительно устанавливается поперечная защита (см. лист 11).

Перечень элементов

Позиционное обозначение	Наименование	Тип	Техническая характерист	Кол	Примечание
KAT1-KAT3	Реле тока с насыщающимся трансформатором	РНТ-566		3	
KA1-KA4	Реле тока	РТ-40/Р-1		4	Для K_I=0,05/5: KA4-РТ-40/Р-5
KA5	Реле тока	РТ-140/0,6		1	
KH1-KH4, KH11	Реле указательное	РЭУ11-30	$I_{ном}$=0,025А	5	
KH5-KH10	Реле указательное	РЭУ11-30	$I_{ном}$=0,050А	6	
KL1-KL3 KL7-KL11	Реле промежуточное	РП17-5Х		8	
KL4, KL12	Реле промежуточное	РП17-4Х		2	
KL5	Реле промежуточное	РП16-1Х		1	
KL6, KL13	Реле промежуточное	РП18-6Х		2	
KSG1-KSG3	Реле газовое			3	
KT1	Реле времени	РВ-112		1	
KT2	Реле времени	РВ-128		1	
KT3	Реле времени	РВ-142		1	
TA	Трансформатор согласующий	ТПС-0,66		1	
TL1-TL3	Трансформатор промежуточный			3	См. приточ. п. 2
R1, R2	Резистор	ПЭВ-25	R=100 Ом	2	
R3	Резистор	ПЭВ-25	R=2700 Ом	1	
R4	Резистор	ПЭВ-10	R=9100 Ом	1	
R5	Резистор	ПЭВ-25	R=4700 Ом	1	
AK	Блок реле контроля изоляции вводов	КИВ-500Р		1	
SG1, SG2 SG6, SG7	Блок испытательный	БИ-6		4	
SG3-SG5	Блок испытательный	БИ-4		3	
SX1-SX5	Переключатель	ПВ1-10	Исполнение I	5	
SX6-SX10	Переключатель	ПП1-10/40	Исполнение I	5	
KL14, KL15	Реле промежуточное	РП17-5Х		2	
S1-S3	Рубильник	РТ6		3	Трехполюсное исполнение

Условные обозначения

1. ϕ – Зажим панели
2. Положение блоков при снятой крышке:

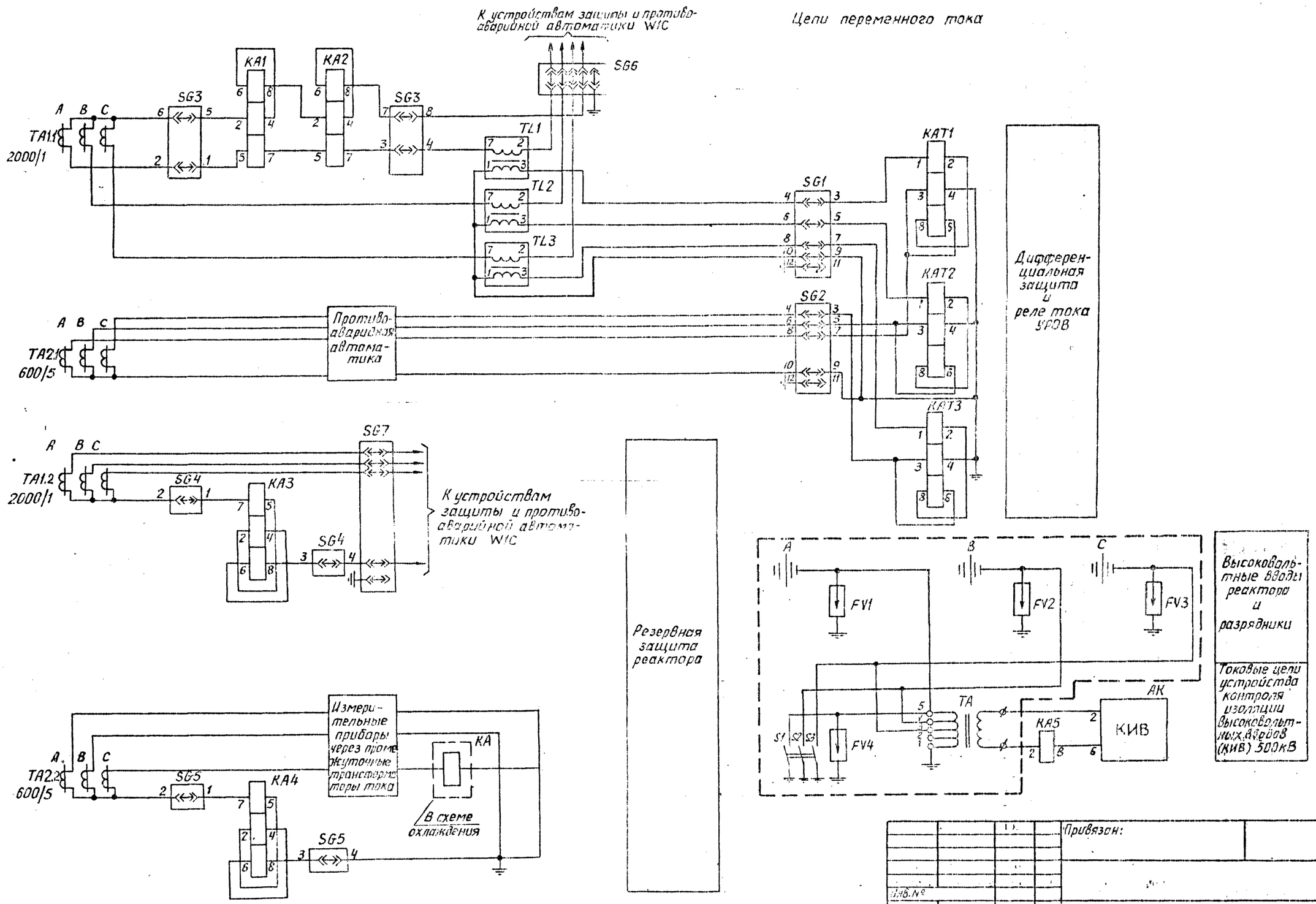


Привязан:				
Инв. №				
407-03-471.87 ЭЗ				
Схемы и низковольтные комплектные устройства релейной защиты шунтирующих реакторов 500-750 кВ				
Н. контр. Матлин			Стадия: РП	Лист: 5
Гл. инж. пр. Матлин				Листов:
Рук. груп. Бегаев				
Ст. инж. Безбукиков			Поясняющая схема. Перечень элементов. Примечания. Условные обозначения	Энергосетьпроект г. Москва 1988 г.
Инженер Брихневич				

