



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт Электроэнергетики и электроники

Кафедра Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

Презентация к отчету по производственной практике
на тему: «Проектирование защиты шин подстанций 110/10 кВ»

ВЫПОЛНИЛ: СТУДЕНТ ГРУППЫ ЗАУСТ-1-17

ШЕЛКОВ В.А.

ПРОВЕРИЛ: ПРЕПОДАВАТЕЛЬ, ДОЦЕНТ КАФЕДРЫ РЗА

ГАВРИЛЕНКО А.Н.

2020 Г.

Введение

Учебная практика для бакалавра является важным этапом основной программы обучения. Целью производственной практики является закрепление и углубление знаний, полученных студентами в процессе теоретического обучения, получения развития профессиональных навыков непосредственно на рабочем месте.

Индивидуальное задание на практику.

Тема: проектирование защиты шин подстанций 110/10 кВ.

Задание: изучить релейную защиту, а также момент проектирования шин подстанций 110/10 кВ.

В рамках прохождения учебной практики рассматриваются вопросы как общего, так и специального характера, что позволяет сформировать базу для написания работ по дисциплинам бакалаврской программы и подготовки материалов для выполнения выпускной квалификационной работы.

В данном отчете о проектировании защиты шин подстанций 110/10 кВ рассмотрены защиты и основные методики расчёта уставок.

Краткая характеристика профильной организации

На учебном полигоне КГЭУ "Подстанция 110/10 кВ" представлено оборудование ЗАО "ЗЭТО" - КМ ОРУ.

Центр создан Постановлением КМ РТ от 29 июля 2013г. N 529 в рамках

долгосрочной целевой программы «Энергосбережение энергетической эффективности в Республике Татарстан на 2010 - 2020 годы.

Компания Schneider Electric и Казанский государственный энергетический университет подписали соглашение о сотрудничестве. Один из пунктов сотрудничества — участие компании в создании на базе вуза учебного Центра прикладных квалификаций Electro Skills, специализирующегося в области электротехнических и электромонтажных работ с применением стандартов World Skills International.

В Центре Electro Skills осуществляется профессиональная подготовка и обучение студентов вуза навыкам электромонтажных работ, особенностям проектирования, монтажа, ремонта и техобслуживания электротехнического оборудования, а также переподготовка и повышение квалификации специалистов рабочих специальностей.

Учебные зоны центра оснащены инновационным электротехническим оборудованием:

- Микропроцессорные устройства релейной защиты;
- Оборудования среднего и низкого класса напряжения;
- Частотно-регулируемые электроприводы;
- учебно-демонстрационный класс оборудования среднего и низкого класса напряжения;
- учебный класс по ремонту оборудования

Что позволит готовить специалистов, которые владеют не только фундаментальными знаниями, но и прикладными навыками, необходимыми для работы на высокотехнологичных предприятиях.

Основные цели центра:

- эффективное использование научного потенциала КГЭУ для разработки и реализации проектов по энергосбережению;
- продвижение энерго и ресурсосберегающих технологий.

На «домашней», университетской подстанции всю технику можно не только изучать - на ней можно работать, то есть проводить лабораторные занятия, устранять штатные поломки и учебные аварии.

Напряжение на подстанции учебное - 230 вольт, а не 110 тысяч вольт, как на действующих подстанциях. Полигон оснащен новым, современным оборудованием. Но представлена и старая техника - для того, чтобы будущие энергетики знали, как развивалась энергетическая отрасль страны.

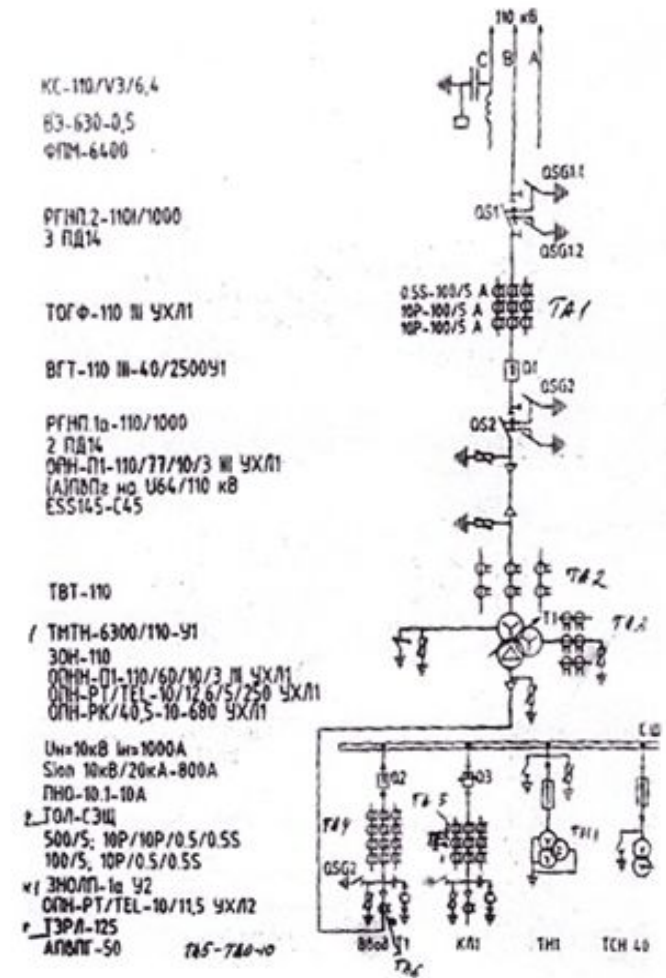


Рисунок 1 – Однолинейная электрическая схема учебного полигона «Подстанция 110/10 кВ».

2. Наиболее используемые схемы электрических соединений подстанций

Наиболее используемыми схемами электрических соединений ПС считаются:

1. Схема 110–4Н. Два блока линия-трансформатор – данная схема рассмотрена на примере подстанции 110/35/6 Погружная (рис.1),
2. Схема 110–5Н. Мостик с выключателем в цепях линии и ремонтной перемычкой со стороны линии - данная схема рассмотрена на примере подстанции ПС 110/10 Маяк (рис.2)
3. Схема 13Н. Две рабочие и обходная системы шин - данная схема рассмотрена на примере подстанции 110/35/6 Новогодняя (рис.3);
4. Две рабочие и обходная секция шин - данная схема рассмотрена на примере подстанции 110/6 Губкинская (рис.4).