Копировал: Андреева

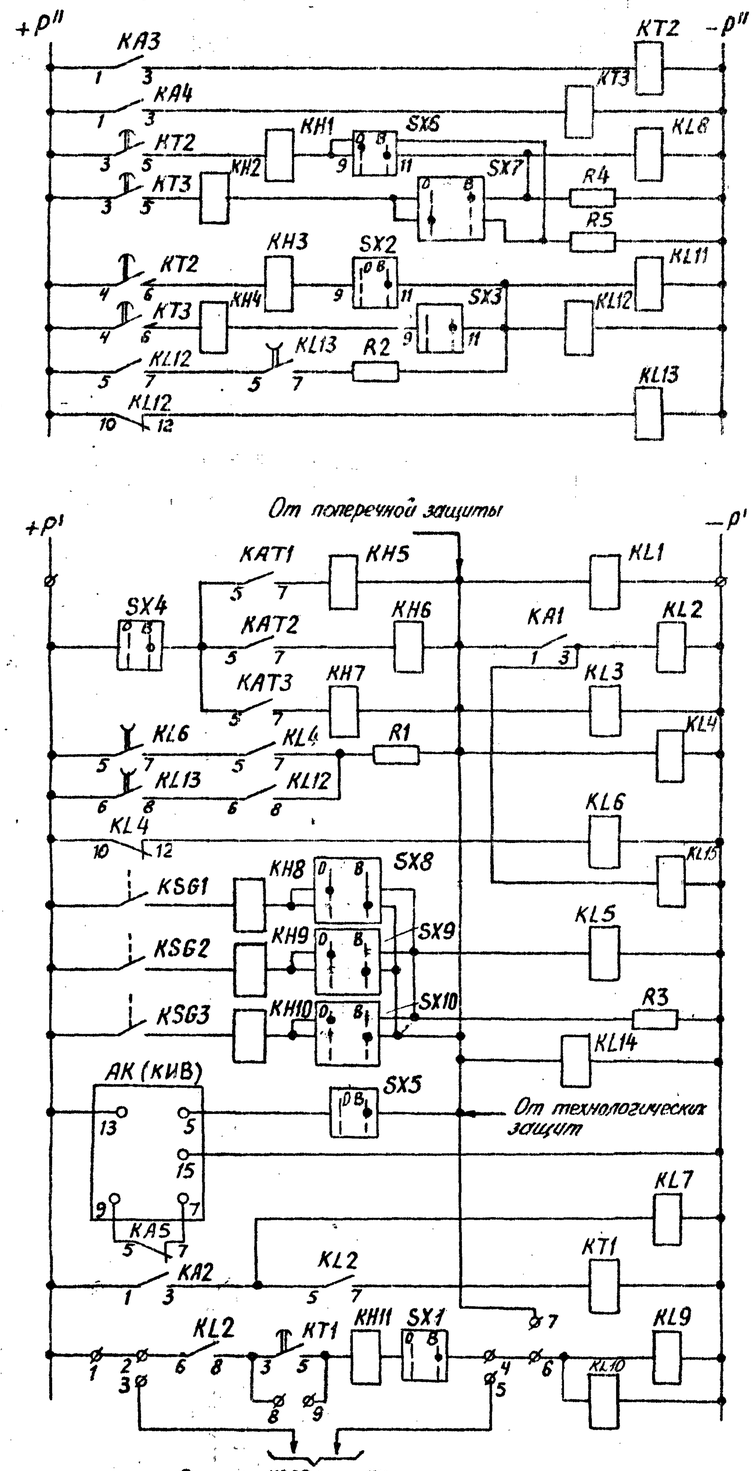
Формат А2

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

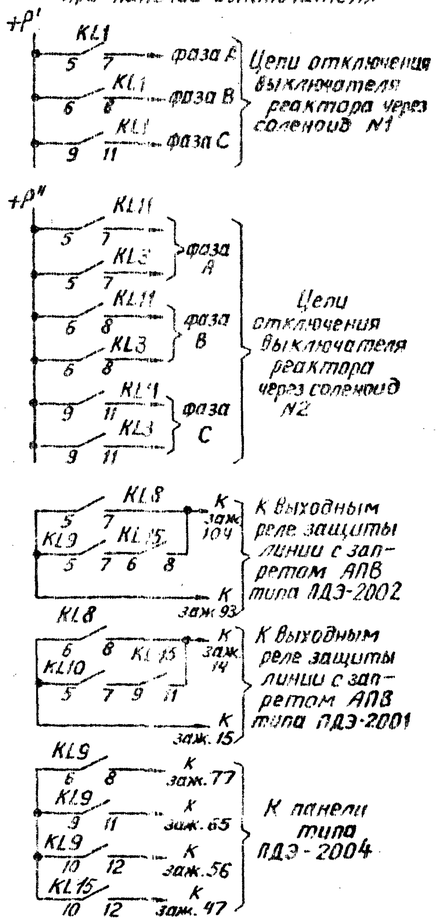


Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам. инв.№				

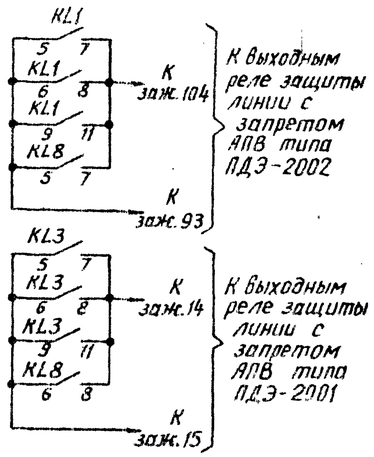
Цепи оперативного постоянного тока

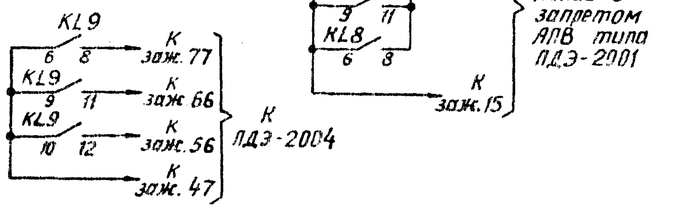


Цепи отключения реактора при наличии выключателя

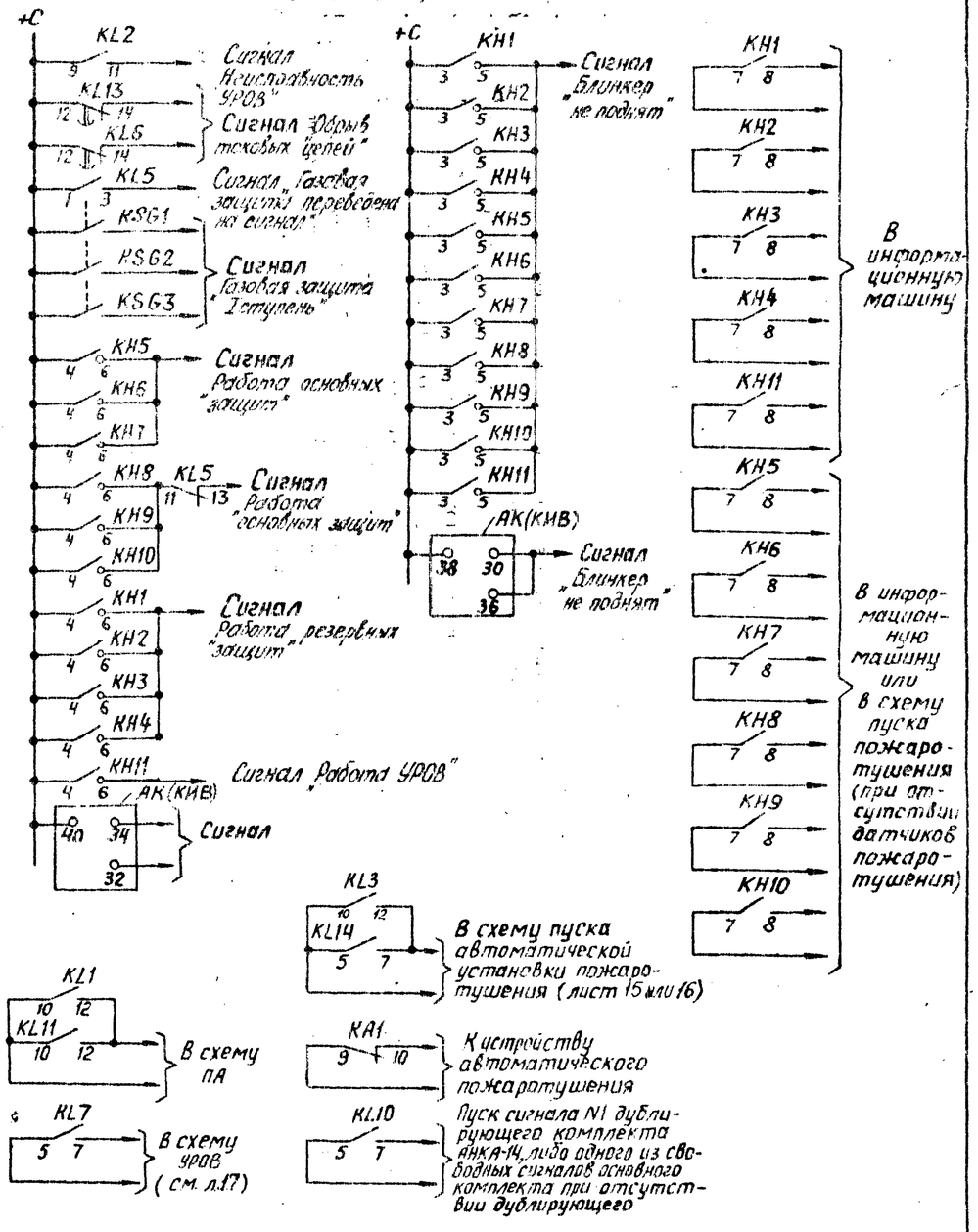


Цепи отключения реактора при отсутствии выключателя





Цепи сигнализации



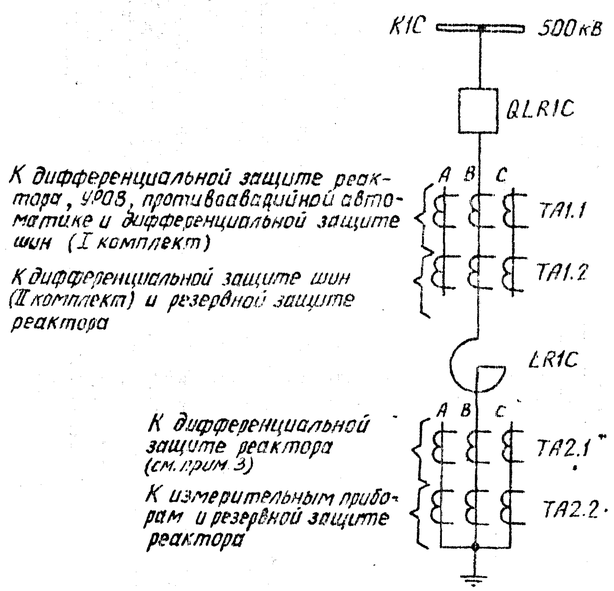
Инв № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №		Привязан:		
				Инв №		
				407-03-471.8		
				Схемы и низковольтные комплектные устройства релейной защиты шунтирующих реакторов 500-750 кВ		
Н.контр.	Мамонтова			Схема защиты линейного реактора 500 кВ (Окончание)	Стадия: РП	Лист: 7 / Листов:
Гл.инж.пр.	Мамонтова					
Рук.груп.	Бергер					
Ст.инж.	Евдокимова			Цепи оперативного постоянного тока. Цепи отключения. Цепи сигнализации	Энергосетьпроект г. Москва 1988 г.	
Инженер	Михневич					

1091ЭТ-11

Копировал: Андреева

Формат А2

Поясняющая схема



Примечания

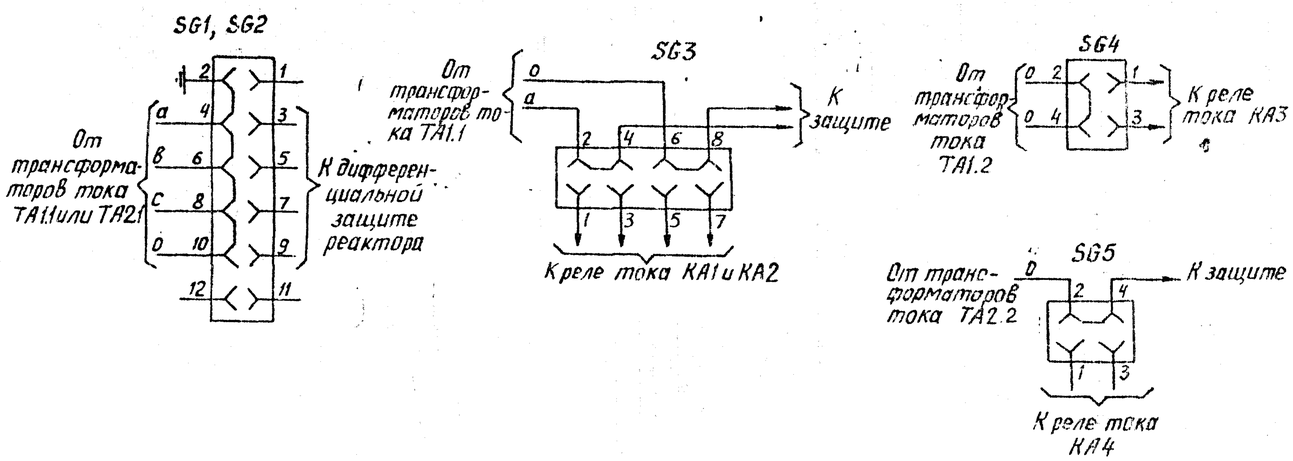
1. Питание цепей оперативного тока основных и резервных защит реактора осуществляется от индивидуальных автоматов и, по возможности, от различных аккумуляторных батарей.
2. Пунктирной линией обведена аппаратура, установленная вне панели защиты реактора.
3. На реакторах с трансформаторами тока, встроенными в параллельные ветви фазы со стороны нейтрального ввода, дополнительно устанавливается дифференцная защита (см. л. 11).

Перечень элементов

Позиционное обозначение	Наименование	Тип	Техническая характеристик.	К-во	Примечание
KAT1-KAT3	Реле тока с насыщающимся трансформатором	РНТ-566		3	
KA1-KA4	Реле тока	РТ-140/Р-1		4	для K_T=300/5 KA4-РТ-40/Р-5
KA5	Реле тока	РТ-140/0,6		1	
KH5-KH10	Реле указательное	РЭУ11-30	$I_{ном}$=0,050А	6	
KH1-KH4, KH11	Реле указательное	РЭУ11-30	$I_{ном}$=0,025А	5	
KL1-KL3, KL7, KL8, KL9-KL11	Реле промежуточное	РП17-5Х		8	KL7 не используется
KL4, KL12	Реле промежуточное	РП17-4Х		2	
KL5	Реле промежуточное	РП18-1Х		1	
KL6, KL13	Реле промежуточное	РП18-6Х		2	
KSG1-KSG3	Реле газовое			3	
KT1	Реле времени	РВ-112		1	
KT2	Реле времени	РВ-128		1	
KT3	Реле времени	РВ-142		1	
TA	Трансформатор согласующий	ТПС-0,66		1	
R1, R2	Резистор	ПЭВ-25	R=100 Ом	2	
R3	Резистор	ПЭВ-25	R=2700 Ом	1	
R7	Резистор	ПЭВ-10	R=9100 Ом	1	
R5	Резистор	ПЭВ-25	R=4700 Ом	1	
AK	Блок-реле контроля изоляции вводов	КИВ-500Р		1	
SG1, SG2	Блок испытательный	БИ-6		2	
SG3-SG5	Блок испытательный	БИ-4		3	
SX1-SX8	Переключатель	ПЗ1-10	Исполнение I	8	
SX9-SX13	Переключатель	ПП1-10/4С	Исполнение I	5	
KL14, KL15	Реле промежуточное	РП-17-5Х		2	
S1-S3	Рубильник	Р16		3	Предполагаемое исполнение

Условные обозначения

1. Положение блоков при снятой крышке:



2. ф – зажим панели

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№			
1098-ЭТМ-Т1					

Привязан:

Инв.№

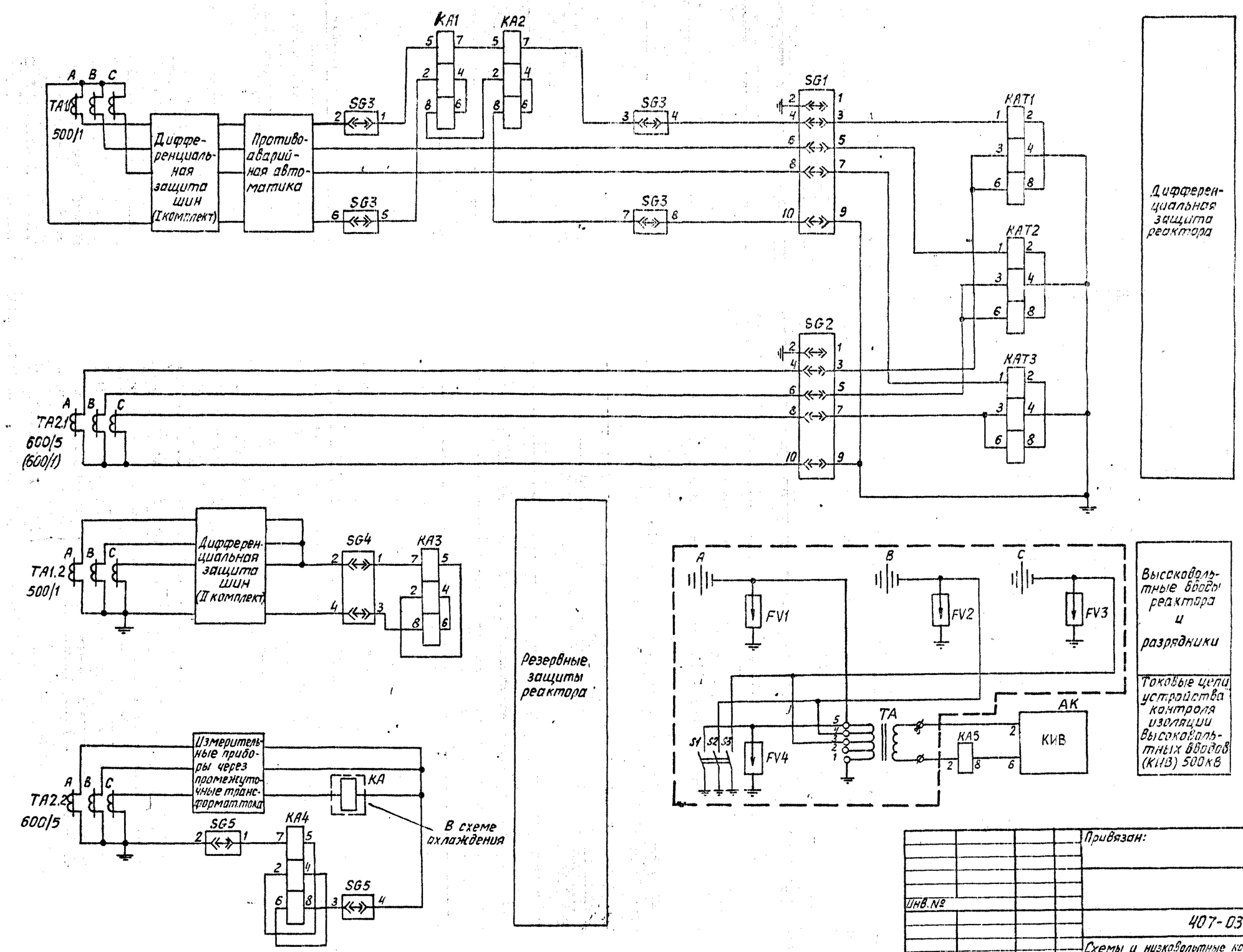
407-03-471.87

Схемы и низковольтные комплектные устройства релейной защиты шунтирующих реакторов 500-750кВ

Н.контр.	Мамонтова		Схема защиты шинного реактора 500кВ (Начало)	Стадия	Лист	Листов
Гл.инж.пр.	Мамонтова			РП	8	
Рук.гр.п.	Бергер					
Ст.инж.	Евдокимова		Поясняющая схема Перечень элементов Примечания. Условные обозначения	Энергосетьпроект г. Москва 1988 г		
Инженер	Михневич					

Копировала: Андреева

Формат А2



Привязан:			
Инв.№			
407-03-471.87			
Схемы и низковольтные комплектные устройства релейной защиты шунтирующих реакторов 500-750 кВ			
Н.контр. Аммритова	Схема защиты шинного реактора 500кВ (Продолжение)	Стадия: РП	Лист: 9	Листов:
Гл.инж.пр. Мамритова				
Рук.груп. Бергер				
Ст.инж. Евдокимова	Цепи переменного тока	Энергосетьпроект г. Москва 1983 г.		
Инженер Мухневич				

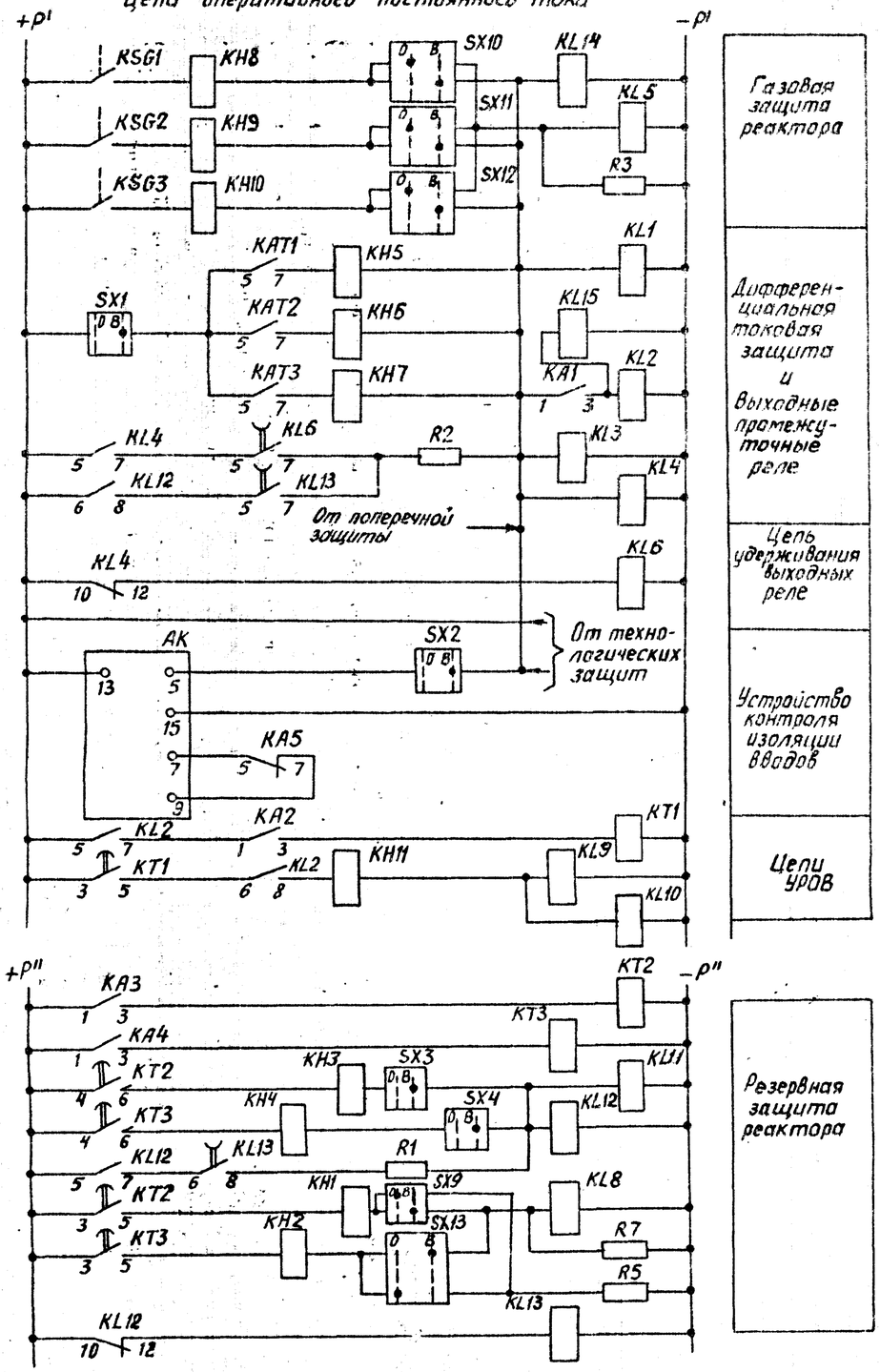
Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

407-03-ТМ-ТЛ

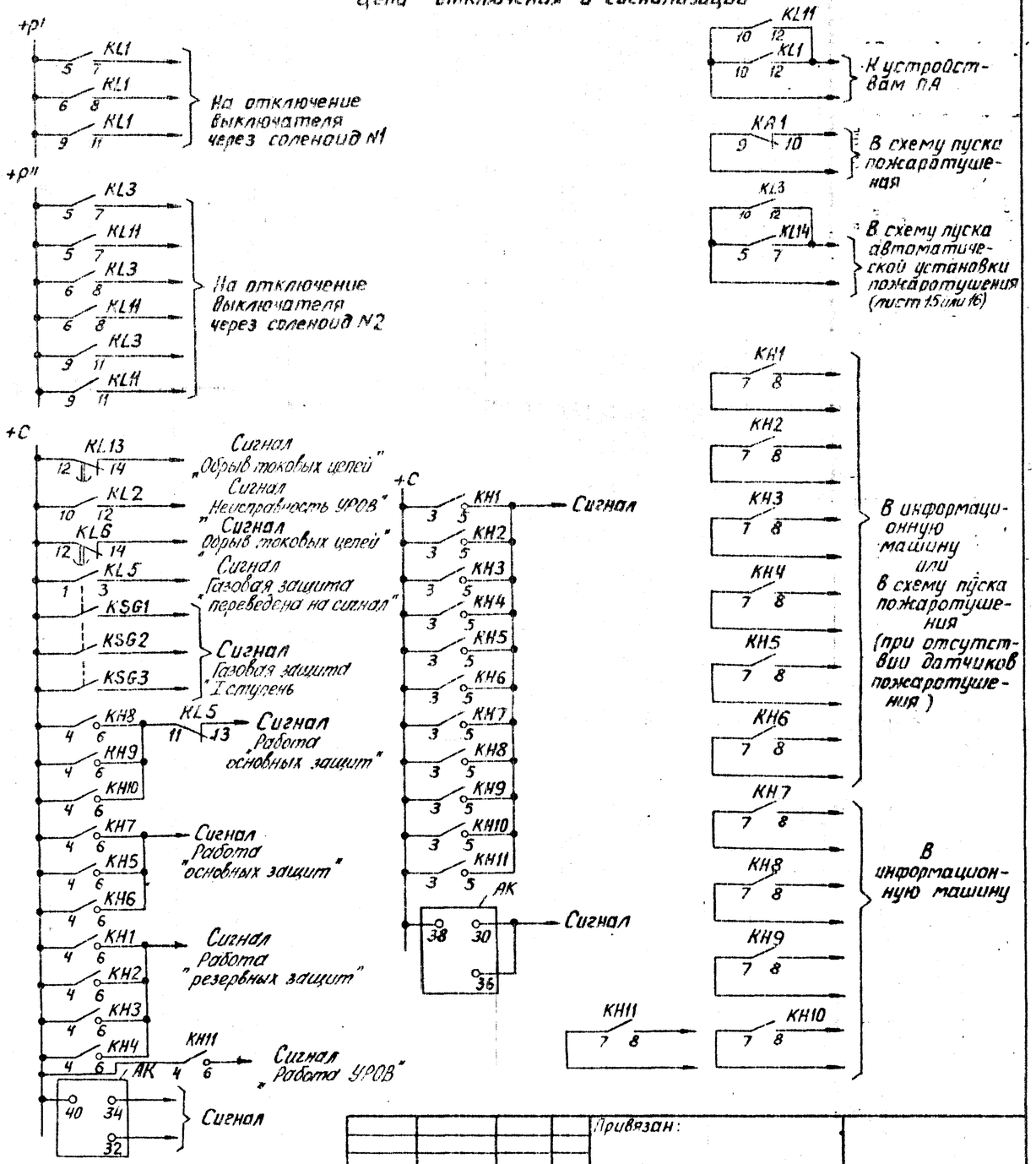
Копировал: Андреева

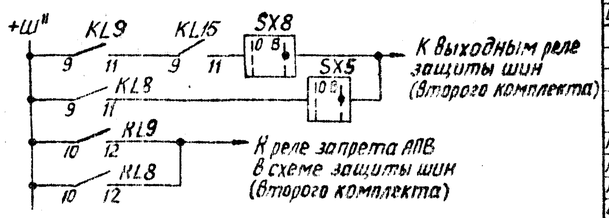
Формат А2

Цепи оперативного постоянного тока



Цепи отключения и сигнализации





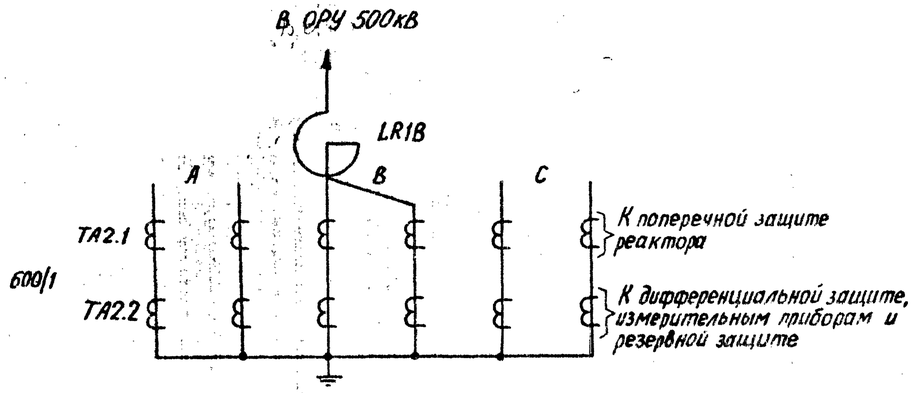
Привязан:				
Инв. №				
407-03-471.87				
Схемы и низковольтные комплектные устройства релейной защиты шунтирующих реакторов 500-750 кВ				
Н. контр.	Мамонтова		Схема защиты шинного реактора 500 кВ (Окончание)	Стадия: РП; Лист: 10; Листов:
Гл. инж. пр.	Мамонтова			
Рук. груп.	Бергер			
Ст. инж.	Евдокимова		Цепи оперативного постоянного тока. Цепи сигнализации.	Энергосетьпроект г. Москва 1988 г.
Инженер	Михневич			