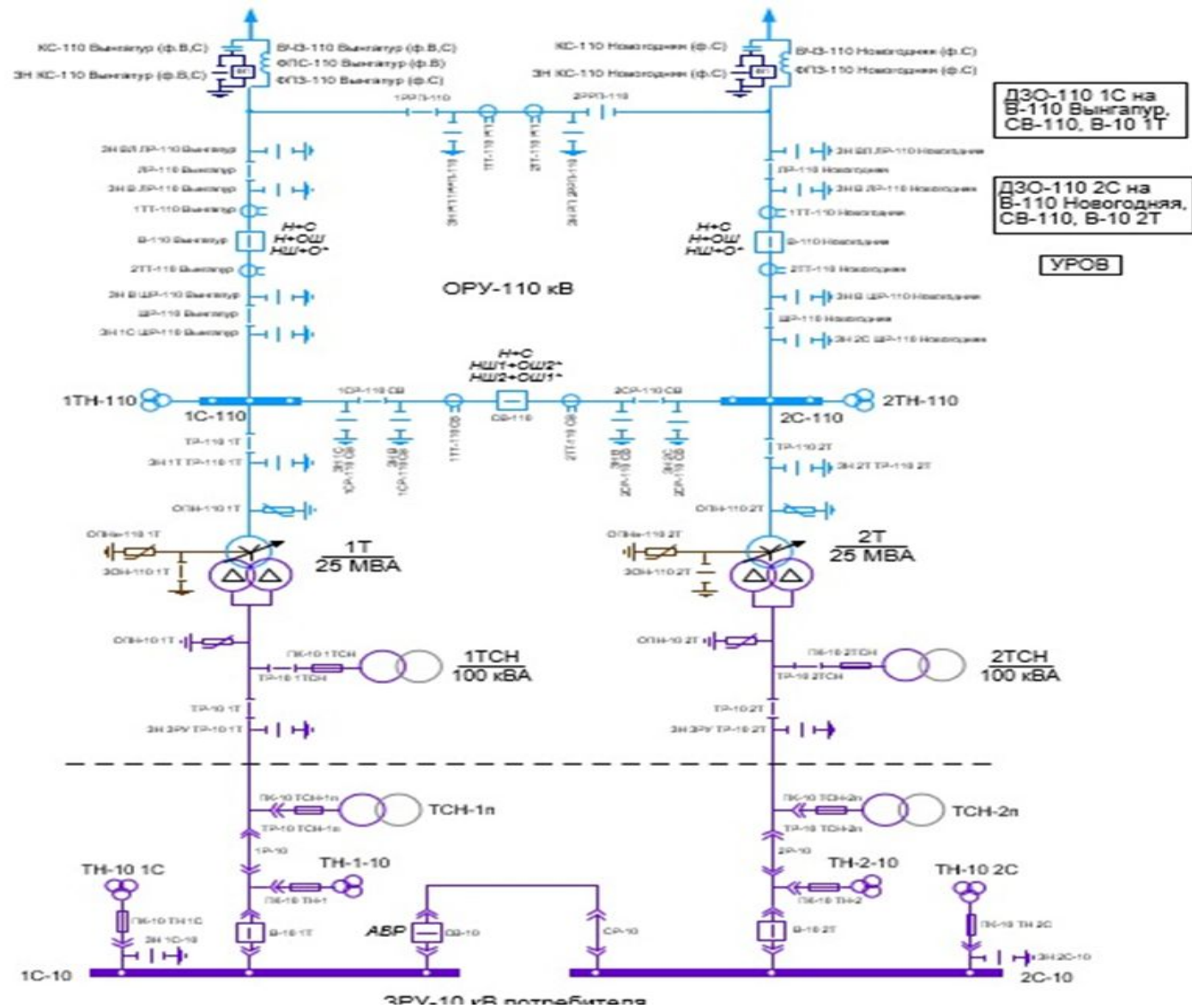


Рис.2 ПС 110/10 Маяк

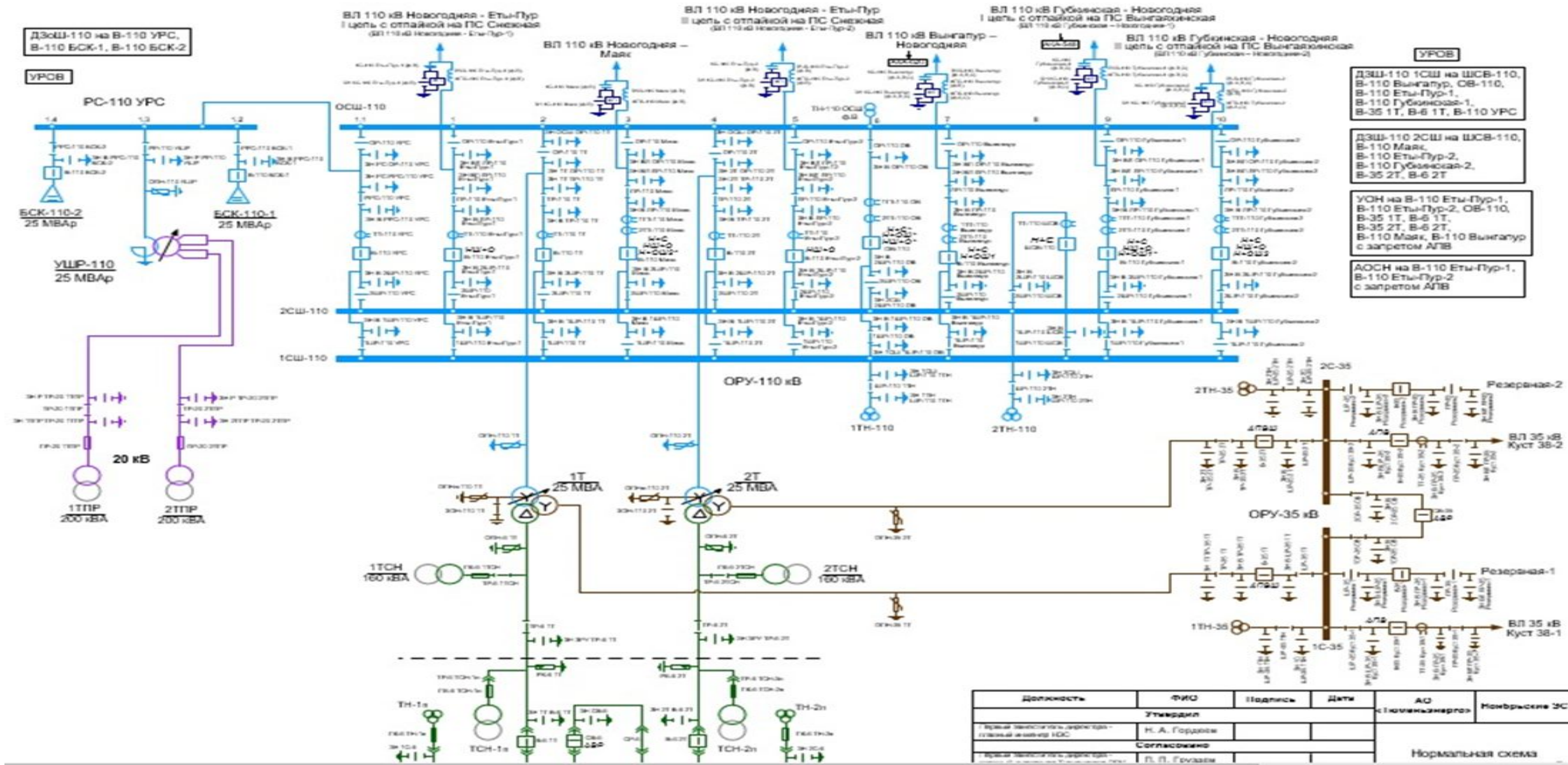


Рис.3 ПС 110/35/6 Новогодняя

3. Технические характеристики оборудования шин подстанций

110/10 кВ

Оборудования шин подстанций 110/10 кВ используется следующее:

Выключатели 110 кВ типа ЛТВ-145D1/В, разъединитель 110 кВ типа РГП–110/1000УХЛ1

ЛТВ-145D1/В	РГП– 110/1000УХЛ1
$U_{ном} = 110 \text{ кВ}$	$U_{ном} = 220 \text{ кВ}$
$I_{ном} = 3150 \text{ А}$	$I_{ном} = 1000 \text{ А}$
$I_{отк} = 40 \text{ кА}$	-
$I_{дин} = 102 \text{ кА}$	$I_{пр.с} = 80 \text{ кА}$
$I_{тер}^2 \cdot t_{отк} = 64 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	$I_{тер}^2 \cdot t_{тер} = 31.5^2 \cdot 3$ $= 2976.75 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$

РГП - В.Х1Х2 - 35.ІІ/Х3 УХЛХ4

Р - разъединитель;

Г - горизонтально - поворотный тип;

П - с полимерной изоляцией (в исполнении с фарфоровой изоляцией индекс отсутствует);

В - вертикальная установка;

Х1 - количество заземлителей (1 или 2);

Х2 - расположение заземлителей: а - со стороны неподвижной колонки, б - со стороны подвижной колонки;

35 - номинальное напряжение, кВ;

ІІ - степень загрязнения изоляции по ГОСТ 9920 - 89 (в исполнении І индекс отсутствует);

Х3 - номинальный ток (1000, 2000 или 3150), А;

УХЛ - климатическое исполнение по ГОСТ 15150 - 69;

Х4 - категория размещения по ГОСТ 15150 - 69 (2 - для разъединителей РГ-В-35 вертикальной установки; 1 - для всех остальных разъединителей)

Выключатели 10 кВ типа ВВУ/СЭЩ 10-Э-10-31.5/ 3150 2У, разъединитель 10 кВ типа РЛНДС–I–10.IV/400 УХЛ1

ВВУ/СЭЩ 10-Э-10-31.5/ 3150 2У	РЛНДС–I– 10.IV/400 УХЛ1
$U_{\text{НОМ}} = 10 \text{ кВ}$	$U_{\text{НОМ}} = 10 \text{ кВ}$
$I_{\text{НОМ}} = 3150 \text{ А}$	$I_{\text{НОМ}} = 400 \text{ А}$
$I_{\text{ОТК}} = 40 \text{ кА}$	-
$I_{\text{дин}} = 128 \text{ кА}$	$I_{\text{пр.с}} = 10 \text{ кА}$
$I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{отк}} = 80 \text{ кА}^2 \text{ с}$	$I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}} = 10^2 \cdot 3$ $= 300 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$



Расшифровка условного обозначения разъединителя:

Р – разъединитель;

Л – линейный;

Н - наружной установки;

Д – двухколонковый;

1 - количество заземлителей

10 – номинальное напряжение, 10кВ;

II – степень загрязнения изоляции (усиленного исполнения);

400– номинальный ток, А;

УХЛ – климатическое исполнение;

1 – категория размещения (наружной установки).

4. Перечень защит и автоматики необходимых для защиты шин подстанций 110/10 кВ в соответствии ПУЭ

3.2.119. Для сборных шин 110 кВ и выше электростанций и подстанций отдельные устройства релейной защиты должны быть предусмотрены:

- 1) для двух систем шин (двойная система шин, полуторная схема и др.) и одиночной секционированной системы шин;
- 2) для одиночной не секционированной системы шин, если отключение повреждений на шинах действием защит присоединенных элементов недопустимо по условиям, которые аналогичны приведенным в 3.2.108, или если на линиях, питающих рассматриваемые шины, имеются ответвления.