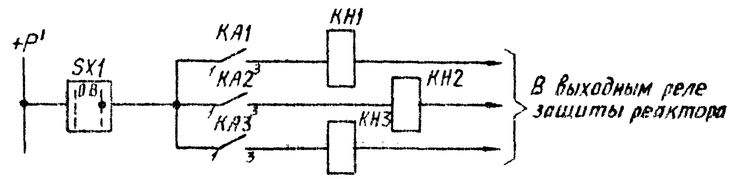
Копировал: Андреева

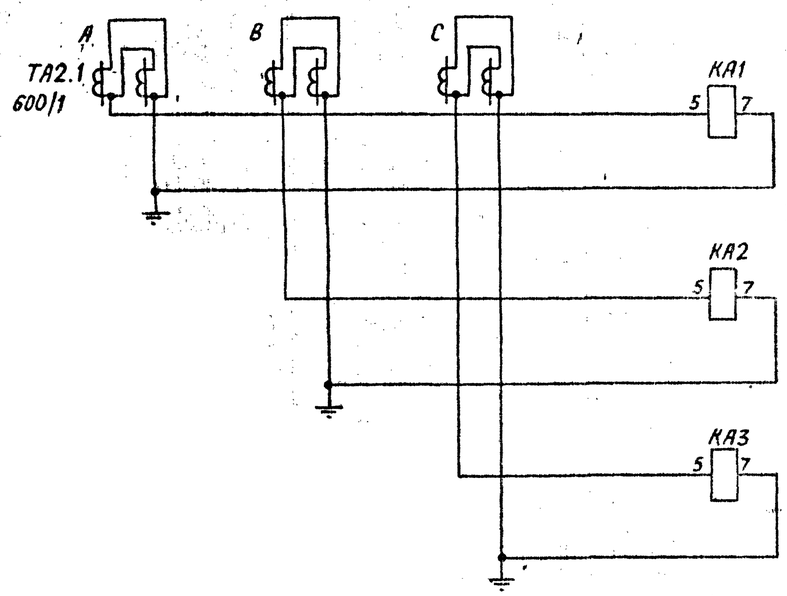
Формат А2

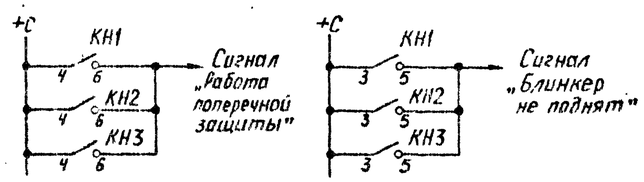
Взам. инв. № | Подпись и дата | Инв. № подл.

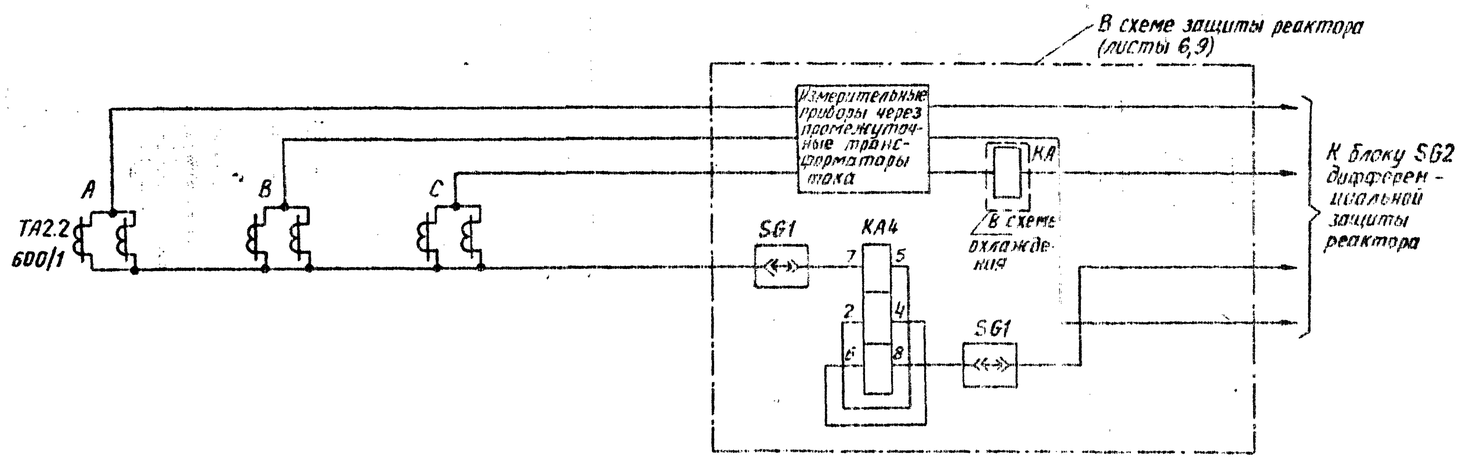
Поперечная защита ШР 500 кВ











Перечень элементов

Позиционное обозначен	Наименование	Тип	Техническая характерист	К-во	Примечание
KA1-KA4	Реле тока	РТ-40/р		4	
KH1-KH3	Реле указательное	РЭУ11-30	$I_{ном}$ =0,05А	3	
SX1	Переключатель	ПВ1-10		1	
SG1	Блок испытательный	БИ-4		1	

Н. контр.	Мамонтова		
ГИП	Мамонтова		
Рук. груп.	Бергер		
Ст. инж.	Белкова		
Инженер	Матвеев		

Привязан:

Инв. №

407-03-471.8

Схемы и НКУ релейной защиты шунтирующих реакторов 500-750 кВ

Схема поперечной защиты реактора 500 кВ

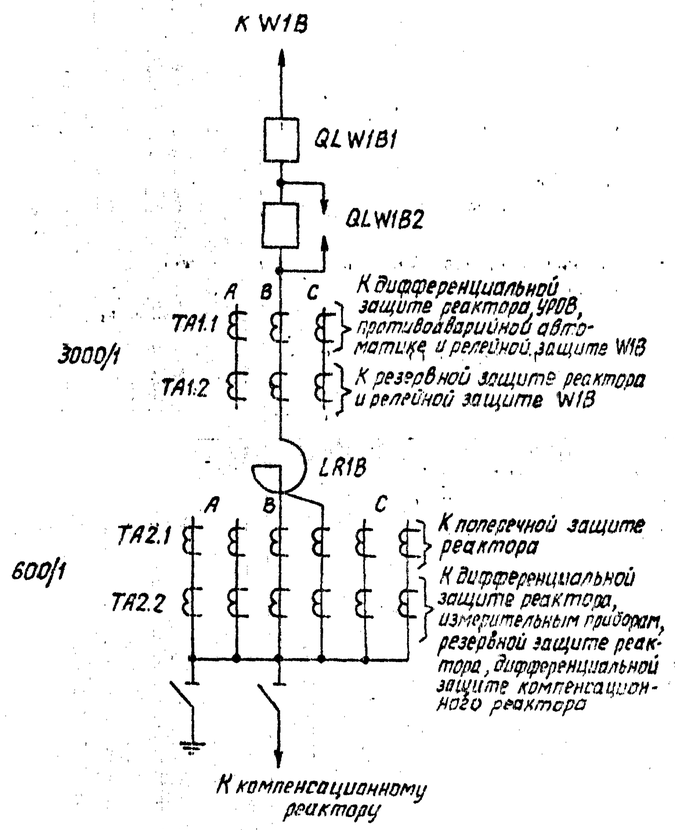
Стадия	Лист	Листов
РП	11	

Энергосетьпроект в Москве 1988 г

Копировал: Андреева

Формат А2

Поясняющая схема



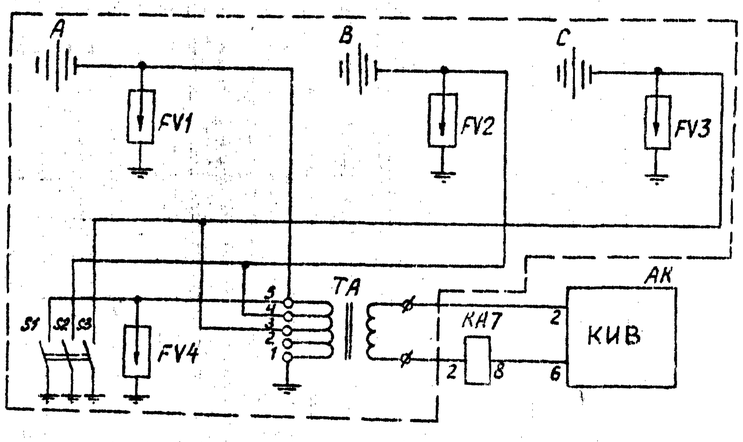
Примечания

1. Пунктирной линией обведена аппаратура, установленная вне панели защиты реактора.
2. Промежуточные трансформаторы тока заказываются в составе панели типа П3-23, устанавливаются на панели защиты реактора и модернизируются по месту установки: конец обмотки с большим числом витков отсоединяется от клеммы 3 и выводится на клемму 2.
3. Питание цепей оперативного тока основных и резервных защит реактора осуществляется от индивидуальных автоматов и, по возможности, от различных аккумуляторных батарей.
4. В соответствии с настоящим чертежом выполняется релейная защита шунтирующего реактора, подключаемого к линии через включатель-отключатель без включателя-отключателя. При наличии включателя-отключателя реактора должны быть установлены перемычки между зажимами 1-2 и 4-6 и сняты перемычки между зажимами 2-3, 4-5, 6-7 и 8-9. При отсутствии включателя-отключателя реактора должны быть установлены перемычки между зажимами 2-3, 4-5, 6-7 и 8-9 и сняты перемычки между зажимами 1-2 и 4-6.
5. При отсутствии включателя-отключателя реактора выдержка времени проскальзывающего контакта реле времени KT2 и KT3 принимается равной выдержке времени упорного контакта.
6. При подключении реактора через искровой промежуток и одновременном КЗ в реакторе, отключение поврежденного ШР будет осуществляться с временем порядка 0,2 с, необходимым для работы автоматики и включения полуполюса QLW1B2, шунтирующего искровой промежуток. Задержка должна обеспечиваться наличием блок-контакта полуполюса QLW1B2 (замкнутого при включенном положении полуполюса QLW1B2) в цепи соленоида отключения полуполюса QLW1B1.

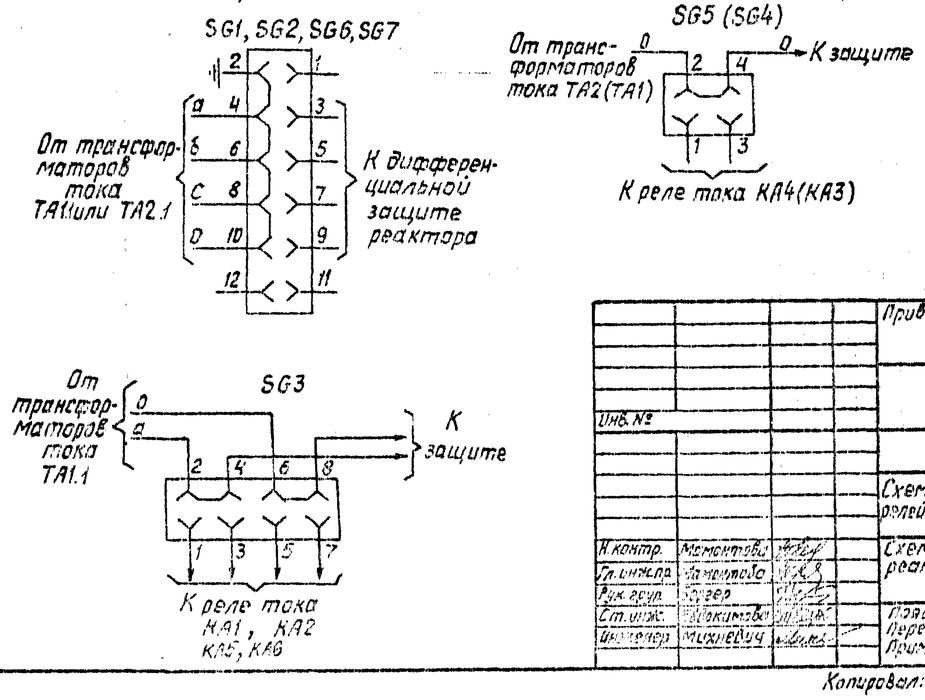
Перечень элементов

Позиционное обозначение	Наименование	Тип	Техническая характерист.	К-во	Примечание
KAT1-KAT3	Реле тока с насыщающимся трансформатором	РНТ-566		3	
KA1-KA6	Реле тока	РТ-40/Р-1		6	Для K_I=600/5 KA4-РТ-40/Р-5
KA7	Реле тока	РТ-140/0,6		1	
KA8-KA10	Реле тока	РТ-40/Р-□		3	
KH1-KH4, KH11	Реле указательное	РЭУ11-30	$I_{ном}$=0,025А	5	
KH5-KH10, KH12-KH14	Реле указательное	РЭУ11-30	$I_{ном}$=0,050А	9	
KL1-KL3, KL14 KL7-KL11	Реле промежуточное	РП17-5Х		9	
KL4, KL12	Реле промежуточное	РП17-4Х		2	
KL5	Реле промежуточное	РП16-1Х		1	
KL6, KL13	Реле промежуточное	РП18-6Х		2	
KSG1-KSG3	Реле газовое			3	
KT1	Реле времени	РВ-112		1	
KT2	Реле времени	РВ-128		1	
KT3	Реле времени	РВ-142		1	
TA	Трансформатор согласующий	ТПС-0,66		1	
TL1-TL3	Трансформатор промежуточный			3	См. примеч. на листе
R1, R2	Резистор	ПЭВ-25	R=100 Ом	2	
R3	Резистор	ПЭВ-25	R=2700 Ом	1	
R4	Резистор	ПЭВ-10	R=9100 Ом	1	
R5	Резистор	ПЭВ-25	R=4700 Ом	1	
KL15	Реле промежуточное	РП17-5Х		1	
AK	Блок реле контроля изоляции вводов	КИВ-500Р		1	
SG1, SG2, SG6 SG7	Блок испытательный	БИ-6		4	
SG3-SG5	Блок испытательный	БИ-4		3	
SX1-SX6	Переключатель	ПВ1-10	Исполнение I	6	
SX7-SX11	Переключатель	ПВ1-10/4С	Исполнение I	5	
S1-S3	Рубильник	Р16		3	Трехполюсное исполнение

Контроль исправности высоковольтных вводов



Положение испытательных блоков при снятой крышке



Условные обозначения

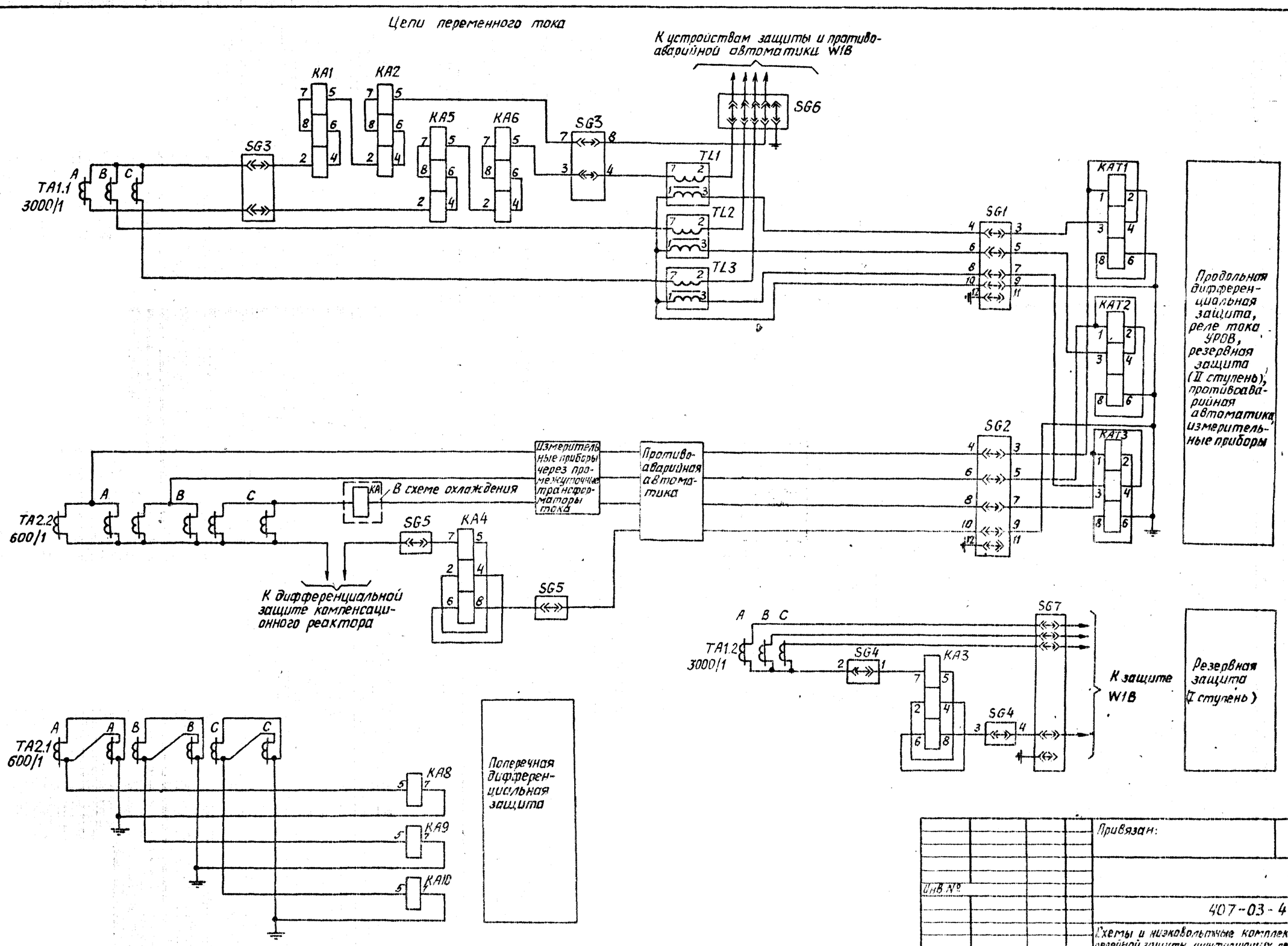
1. ⌀ — Зажим панели
2. IKL1,2 — Контакты промежуточного реле в схеме автоматики ШР, фиксирующего пробой искрового промежутка

Привязан:			
Инв. №			
407-03-471.87 ЭЗ			
Схемы и низковольтные комплектные устройства релейной защиты шунтирующих реакторов 500-750 кВ			
Н. контр. Мамонтова	Схема защиты линейного реактора 750кВ (Начало)	Стадия: РП	Лист: 12
Гл. инжен. Мамонтова			
Рук. груп. Котер			
Ст. инж. Токмакова	Поясняющая схема. Перечень элементов. Примечания. Условные обозначен.	Энергосетьпроект г. Москва 1988г	
Инженер Михневич			

Копировал: Андреева

Формат А2

Инв. № подл. | 1109/3 ТМ-77 | Подпись и дата | Взам. инв. №



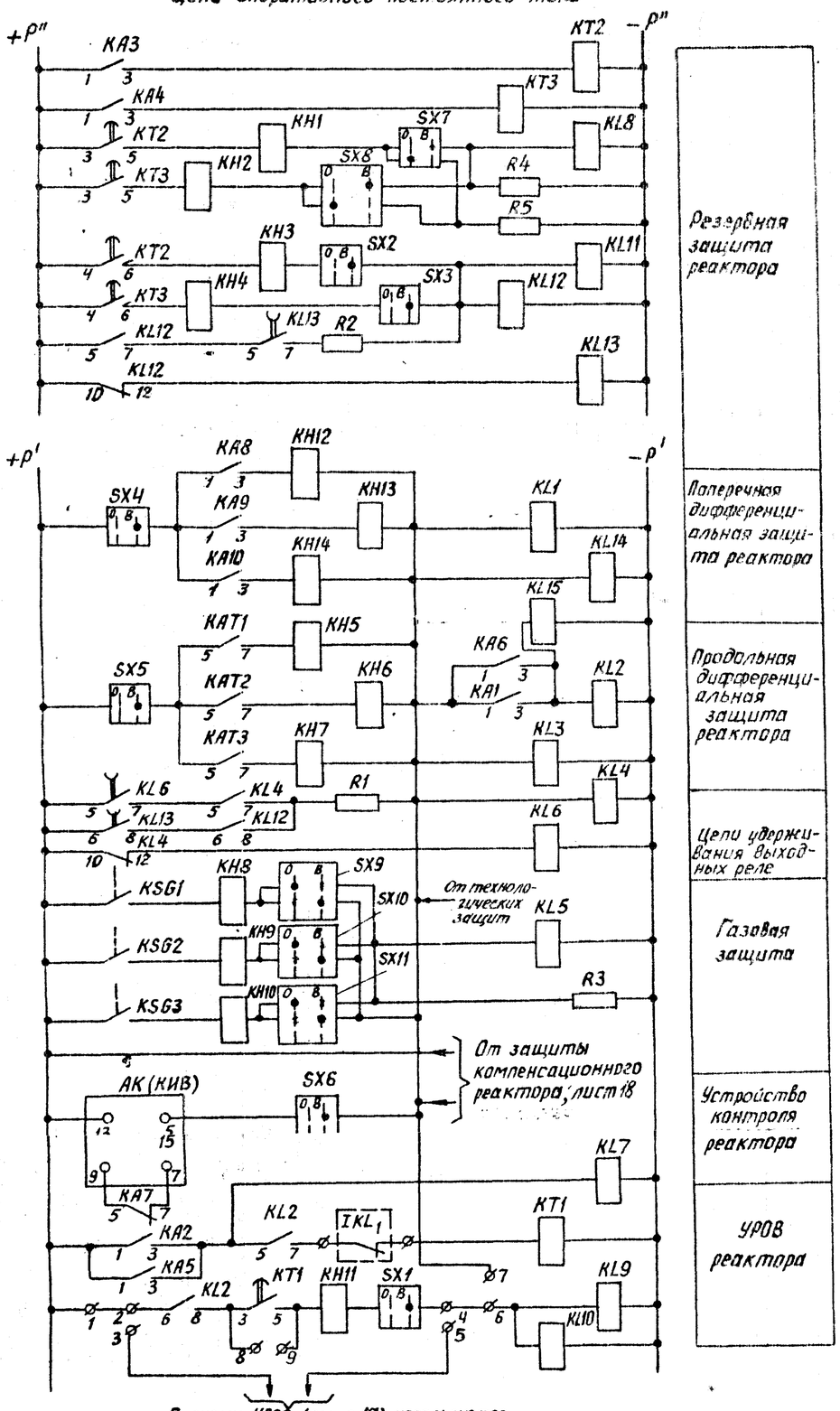
				Привязан:		
Инв №				407-03-471.87		
				Схемы и низковольтные комплектные устройства релейной защиты шунтирующих реакторов 500-750 кВ		
Н.контр.	Мамонтова			Схема защиты линейного реактора 750кВ (Продолжение)	Стадия: РП	Лист: 13 / Листов:
Гл.инж.пр.	Мамонтова					
Рук.отд.	Бергер					
Ст.инж.	Евдокимова			Цепи переменного тока	Энергосетьпроект г. Москва 1988 г.	
Инженер	Мужевич					