3.2.121. В качестве защиты сборных шин электростанций и подстанций 35 кВ и выше следует предусматривать, как правило, дифференциальную токовую защиту без выдержки времени, охватывающую все элементы, которые присоединены к системе или секции шин. Защита должна осуществляться с применением специальных реле тока, отстроенных от переходных и установившихся токов небаланса (например, реле, включенных через насыщающиеся трансформаторы тока, реле с торможением).

3.2.122. Для двойной системы шин электростанций и подстанций 35 кВ и выше с одним выключателем на присоединенный элемент

дифференциальная защита должна быть предусмотрена в исполнении для фиксированного распределения элементов. В защите шин 110 кВ и выше следует предусматривать возможность изменения фиксации при переводе присоединения с одной системы шин на другую на рядах зажимов.

3.2.123. Дифференциальная защита, указанная в 3.2.121 и 3.2.122, должна быть выполнена с устройством контроля исправности вторичных цепей задействованных трансформаторов тока, действующим с выдержкой времени на вывод защиты из работы и на сигнал.

3.2.126. Специальные устройства релейной защиты для одиночной секционированной и двойной систем шин 6–10 кВ понижающих подстанций, как правило, не следует предусматривать, а ликвидация КЗ на шинах должна осуществляться действием защит трансформаторов от внешних КЗ и защит, установленных на секционном или шиносоединительном выключателе. В целях повышения чувствительности и ускорения действия защиты шин мощных подстанций допускается применять защиту, включенную на сумму токов питающих элементов. При наличии реакторов на линиях, отходящих от шин подстанций, допускается защиту шин выполнять по аналогии с защитой шин электростанций.

3.2.127. При наличии трансформаторов тока, встроенных в выключатели, для дифференциальной защиты шин и для защит присоединений, отходящих от этих шин, должны быть использованы трансформаторы тока, размещенные с разных сторон выключателя, чтобы повреждения в выключателе входили в зоны действия этих защит. Если выключатели не имеют встроенных трансформаторов тока, то в целях экономии следует предусматривать выносные трансформаторы тока только с одной стороны выключателя и устанавливать их по возможности так, чтобы выключатели входили в зону действия дифференциальной защиты шин. При этом в защите двойной системы шин с фиксированным распределением элементов должно быть предусмотрено использование двух сердечников трансформаторов тока в цепи шиносоединительного выключателя. При применении отдельных дистанционных защит в качестве защиты шин трансформаторы тока этих защит в цепи секционного выключателя должны быть установлены между секцией шин и реактором.

3.2.128. Защиту шин следует выполнять так, чтобы при опробовании поврежденной системы или секции шин обеспечивалось селективное отключение системы (секции) без выдержки времени.

3.2.129. На обходном выключателе 110 кВ и выше при наличии шиносоединительного (секционного) выключателя должны быть предусмотрены защиты (используемые при проверке и ремонте защиты, выключателя и трансформатора тока любого из элементов, присоединенных к шинам):

трехступенчатая дистанционная защита и токовая отсечка от многофазных КЗ;

четырёхступенчатая токовая направленная защита нулевой последовательности от замыкания на землю. При этом на шиносоединительном (секционном) выключателе должны быть предусмотрены защиты (используемые для разделения систем

или секций шин при отсутствии УРОВ или выведении его или защиты шин из действия, а также для повышения эффективности дальнего резервирования);

двухступенчатая токовая защита от многофазных КЗ;

трехступенчатая токовая защита нулевой последовательности от замыканий на землю.

Допускается установка более сложных защит на шиносоединительном (секционном) выключателе, если это требуется для повышения эффективности дальнего резервирования.

На шиносоединительном (секционном) выключателе 110 кВ и выше, предназначенном и для выполнения функции обходного выключателя, должны быть предусмотрены те же защиты, что на обходном и шиносоединительном (секционном) выключателях при их отдельном исполнении.

Рекомендуется предусматривать перевод основных быстродействующих защит линий 110 кВ и выше на обходной выключатель. На шиносоединительном (секционном) выключателе 3–35 кВ должна быть предусмотрена двухступенчатая токовая защита от многофазных КЗ.

А теперь рассмотрим защиты и автоматику, относящиеся к пунктам ПУЭ приведённым выше:

- 1) **Дифференциальная защита шин (ДЗШ)**- является быстродействующей защитой с абсолютной селективностью, которая охватывает все элементы РУ, присоединенные к секции шин, и действует без замедления при всех видах коротких замыканий (КЗ) на отключение выключателей этих элементов с пуском их УРОВ и запретом их АПВ при неуспешном АПВ шин.
- 2) **Дифференциальная защита ошиновки (ДЗО)** является защитой с абсолютной селективностью и предназначена для отключения всех видов замыканий внутри защищаемой зоны.
- 3) **Максимальная токовая защита (МТЗ)**- вид релейной защиты, действие которой связано с увеличением силы тока в защищаемой цепи при возникновении короткого замыкания на участке данной цепи.
- 4) **Токковая защита нулевой последовательности (ТЗНП)** – вид релейной защиты, действие которой связано с появлением токов нулевой последовательности, в сети в глухо-заземлённой нейтралью либо с эффективно-заземлённой, при однофазном КЗ на землю.
- 5) **Дистанционная защита (ДЗ)** - вид релейной защиты, действие которой связано с понижением сопротивления защищаемого участка сети, ниже заданных значений.
- 6) **Автоматическое повторное включение (АПВ)** – вид автоматики, который имеет эффективность при самоустраняющемся КЗ (молния, ложные и неселективные действия РЗ)
- 7) **Устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ)**- разновидность автоматики электрических сетей напряжением выше 1 кВ, предназначенная для отключения выключателя последующего участка при отказе выключателя предыдущего участка в аварийных ситуациях.
- 8) **Логическая защита шин (ЛЗШ)** - вид релейной защиты, действие которой связано с увеличением силы тока в защищаемой цепи и формированием логической цепочки от МТЗ ввода и МТЗ отходящих фидеров.

5. Устройство и принцип действия защит и автоматики применяемых для защиты шин подстанций 110/10 кВ.

Дифференциальная токовая защита сборных шин. ДЗШ распределительных устройств 35 кВ и выше электростанций и подстанций предназначена для отключения КЗ на шинах без выдержки времени. Дифференциальная защита шин основана на принципе сравнения величины и фазы токов, протекающих к защищаемому элементу и утекающих от него.



Как мы видим из рис.1 при внешних К.З. , сумма вторичных токов в диф.токовом реле равна нулю, защита не срабатывает.

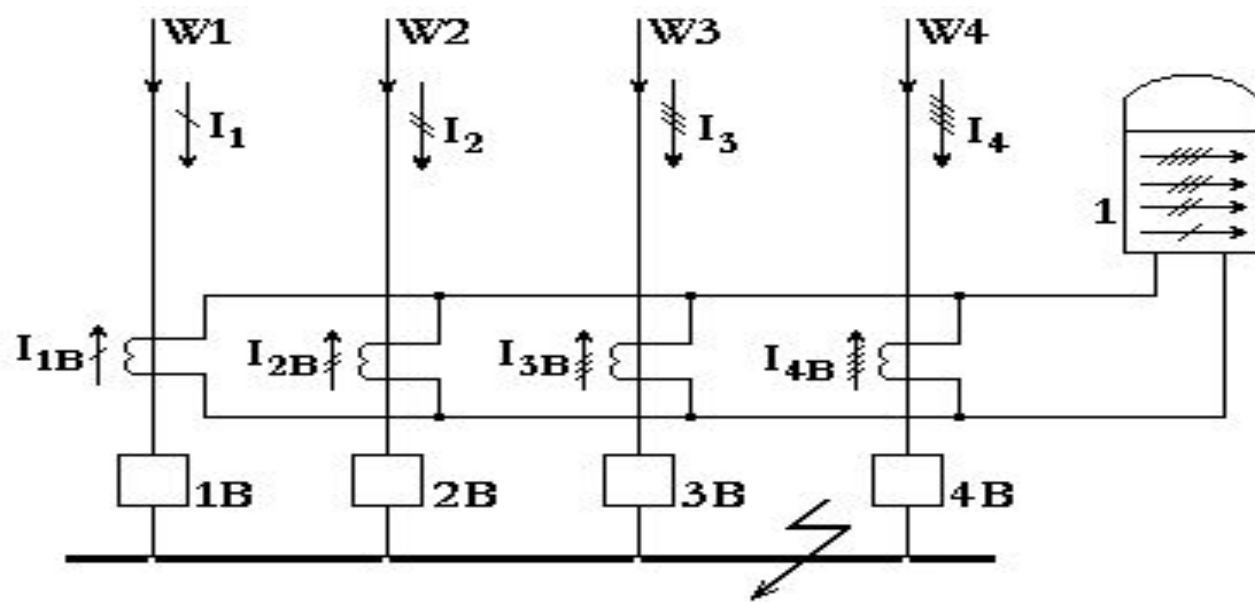


Рис.1. Токораспределение во вторичных цепях диф. защиты шин при К.З. на шинах.

На данном рисунке К.З. у нас на шинах, сумма вторичных токов в диф.токовом реле не равна нулю, защита срабатывает на отключение всех присоединений системы шин, зачастую с однократным АПВ СШ.

Максимальная токовая защита (МТЗ)

1. Принцип действия.

Одним из наиболее характерных признаков возникновения к.з, а также других нарушений нормального режима работы электроустановок является резкое увеличение тока, который становится значительно больше тока нагрузки (рис. 1).

К реле максимальной токовой защиты МТЗ через трансформатор тока ТА подводится ток, проходящий по защищаемому элементу (линии W). При нормальных значениях тока нагрузки защита не действует, но когда ток увеличится и достигнет заранее установленного значения, защита придет в действие (сработает) и отключит выключатель Q. Значение тока, при котором происходит срабатывание защиты, называется током срабатывания защиты. Таким образом, первым требованием, которому должна удовлетворять МТЗ, является правильное выявление момента возникновения повреждения в защищаемой цепи. что достигается установкой определенного значения тока срабатывания. Для выявления момента возникновения аварии и обеспечения действия МТЗ состоит из двух органов: пускового органа, который выявляет момент возникновения к.з или другого нарушения нормального режима работы и производит пуск защиты, и замедляющего органа (органа выдержки времени), который замедляет действие защиты для обеспечения селективности. В качестве пусковых органов МТЗ используется реле увеличения тока (максимальные токовые реле), а в качестве замедляющего органа - реле времени.

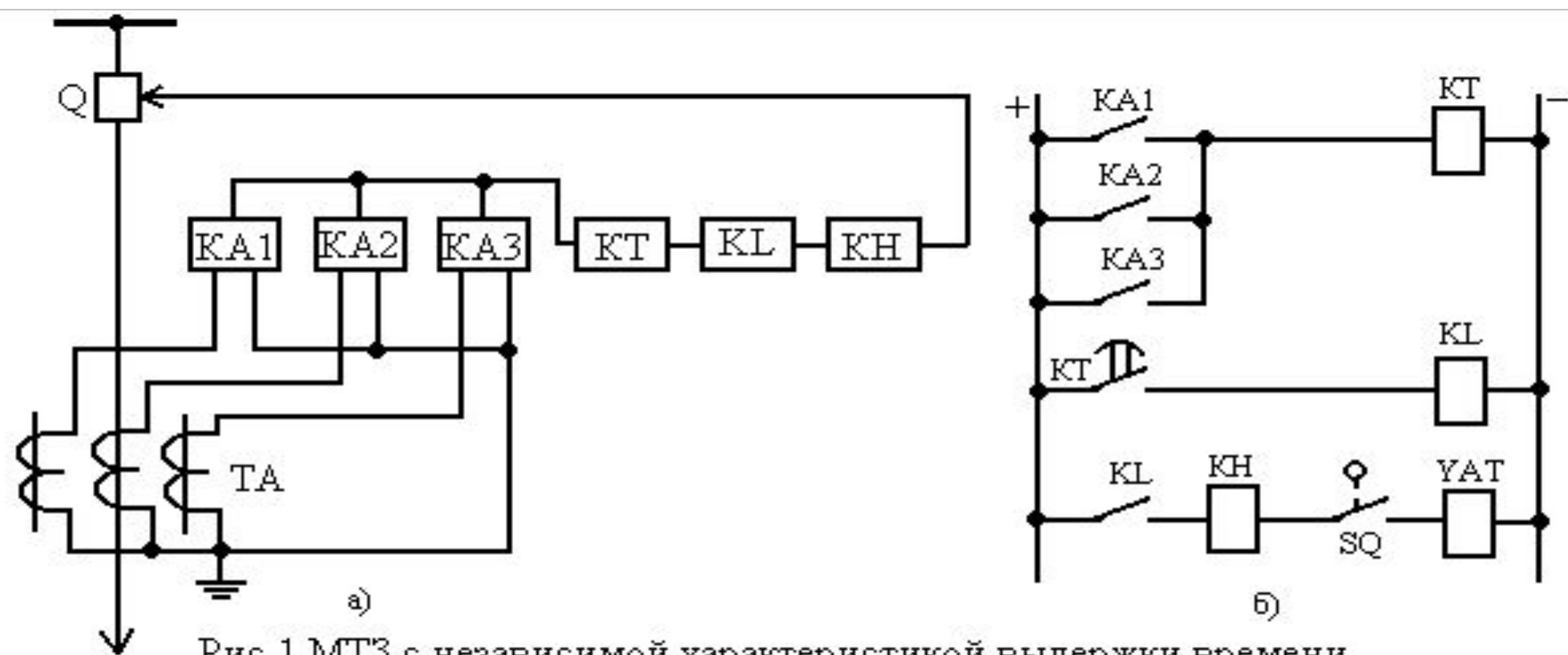


Рис.1 МТЗ с независимой характеристикой выдержки времени
а) принципиальная б) развернутая

Токовая защита нулевой последовательности (ТЗНП)

Принцип работы ТЗНП заключается в отключении коммутационной аппаратуры в случае однофазных замыканий с определенной выдержкой времени. Задержка времени нужна для организации селективности защит на разных трансформаторных подстанциях.

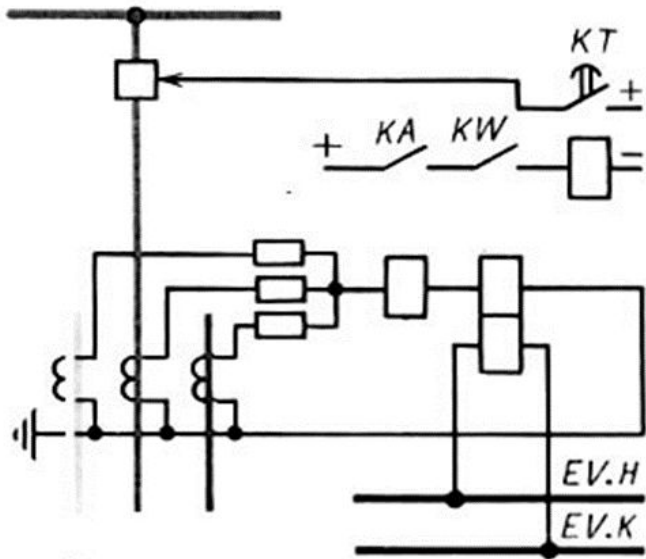


Схема токовой защиты нулевой последовательности

В ней используется токовое реле КА и реле мощности KW. Для контроля тока по фазам в ТЗНП используются трансформаторы тока (ТТ). Это специальные измерительные трансформаторы надеваются на шину или провод. На его обмотках наводится ЭДС пропорциональное току, протекающему через жилу или шину.

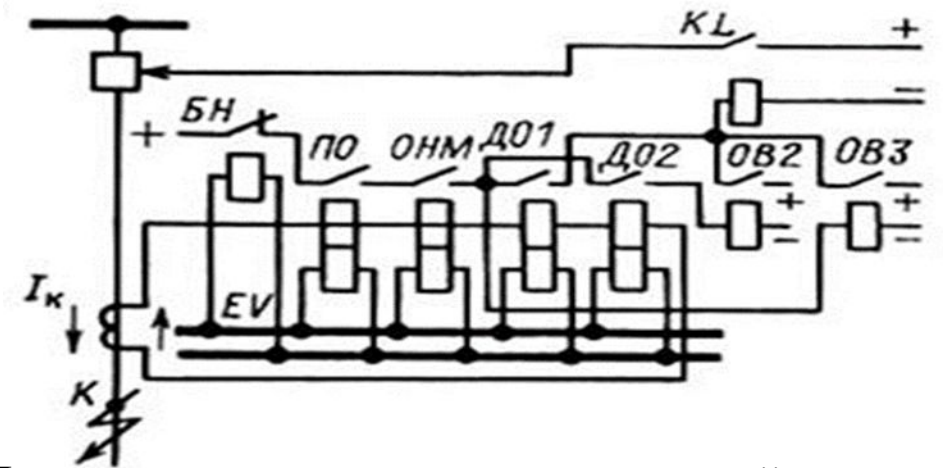
В нормальном состоянии электросети токи нулевой последовательности равны нулю, соответственно Iвыходные фильтра ТЗНП тоже равны нулю. В аварийном режиме, при КЗ, выходной ток отличен от нуля. Остальные части ТЗНП настраиваются таким образом, чтобы исключить ложные срабатывания под определенный ток КЗ.