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

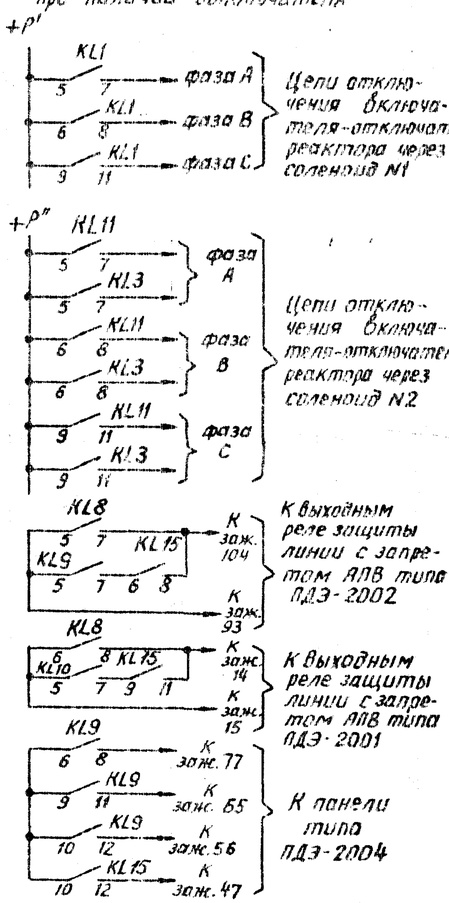
Копировал: Андреева

Формат А2

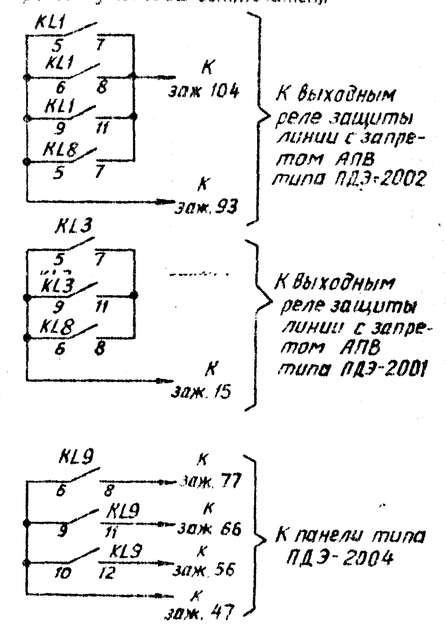
Цепи оперативного постоянного тока



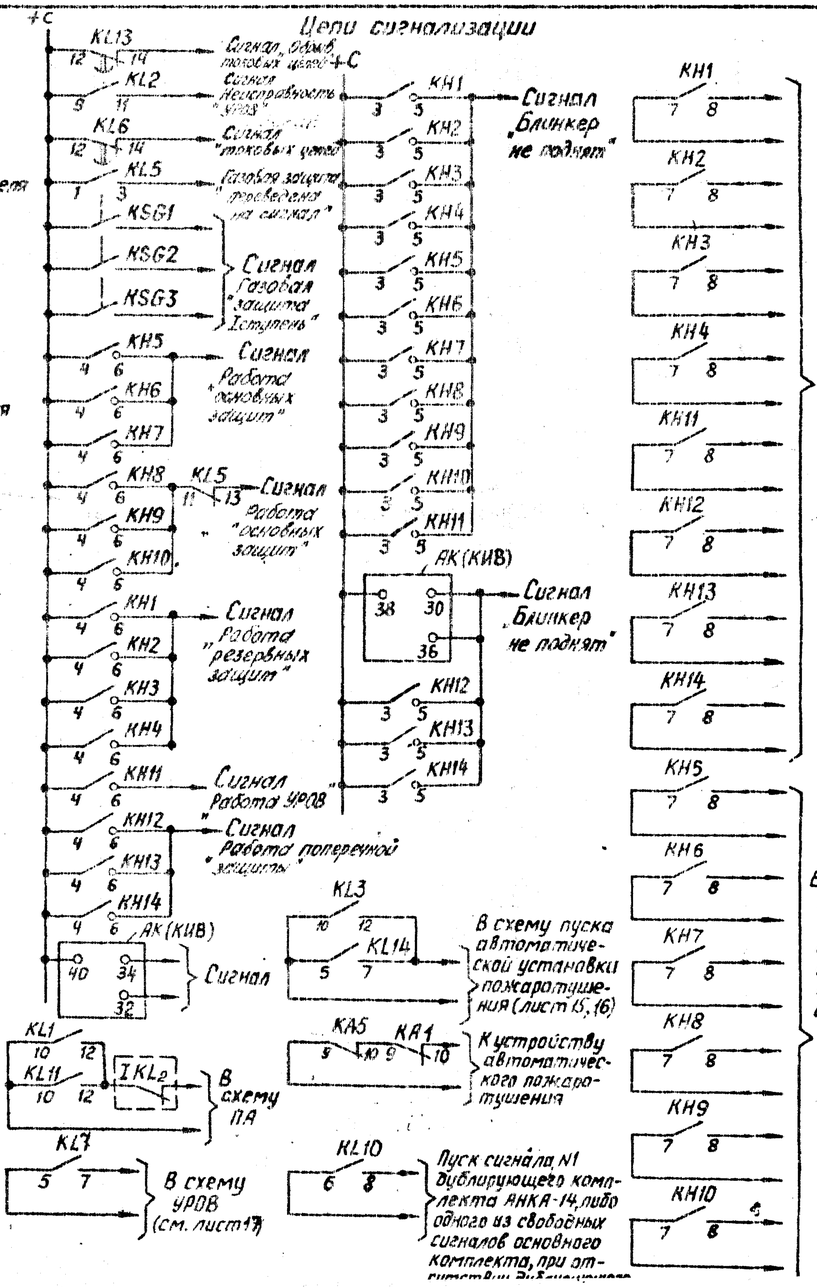
Цепи отключения реактора при наличии выключателя



Цепи отключения реактора при отсутствии выключателя



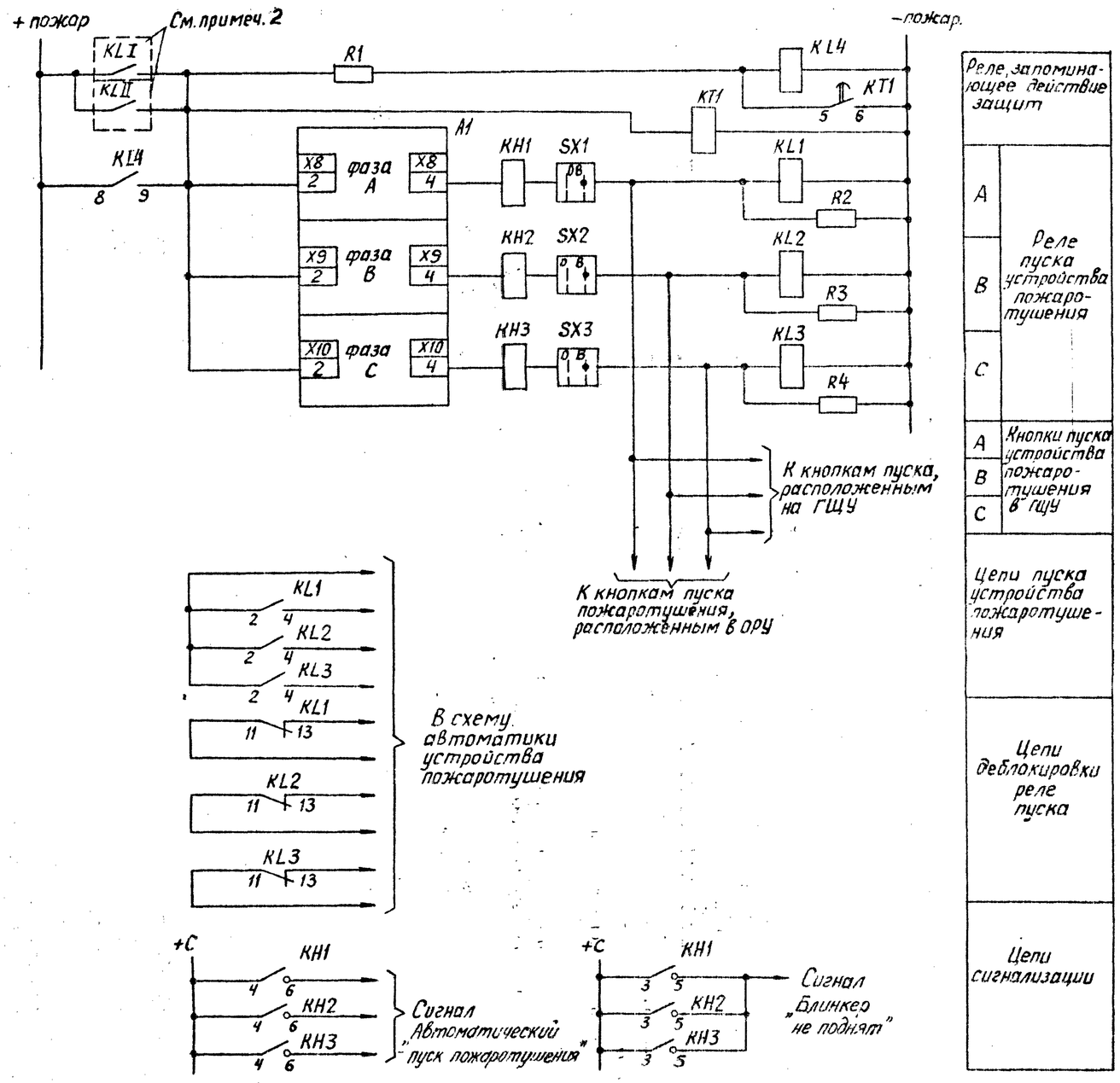
Цепи сигнализации



Инв. №				Привязан:		
				407-03-471.87		
				Схемы и низковольтные комплектные устройства релейной защиты шунтирующих реакторов 500-750 кВ		
Н.контр.	Мамонтова			Схема защиты линейного реактора 750кВ (Окончание)	Стадия: РП	Лист: 14 / Листов:
Гл.инж.пр.	Мамонтова					
Рук.гр.уп.	Бергер					
Ст.инж.	Евдокимова			Цепи оперативного постоянного тока. Цепи отключения. Цепи сигнализации	Энергосетьпроект г. Москва 1988г	
Инженер	Михневич					

Копировал: Андреева

Формат А2



Реле, запоминающее действие защит	
A, B, C	Реле пуска устройства пожаротушения
A, B, C	Кнопки пуска устройства пожаротушения в ГЩУ
Цепи пуска устройства пожаротушения	
Цепи деблокировки реле пуска	
Цепи сигнализации	

Перечень аппаратуры

Позиционное обозначение	Наименование	Тип	Техническая характерист	К-во	Примечание
A1	Станция пожарной сигнализации		220В, 50 Гц	1	Входит в устройство УСПП (ДИФ-5)
KH1, KH2, KH3	Реле указательное	РЭУ11-20	0,025 А	3	
KL1, KL2, KL3	Реле промежуточное	РП16-12	220 В	3	
KT1	Реле времени	ВЛ-66	220В, 200с	1	
R1	Резистор	ПЭВ-50	1800 Ом	1	
R2, R3, R4	Резистор	ПЭВ-10	5,1 кОм	3	
KL4	Реле промежуточное	РП17-4х	110В	1	
SX1, SX2, SX3	Переключатель пакетный	ПВ1-10	Исполн. I	3	

Примечания

1. Настоящая схема выполнена на основании протокола совместного совещания ЦДУ, „Энергосетьпроект'а" и Союзтехэнерго и рекомендуется на период накопления опыта эксплуатации устройства УСПП.
   После накопления положительного опыта эксплуатации устройств УСПП контакты выходных реле защиты (KL I, KL II) должны быть зашунтированы.

2. KL I, KL II – контакты выходных реле, срабатывающих при действии основной и газовой защит шунтирующего реактора.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	
Инв. №			
Н. контр.	Мамонтова		
Гл. инж. пр.	Мамыгова		
Рук. груп.	Бергер		
Ст. инж.	Бодокимова		
Инженер	Михневич		

Привязан:

Инв. №

407-03-471.8

Схемы и низковольтные комплектные устройства релейной защиты шунтирующих реакторов 500-750 кВ

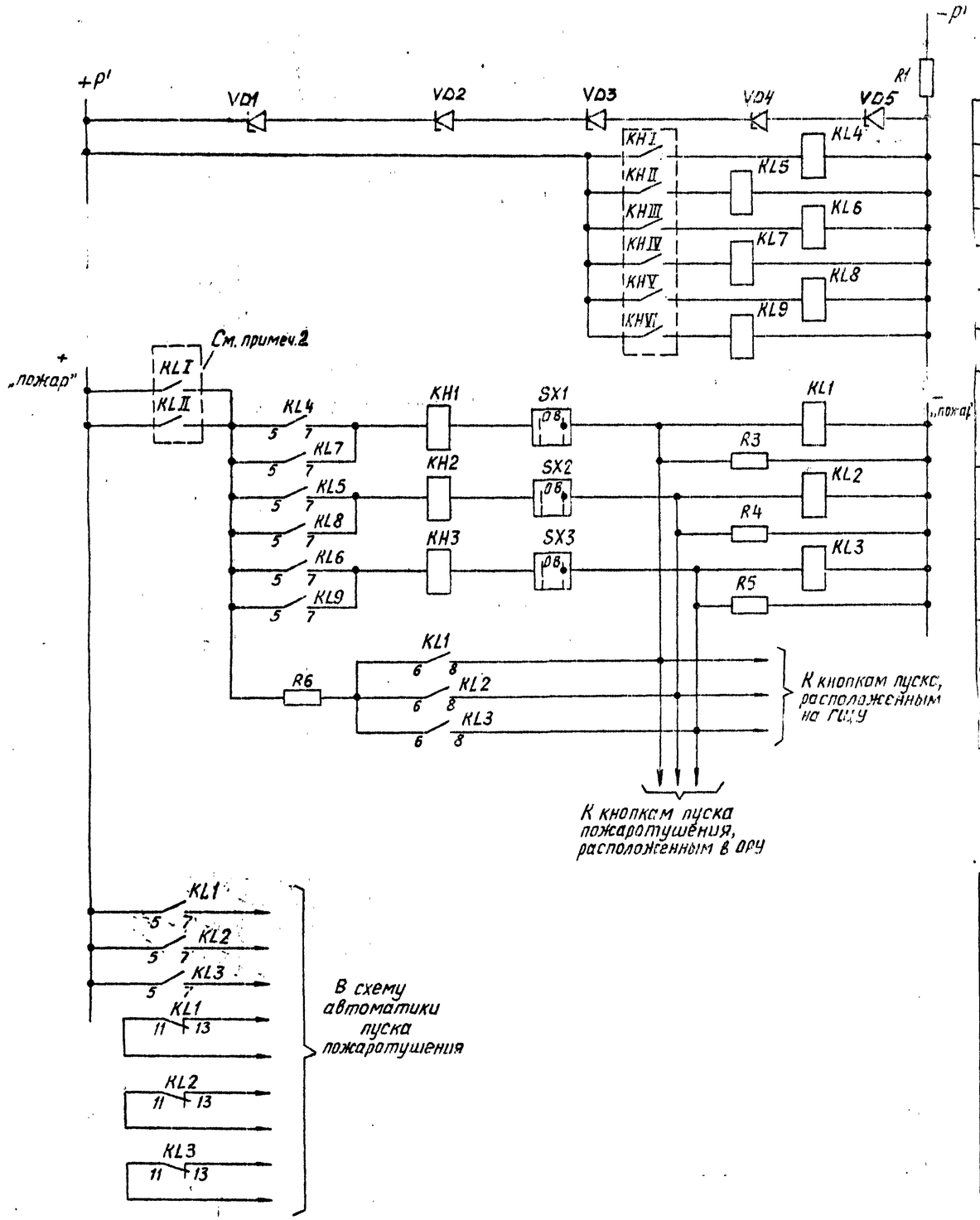
Схема пуска автоматической установки пожаротушения с использованием УСПП