Дистанционная защита (ДЗ)

Дистанционной защитой определяется сопротивление (или расстояние - дистанция) до места КЗ, и в зависимости от этого защита срабатывает с меньшей или большей выдержкой времени. Следует уточнить, что современные дистанционные защиты, обладающие ступенчатыми характеристиками времени, не измеряют каждый раз при КЗ значение указанного выше сопротивления на зажимах измерительного органа и не устанавливают в зависимости от этого большую или меньшую выдержку времени, а всего лишь контролируют зону, в которой произошло повреждение. Время срабатывания защиты при КЗ в любой точке рассматриваемой зоны остается неизменным. Каждая защита выполняется многоступенчатой, причем при КЗ в первой зоне, охватывающей 80-85% длины защищаемой линии, время срабатывания защиты не более 0,15 с. Для второй зоны, выходящей за пределы защищаемой линии, выдержка времени на ступень выше и колеблется в пределах 0,4-0,6 с. При КЗ в третьей зоне выдержка времени еще более увеличивается и выбирается так же, как и для направленных токовых защит.

При КЗ на линии срабатывают реле пускового органа ПО и реле органа направления ОНМ. Через контакты этих реле плюс постоянного тока поступит на контакты дистанционных органов и на обмотку реле времени третьей зоны ОВЗ и приведет его в действие. Если КЗ находится в первой зоне, дистанционный орган ДО1 замкнет свои контакты и пошлет импульс на отключение выключателя без выдержки времени. При КЗ во второй зоне ДО1 работать не будет, так как значение сопротивления на зажимах его реле будет больше значения сопротивления срабатывания. В этом случае сработает дистанционный орган второй зоны ДО2, который запустит реле времени ОВ2. По истечении выдержки времени второй зоны от реле ОВ2 поступит импульс на отключение линии. Если КЗ произойдет в третьей зоне, дистанционные органы ДО1 и ДО2 работать не будут, так как значения сопротивления на их зажимах больше значений сопротивлений срабатывания. Реле времени ОВЗ, запущенное в момент возникновения КЗ контактами реле ОНМ, доработает и по истечении выдержки времени третьей зоны пошлет импульс на отключение выключателя линии. Дистанционный орган для третьей зоны защиты, как правило, не устанавливается.

В комплекты дистанционных защит входят также устройства, предотвращающие срабатывание защит при качаниях в системе



Принципиальная схема дистанционной защиты со ступенчатой характеристикой выдержки времени

Автоматическое повторное включение (АПВ)

КЛАССИФИКАЦИЯ УСТРОЙСТВ АПВ.

1 По числу фаз: трёхфазное АПВ, пофазное АПВ.

2 По способу проверки синхронизма.

3 По способу воздействия на привод выключателя: электрические и механические.

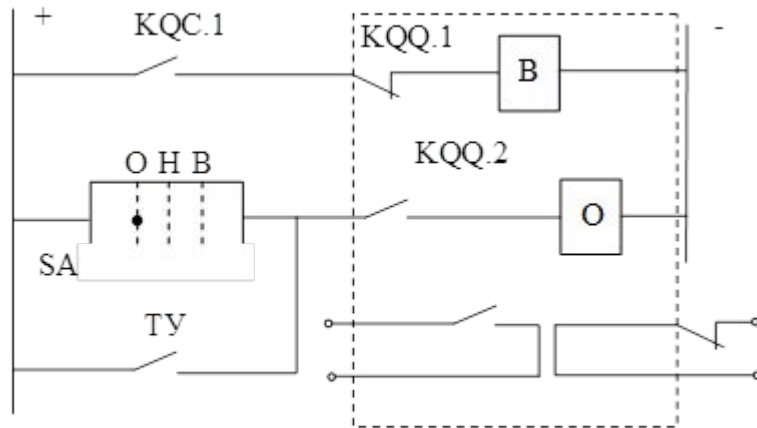
4 По кратности действия: однократные (успешность 60-75%), двукратные (успешность 10-15%), трёхкратные (успешность 1,5-2%). Трёхкратное АПВ используют только в случае крайней необходимости. Увеличение кратности действия АПВ требует увеличения выдержки времени до нескольких минут для восстановления готовности выключателя и устранения КЗ.

5 По виду оборудования: линии, трансформаторы, шины.

6 По способу пуска: наличие или отсутствию блокировок. ТРЕБОВАНИЯ К АПВ.

1 Устройство АПВ должно быть всегда готово к действию и срабатывать при всех случаях аварийного отключения выключателя. Исключение – АПВ не должно срабатывать при аварийных отключениях сразу после включения выключателя оператором (1,5-2 с)

2 Устройство АПВ не должно действовать при отключении выключателя оператором.



Устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ)

При коротком замыкании в сети релейная защита поврежденного участка подаёт сигнал на отключение выключателя, питающего данный участок, при этом пусковые органы УРОВ также вводятся в действие на отключение смежных выключателей с выдержкой времени, достаточной для срабатывания резервируемого выключателя; при успешном срабатывании последнего УРОВ возвращается в исходное состояние и блокируется. В случае, если выключатель по каким-либо причинам (неисправность механической части, его цепей управления) не отключился, то по истечении заданной выдержки времени УРОВ произведёт отключение всех смежных выключателей, питающих повреждённую линию и находящихся ближе к источнику питания (по отношению к не отключившемуся выключателю).

Для пуска УРОВ необходимо выполнение двух условий:

Срабатывание релейной защиты на отключение выключателя, питающего непосредственно повреждённую линию.

Факт наличия аварийных параметров, свидетельствующих о том, что повреждение по каким-либо причинам не устранено. Основной уставкой УРОВ является время выдержки на отключение смежных выключателей и поскольку защита подаёт сигнал одновременно сразу на отключение основного выключателя и на УРОВ (которое через выдержку времени отключает выключатели, стоящие дальше от к.з.), то для корректного действия выдержка времени УРОВ должна быть больше времени действия основной защиты на величину Δt , таким образом уставка реле времени, входящего в УРОВ должна быть равна сумме:

времени срабатывания основного выключателя

времени возврата защиты, пускающей УРОВ (в случае удачного отключения основного выключателя)

времени ускорения срабатывания реле времени УРОВ (отклонение срабатывания в меньшую сторону)

запаса по времени для большей надёжности системы

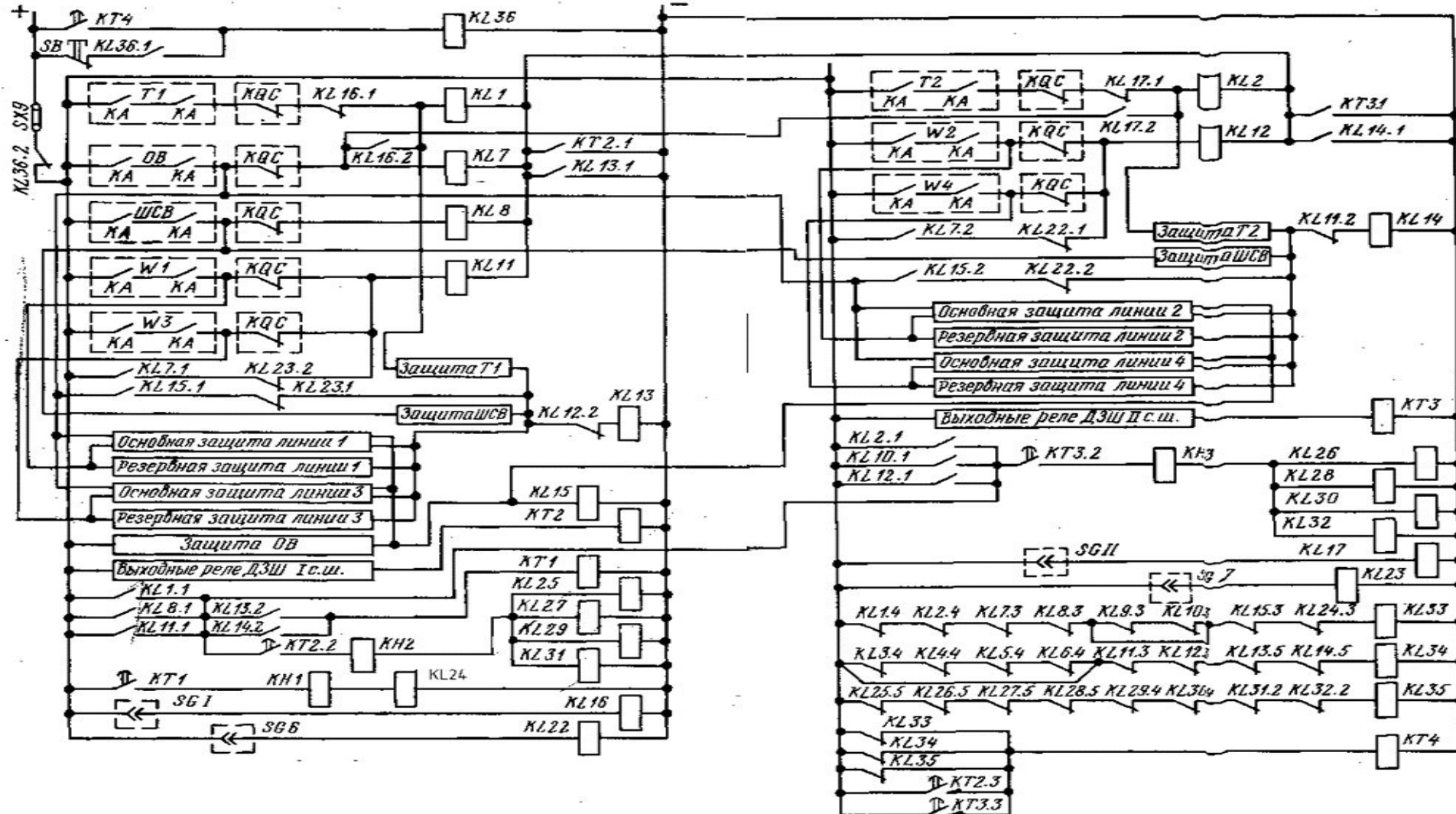


Рис. 6. УРОВ для схемы двойной системы шин с фиксированным присоединением элементов, с контролем протекания тока по повременному присоединению и с контролем отключающего импульса:
а - оперативные цепи

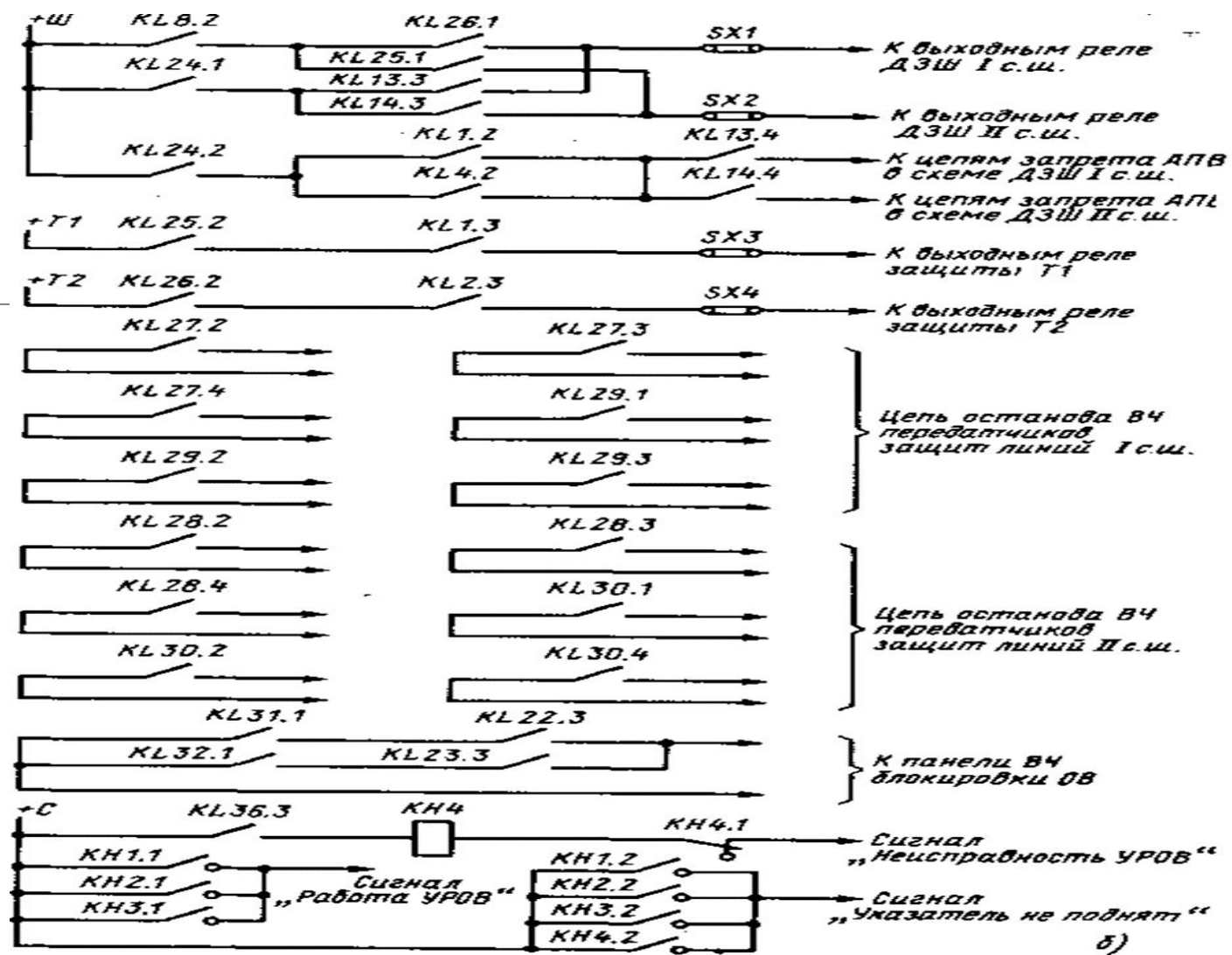


Рис. 6. (продолжение): выходные цепи и цепи сигнализации

Логическая защита шин (ЛЗШ)

Логическая защита шин (ЛЗШ) может использоваться как в открытых, так и в комплектных закрытых распределительных устройствах.

Принцип действия логической защиты шин основан на сравнении поведения защит питающих элементов и отходящих фидеров при КЗ: защита одного из отходящих фидеров запустилась - КЗ на отходящем фидере, не запустилась ни одна из защит отходящих фидеров - КЗ на шинах.

При коротком замыкании на отходящем фидере пускаются защиты (срабатывают токовые реле) на этом фидере и на питающих элементах секции (ввод трансформатора или секционный выключатель). При КЗ на отходящем фидере по факту пуска его защиты блокируется отключение питающих элементов без выдержки времени. При КЗ на шинах распределительного устройства защиты отходящих фидеров не пускаются, и при пуске защиты питающего элемента разрешается ее работа без выдержки времени на отключение.

Для ЛЗШ ввода

PRO P3A

Логическая защита шин (ЛЗШ)

Проект "P3A"
www.pro-rza.ru



Рис.1 Параллельная схема ЛЗШ

Если пускается защита ввода и на шинке ELBZ1 присутствует «+» (один из контактов замкнут), значит вместе с вводом пустилась защита присоединения или СВ, значит короткое замыкание произошло «ниже», значит ускоренная ступень защиты ввода блокируется

Если пускается защита ввода и на шинке ELBZ1 напряжение отсутствует (ни один из контактов не замкнулся), значит нижестоящие защиты не пустились, значит ток КЗ через них не протекает, значит короткое замыкание произошло на шинах (до трансформаторов тока защит присоединений) — ускоренная ступень защиты ввода срабатывает и отключает ввод с минимальной выдержкой времени

Для ЛЗШ СВ (работа в послеаварийном режиме, через один ввод и СВ)

Здесь все то же самое, только на один контакт меньше (исключается пуск защит самого СВ) и шинка своя — ELBZ2.1(2).

ЛЗШ СВ должна блокироваться от присоединений и первой и второй секции шин. Поэтому можно либо использовать два дискретных входа защиты СВ и две шинки ЛЗШ СВ (по одной от присоединений каждой секции) как показано на Рис.1, либо выполнить объединенную шинку и подключить ее к одному дискретному входу блока СВ.

В первом варианте подключение более удобное и информативное, особенно при расследовании аварии (просмотр журналов аварии защит СВ).

Второй вариант позволяет “сэкономить” вход в терминале СВ, что полезно при использовании небольших терминалов защит. Однако, помните, что чем больше контактов входит в общую цепь ЛЗШ, тем менее надежна вся система в целом. Это справедливо и для параллельной и для последовательной ЛЗШ.