Стадия	Лист	Листов
РП	15	

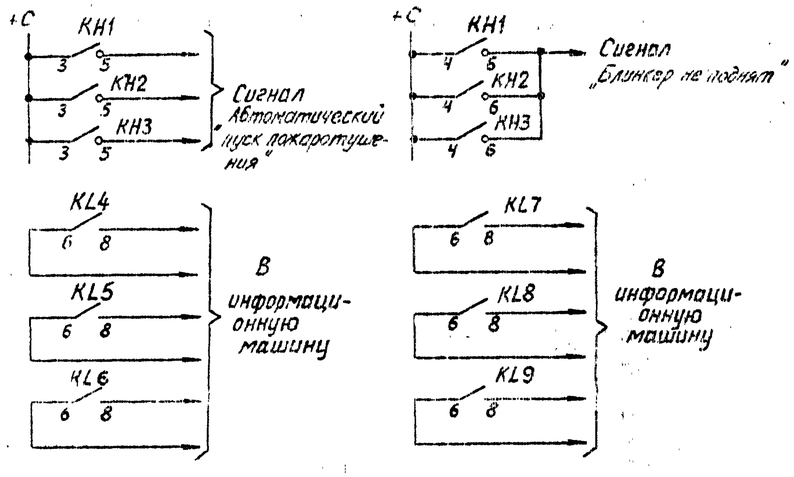
Энергосетьпроект г. Москва 1988 г.

Копировал: Андреева

Формат А2



Делитель напряжения	
A, B, C	Реле-повторители действия контактов датчиков загазованности
A, B, C	Реле-повторители действия дифференциальной защиты
A, B, C	Реле пуска устройства пожаротушения
Цепи удерживания реле пуска пожаротушения	
Пуск пожаротушения	
Цепи деблокировки реле пуска	



Перечень элементов

Позиционное обозначение	Наименование	Тип	Техническая характерист.	Кол.	Примечание
KL1-KL3	Реле промежуточное	РП17-4Х	U =220В	3	
KL4-KL9	Реле промежуточное	РП-21	U = 60В	6	
KH1-KH3	Реле указательное	РЭУ11-20	I = 0,025 А	3	
R1	Резистор	ПЭВ-50	R= 1000 Ом	1	
VD1-VD6	Стабилитрон	Д815Д	U=12В	5	С радиатором с возд. охлажд.
R3-R5	Резистор	ПЭВ-10	R=5100 Ом	3	
R6	Резистор	ПЭВ-25	R=360 Ом	1	
SX1-SX3	Переключатель	ПВ1-10	Исполнение I	3	

Примечания

1. Настоящая схема выполнена на основании протокола совместного совещания ЦДУ, „Энергосетьпроект'а" и Союзтехэнерго, рекомендуется на период отсутствия специализированных датчиков пожаротушения.
2. KL I, KL II – контакты выходных реле, срабатывающих при действии дифференциальной и газовой защит шунтирующего реактора.
3. KH I ÷ KH III – герконовые контакты указательных реле в цепи дифференциальной и газовой защит.

Привязан:

Инв. №

407-03-471.87

Схемы и низковольтные комплектные устройства релейной защиты шунтирующих реакторов 500-750 кВ

Н. контр.	Чамонтова		
Гл. инж. пр.	Чамонтова		
Рук. груп.	Белгер		
Ст. инж.	Бодокимов		
Инженер	Михневич		

Схема пуска автоматической установки пожаротушения с использованием указательных реле типа РЭУ-11-20

Стадия	Лист	Листов
РП	16	

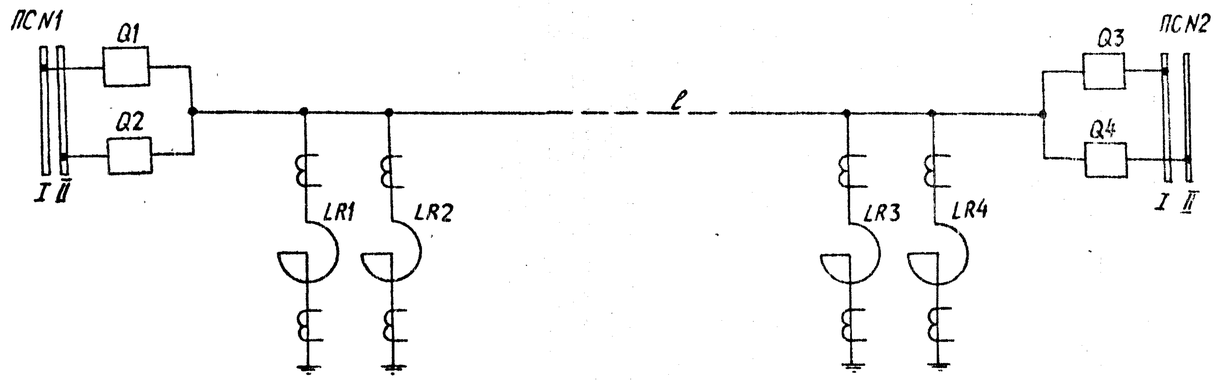
Энергосетьпроект г. Москва 1988 г.

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

Копировал: Андреева

Формат А2

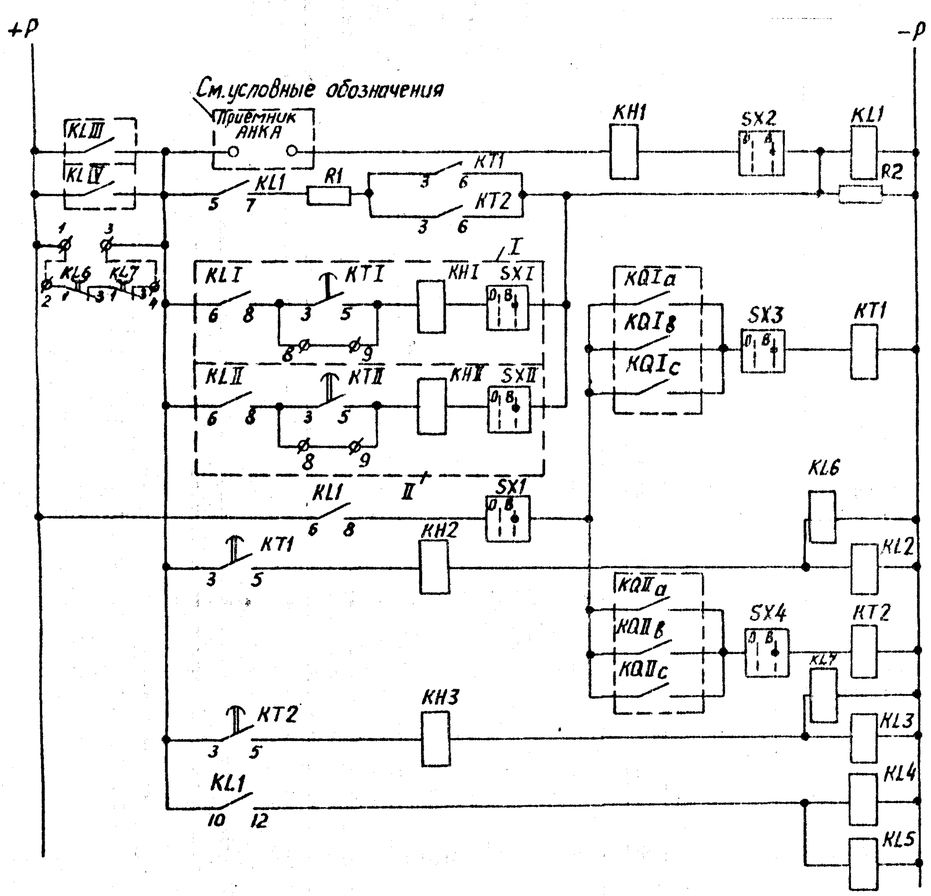
Поясняющая схема



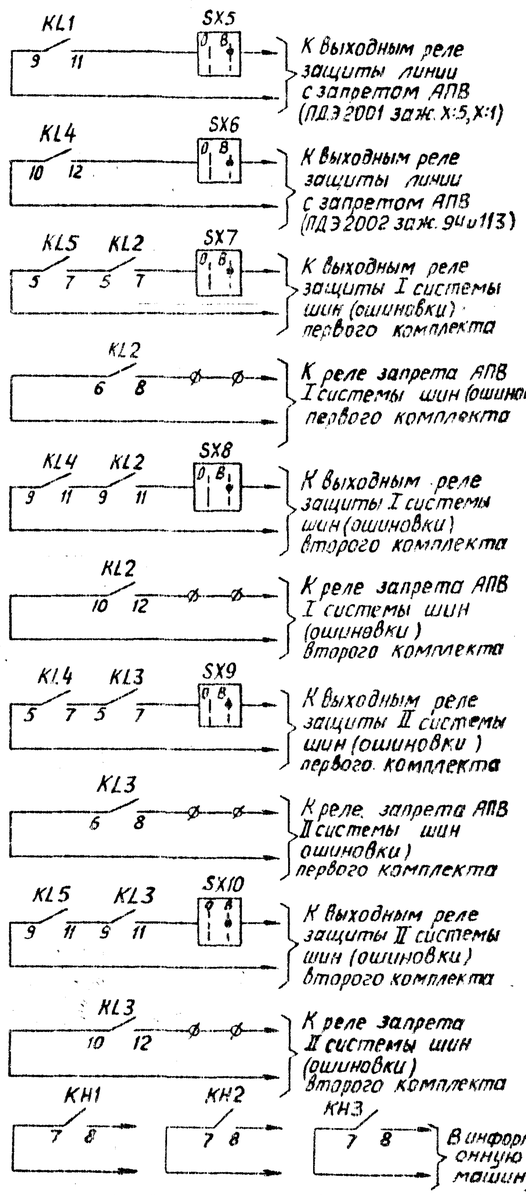
Перечень элементов

Позиционное обозначение	Наименование	Тип	Техническая характерист.	К-во	Примечание
КН1-КН3	Реле указательное	РЭУ-11-30	$I_{ср}$=0,025А	3	
KL1-KL5	Реле промежуточное	РП-17-5Х		5	
КТ1, КТ2	Реле времени	РВ-144		2	
R1	Резистор	ПЭВ-25	360 Ом	1	
KL6, KL7	Реле промежуточное	РП-18-6Х		2	
SX1-SX10	Переключатель	ПВ1-10		10	
R2	Резистор	ПЭВ-25	9100 Ом	1	

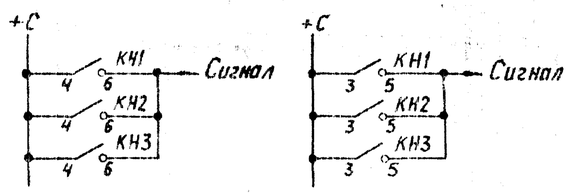
Цепи оперативного постоянного тока



Выходные цепи

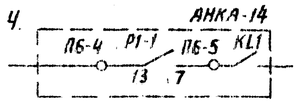


Цепи сигнализации



Примечание. 2. Схема разработана для варианта установки реакторов по обеим концам линии. При наличии одного реактора схема УРОВ предусматривается для двух концов линии, при этом со стороны линии, где отсутствует ШР контакты KLIII и KLIV шунтируются контактами KL6, KL7 (замыкаются перемычки между зажимами 1 и 2, 3 и 4).