Последовательная схема ЛЗШ

PRO P3A

Логическая защита шин (ЛЗШ)

Проект "P3A"
www.pro-rza.ru

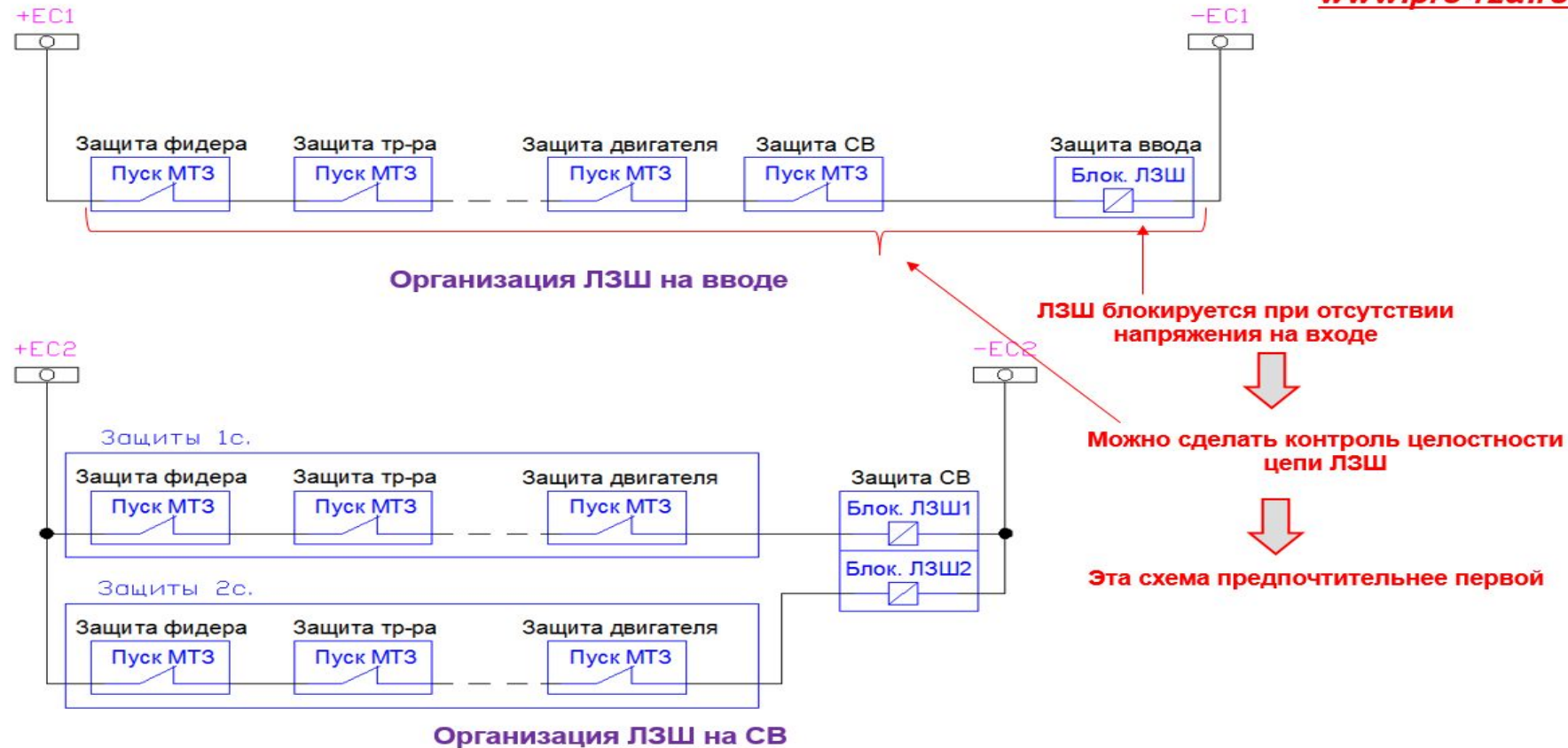


Рис.2 Последовательная схема ЛЗШ

Здесь контакты пуска защит присоединений и СВ (для ЛЗШ ввода) идут последовательно, друг за другом, причем это уже нормально замкнутые контакты. Вся эта цепочка также подключается на дискретный вход блока защиты ввода.

В этой схеме блокировка ЛЗШ ввода формируется не по наличию, а по отсутствию напряжения на входе блока!

В нормальном режиме на входе терминала ввода присутствует «+». Если происходит пуск защит присоединения или СВ, то его контакт меняет свое положение на открытое и разрывает общую цепь. В этом случае блокируется ЛЗШ ввода (ускоренная ступень).

Последовательная схема ЛЗШ позволяет контролировать цепь на обрыв. Это ее главное преимущество перед параллельной схемой.

Если происходит, обрыв цепи ЛЗШ, то блок защиты ввода фиксирует пропадание напряжения на своем входе. Если при этом не происходит пуска токовых защит ввода, то значит это обрыв, а не сигнал блокировки, и через некоторое время блок защиты ввода выдает сигнал «Неисправность ЛЗШ».

6. Оборудование, используемое для реализации защит и автоматики шин подстанций 110/10 кВ

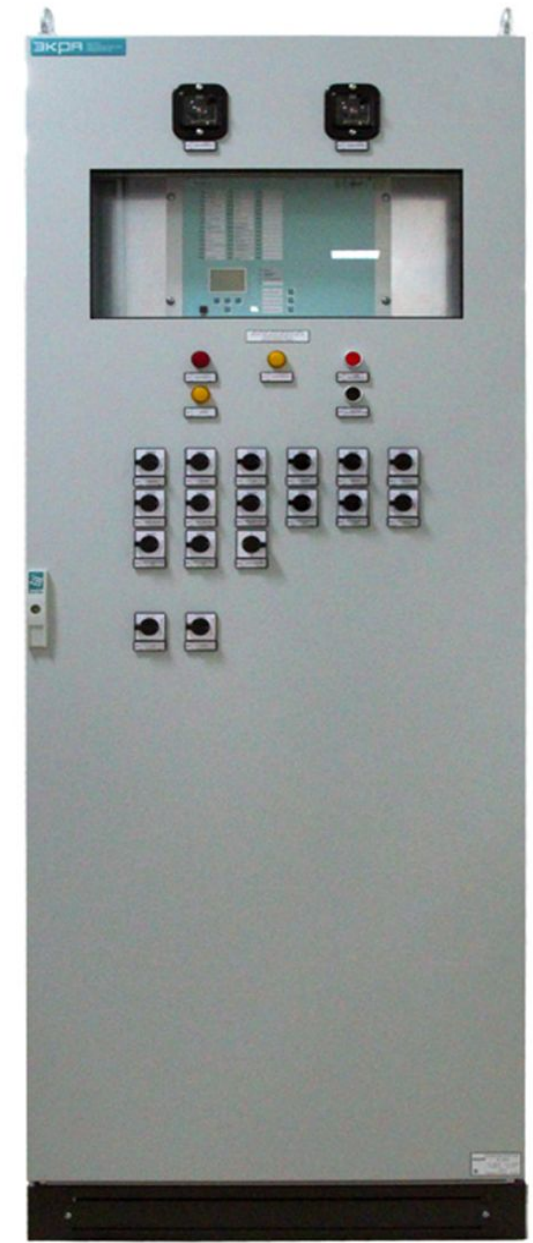
Дифференциальная защита шин (ДЗШ)- зачастую в последнее время выполняется на базе микропроцессорного шкафа ШЭ2607 065 производства ООО НПП «ЭКРА» научно-производственное предприятие г.Чебоксары.

Состав: содержит реле ДЗШ с торможением, состоящее из пусковых органов (ПО1, ПО2) и избирательных органов первой (ИО1, ИО2) и второй (ИО3, ИО4) систем шин, реле чувствительного токового органа, реле минимального напряжения, реагирующих на междупазные напряжения систем шин, реле максимального напряжения, реагирующих на напряжения обратной последовательности систем шин, реле контроля исправности токовых цепей, цепи отключения, пуска УРОВ и запрета АПВ. Логика УРОВ и опробования всех присоединений.



Защита трансформатора. ШЭ2607 041 (ШЭ2607 041041)- предназначен для основной и резервных защит трансформатора. Реализует функции основных и резервных защит трансформатора и содержит ДЗТ от всех видов КЗ внутри бака, ТЗНП ВН, МТЗ ВН, МТЗ СН, МТЗ НН1 секции и МТЗ НН2 секции, ЗП, реле для пуска автоматики охлаждения, УРОВ выключателя ВН; обеспечивает прием отключающих сигналов от отключающих ступеней газовых защит трансформатора, РПН и действует на отключение через две группы отключающих реле и выполнен на основе промежуточных реле. Оснащен устройствами контроля изоляции цепей ГЗ. ДЗТ выполнена в виде двухканальной дифференциальной токовой защиты с торможением, содержащей чувствительное реле и отсечку. Чувствительное реле ДЗТ имеет токозависимую характеристику с уставкой по начальному току срабатывания.

Дифференциальная отсечка предназначена для обеспечения надежной работы при больших токах повреждения в зоне действия защиты. Для отстройки ДЗТ от бросков токов намагничивания контролируется уровень второй гармоники в дифференциальном токе. Максимальная токовая защита на всех сторонах трансформатора выполняется в трехфазном исполнении и содержит: реле максимального тока, при этом МТЗ НН1 и МТЗ НН2 имеют две ступени; реле выдержки времени для действия на различные выключатели всех сторон трансформатора; пусковые органы напряжения, реагирующие на уменьшение междофазных напряжений и на увеличение напряжения обратной последовательности.