Условные обозначения

1. KLIII, KLIV — контакты реле-повторителя реле тока УРОВ реакторов LR1, LR2, соответственно;
2. KQIa, в, c; KQIIa, в, c — реле-повторители блок-контактов выключателей Q1 и Q2, замкнутые при включенном выключателе;
3. I, II — цепи пуска УРОВ при повреждении реакторов LR1 и LR2, соответственно;
4. 

Выходные цепи сигнала N1 приемника устройства телеотключения типа АНКА-14 действующего на отключение трёх фаз линии с запретом АПВ дублирующего комплекта (см. прим. 1)

ϕ — зажим панели

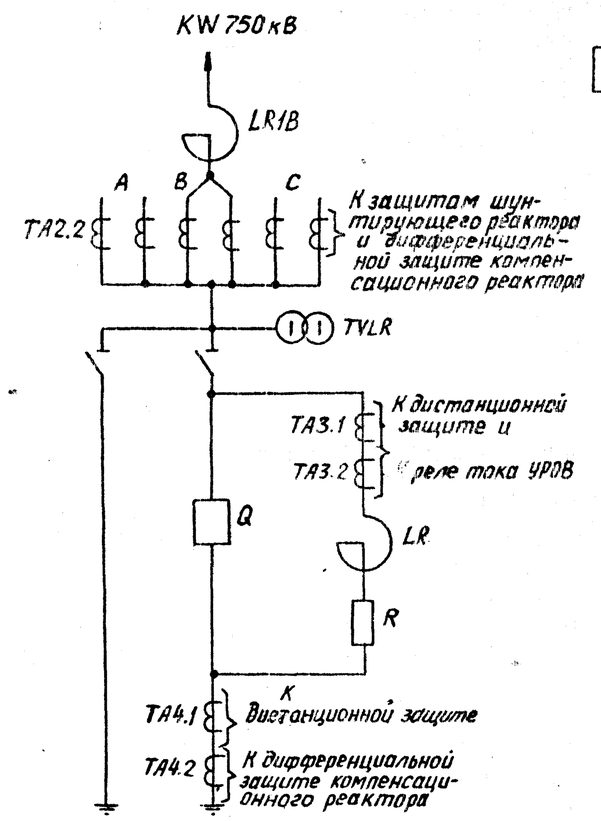
Примечание. 1. При отсутствии дублирующего устройства АНКА-14 используется один из свободных сигналов основного комплекта.

Инв. №				Привязан			
				407-03-471.			
				Схемы и НКУ релейной защиты шунтирующих реакторов 500-750 кВ			
Н. контр.	Мамонтова			Схема устройства резервирования отказа выключателей ВЛ при повреждении реактора (при отсутствии выключателя реактора)	Стадия	Лист	Листов
Гл. инж.	Мамонтова				РП	17	
Рук. груп.	Берлер						
Ст. инж.	Евдокимова				Энергосетьпроект г. Москва 1988 г.		
Инженер	Михневич						

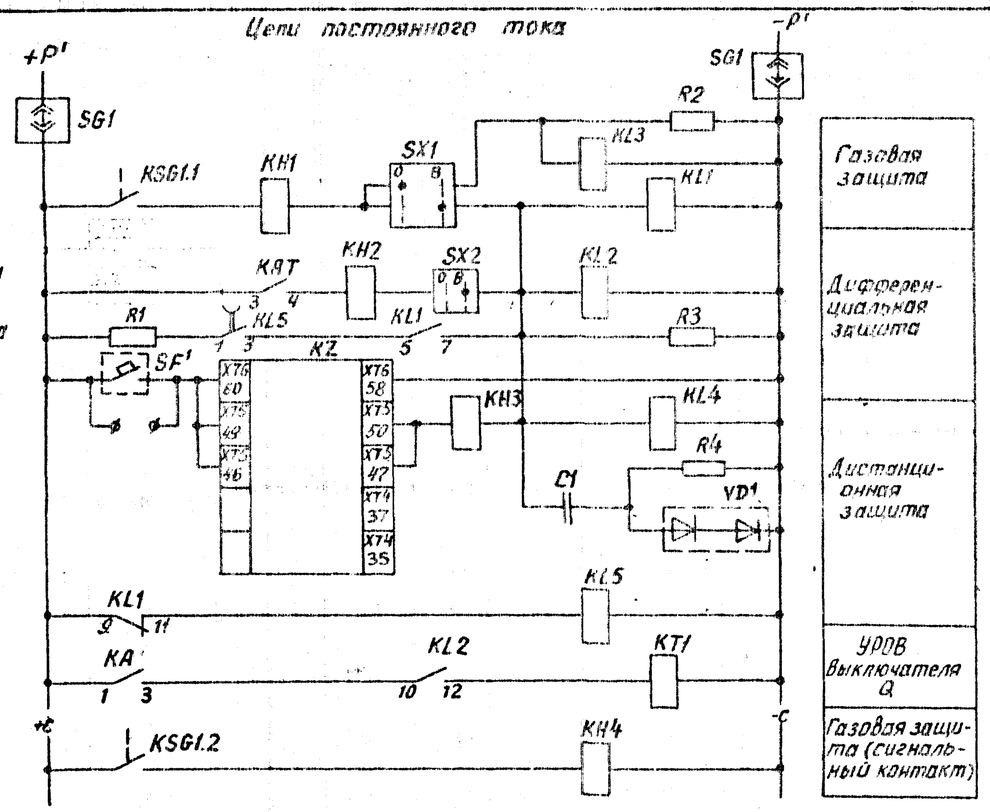
Копировал: Андреева

Формат А2

Поясняющая схема



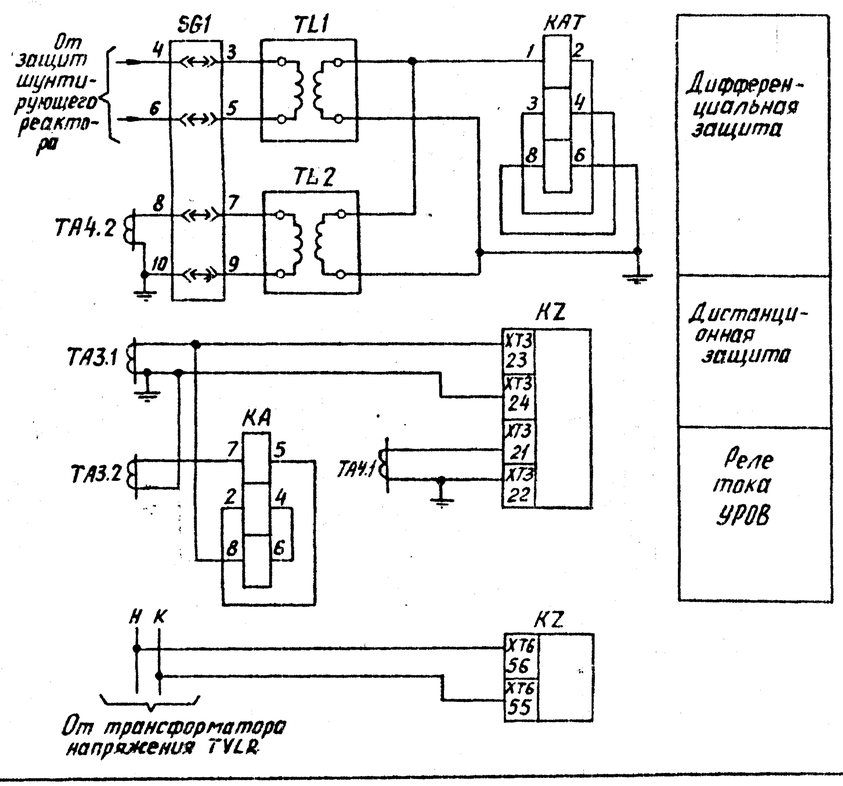
Цепи постоянного тока



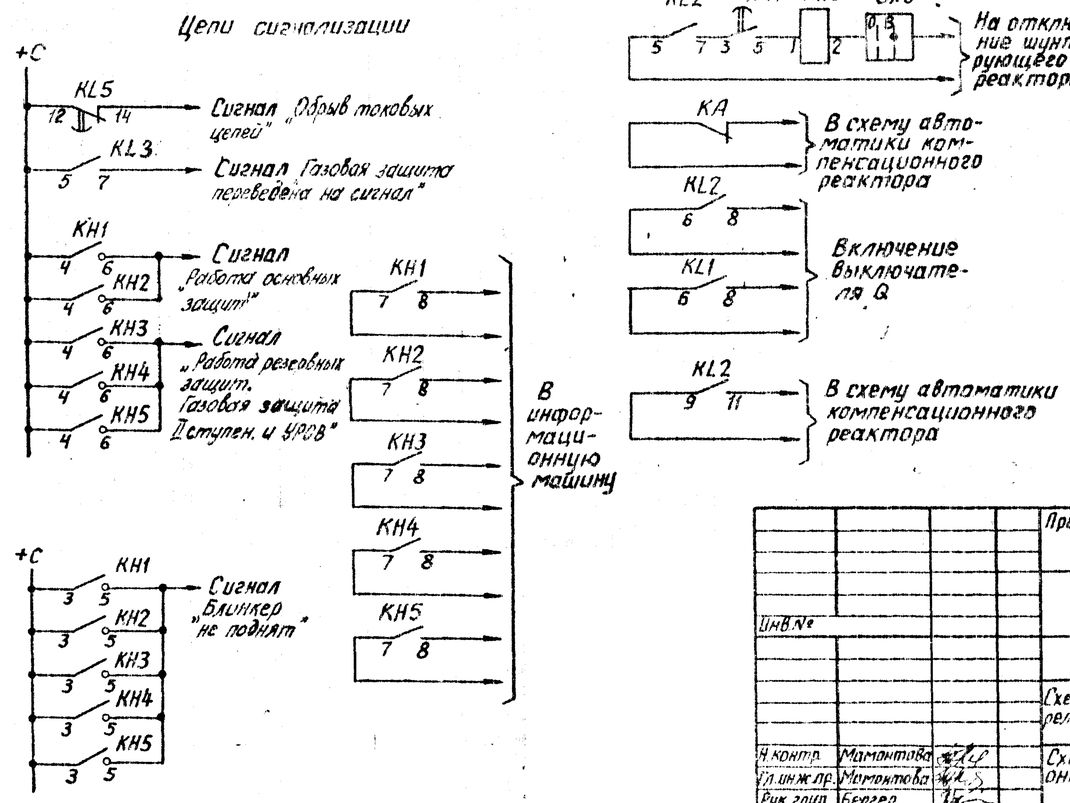
Перечень элементов

Позицион. обознач.	Наименование	Тип	Техническая характерист.	К-во	Примечание
KAT	Реле тока с насыщающимся трансформатором	РНТ-565		1	
KA	Реле тока	РТ-40/Р-5		1	
KZ	Реле сопротивления	БРЗ-2801		1	
KL1,KL3	Реле промежуточное	РП17-4Х		2	
KL2,KL4	Реле промежуточное	РП17-5Х		2	
KL5	Реле промежуточное	РП18-6Х		1	
KT1	Реле времени	РВ-112		1	
KAT-KH3, KH5	Реле указательное	РЭУ 11-30	Iном=0,05А	4	
KH4	Реле указательное	РЭУ-11-30	Uном=220В	1	
KSG	Реле газовое			1	
R1	Резистор	ПЭВ-25	10 Ом	1	
R2,R3	Резистор	ПЭВ-25	220 Ом	2	
R4	Резистор	ПЭВ-50	750 Ом	1	
SX1	Переключатель	ПП1-10/4С		1	
SX2,SX3	Переключатель	ПВ1-10		2	
SG1	Блок испытательный	БИ-6		1	
TL1,TL2	Промежуточный трансформатор			2	см. примечание 2 на листе 5
C1	Конденсатор	МБГП2	3,9мкФ;500В	1	
VD1	Комплект диодов	КД-205А		1	

Цепи переменного тока и напряжения



Цепи сигнализации



Инв.№подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№	Привязан:		
			Инв.№		
			407-03-471.8		
			Схемы и низковольтные комплектные устройства релейной защиты шунтирующих реакторов 500-750кВ		
Н.контр.	Мамонтова		Схема защиты компенсационного реактора	Стадия: РП	Лист: 18 / Листов:
Гл.инж.пр.	Мамонтова				
Рук.груп.	Бергер				
Ст.инж.	Евдокимова		Поясняющая схема. Цепи переменного тока и напряжения. Цепи постоянного тока. Перечень элементов. Примечания. Цепи сигнализации.	Энергосетьпроект г. Москва 1988 г.	
Инженер	Михневич				

Копировал: Андреева

Формат А2