Защита, автоматика и управление вводов 6-35 кВ. ШЭ2607 161...163- применяется для защиты, автоматике и управления вводов 6-35 кВ. Шкаф ШЭ2607 161 содержит один комплект защит, ШЭ2607 162 – два комплекта защит, ШЭ2607 163 – три комплекта защит. Каждый комплект выполнен на базе терминала серии БЭ2502.

Каждый комплект реализует функции АУВ, УРОВ, трехступенчатой МТЗ, МТЗ ЛЗШ, АВР, АПВ, ЗНР, ЗДЗ, ЗМН.

АУВ формирует сигналы на включение и отключение выключателя по командам «Включить» и «Отключить», обеспечивает контроль цепей управления выключателя. Включение выключателя производится от сигналов управления через блок многократных включений (БМВ).

МТЗ содержит реле максимального тока и имеет три ступени;

предусмотрена МТЗ ЛЗШ с независимой времятоковой характеристикой.

Первая и вторая ступени МТЗ имеют независимые от тока выдержки времени. Третья ступень выполнена с возможностью работы как с зависимой, так и с независимой выдержкой времени.

АВР имеет регулируемые уставки времени готовности и срабатывания и обеспечивает однократность его действия.

АПВ обеспечивает однократное автоматическое повторное включение выключателя. Предусмотрен пуск АПВ с контролем напряжений на секциях шин или без контроля напряжения («слепое» АПВ).

УРОВ обеспечивает действие на вышестоящий выключатель при срабатывании любых защит терминала, осуществляется по схеме РПВ.



Защита линии и автоматика управления линейным выключателем. ШЭ2607 011021(дальнейшее резервирования шин ПС)- Предназначены в качестве резервной или единственной защиты линии 110–220 кВ и автоматики управления линейным выключателем.

Состоит из двух комплектов, каждый из которых реализует функции ДЗ, ТНЗНП, ТО, УРОВ, МТЗ и АРПТ.

Первый комплект шкафа ШЭ2607 012021 дополнен ЗНФР и ЗНФ выключателя, а также содержит АУВ и АПВ

Принцип действия

ДЗ выполнена пятиступенчатой с блокировкой при качаниях и неисправностях в цепях напряжения, причем первая ступень обеспечивает защиту от всех видов КЗ, вторая-пятая – от междофазных КЗ.

Предусмотрена возможность разворота четвертой и пятой ступеней ДЗ и пятой и шестой ступеней ТНЗНП в обратную сторону.

ТНЗНП содержит шесть направленных ступеней для защиты от КЗ на землю.

Предусмотрены возможности ускорения защит: от параллельной линии, при опробовании линии, оперативны и по ВЧ каналу.

ПО тока реагирует на линейные и фазные величины токов.

АРПТ содержит три ступени, которые действуют на сигнализацию и во внешние цепи.

Функция АУВ обеспечивает прием команд включения и отключения, контроль и фиксацию положения, блокировку от многократных включений. Пуск АПВ (однократного или двукратного) осуществляется с контролем напряжений на шинах и линии (контроль отсутствия, наличия или синхронизма напряжений). При контроле улавливания синхронизма фиксируется разность модулей векторов напряжений с обеих сторон выключателя, разность углов между векторами напряжений и разность их частот.

Функция УРОВ реализует принцип индивидуального устройства, причем возможно выполнение универсального УРОВ как по схеме с дублированным пуском, так и по схеме с автоматической проверкой исправности выключателя.



7. Расчёт уставок ДЗШ (дифференциальной защиты шин)

Перед началом расчёт нам нужно вычислить значение токов КЗ:

$I_{КЗ\text{ МАКС}}$ в максимальном режиме работы;

$I_{КЗ\text{ МИН}}$ в минимальном режимом работы;

$I_{КЗ\text{ МИН отр 1СШ}}$ – в режиме опробования I системы шин;

$I_{КЗ\text{ МИН отр 2СШ}}$ – в режиме опробования II системы шин.

:

$I_{НАГР\text{ МАКС}}$ Максимальный рабочий ток наиболее мощного присоединения

:

$I_{НАГР\text{ МИН}}$ Минимальный рабочий ток наименее мощного присоединения

Номинальные токи присоединений, которые не должны отключаться по сигналу ДЗШ:

$I_{\text{ном тр ПС "Восточная"}}$

$I_{\text{ном тр ПС "Западная"}}$ =

Расчет уставок начинают с оценки погрешностей трансформаторов тока.

Затем удовлетворяют ли выбранные ТТ требованиям проверки измерительных ТТ.

Расчёт коэффициентов цифрового выравнивания

$$K_{ЦВП} = \frac{K_{ТТ.П}}{K_{ТТ.БАЗ}}$$

- $K_{ТТ} = 600 / 5$:

$$K_{ЦВП} = \frac{K_{ТТ.П}}{K_{ТТ.БАЗ}}$$

12.4 Выбор ПТН

12.4.1 Подставив в формулу (4.4) соответствующие расчетные значения, находят максимально допустимое значение тока в измерительном канале для присоединений с коэффициентом трансформации $K_{ТТ} = 1000/5$

$$i_{\text{МАКС ПТН}} \geq k_{\text{ПЕР}} \cdot \frac{I_{\text{К МАКС}}}{K_{\text{ТТ}}} = 2 \cdot \frac{15000}{1000/5} = 150 \text{ А.} \quad (12.3)$$

Для присоединений с коэффициентом трансформации $K_{ТТ} = 1000/5$ выбрать ПТН, у которого $I_{\text{НОМ ПТН}} = 2,5 \text{ А}$ и для которого в эксплуатационной документации блока БМРЗ указано значение $i_{\text{МАКС ПТН}} = 250 \text{ А}$.

12.4.2 Подставив в формулу (4.4) соответствующие расчетные значения, находят максимально допустимое значение тока в измерительном канале для присоединений с коэффициентом трансформации $K_{ТТ} = 600/5$

$$i_{\text{МАКС ПТН}} \geq k_{\text{ПЕР}} \cdot \frac{I_{\text{К МАКС}}}{K_{\text{ТТ}}} = 2 \cdot \frac{15000}{600/5} = 250 \text{ А.} \quad (12.4)$$

Для присоединений с коэффициентом трансформации $K_{ТТ} = 600/5$ выбрать ПТН, у которого $I_{\text{НОМ ПТН}} = 2,5 \text{ А}$ и для которого в эксплуатационной документации блока БМРЗ указано значение $i_{\text{МАКС ПТН}} = 250 \text{ А}$.

Расчёт уставок ДТО

Максимальный расчётный ток небаланса $I_{\text{НБ МАКС}}$ при максимальном токе внешнего КЗ находят по формуле

$$I_{\text{НБ МАКС}} = (\varepsilon_{\text{МАКС}} \cdot k_a \cdot k_{\text{одн}} + \gamma) \cdot I_{\text{КЗ МАКС}}$$

Уставку срабатывания ДТО $I_{\text{ДТО}}$ рассчитывают по формуле

$$I_{\text{ДТО}} = K_n \cdot I_{\text{НБ МАКС}} =$$

Для присоединений с коэффициентом трансформации $K_{ТТ} = 600/5$ выбрать ПТН, у которого $I_{\text{НОМ ПТН}} = 2,5 \text{ А}$ и для которого в эксплуатационной документации блока БМРЗ указано значение $i_{\text{МАКС ПТН}} = 250 \text{ А}$.

12.4.3 В руководстве по эксплуатации блока БМРЗ [4] рекомендовано после выбора ПТН проверять для каждого присоединения выполнение соотношения (4.5).

12.4.4 Выполнение соотношения (4.5) проверяют для присоединений, на которых установлены трансформаторы тока с $K_{ТТ} = 1000/5$

$$0,5 \leq \left[1,0 \cdot \frac{250}{250} = 1,0 \right] \leq 2. \quad (12.5)$$

Проверка показала, что условие (4.5) для этих присоединений выполняется.

12.4.5 Выполнение соотношения (4.5) проверяют для присоединений, на которых установлены трансформаторы тока с $K_{ТТ} = 600/5$

$$0,5 \leq \left[0,6 \cdot \frac{250}{250} = 0,6 \right] \leq 2 \quad (12.6)$$

Проверка показала, что условие (4.5) для этих присоединений выполняется.

Расчёт уставок ДЗТ

Для определения уставки начального тока срабатывания органов ДЗТ $I_{ДЗТ.НАЧ}$ используют формулу , подставив в неё исходные данные

$$I_{ДЗТ.НАЧ} = K_{ОТС} \cdot I_{НАГР.МАКС} = 1,2 \cdot 980 = 1176 \text{ А}.$$

Для нахождения максимального тока небаланса в рабочем режиме $I_{НБ.РАБ}$ используют формулу , подставив в неё исходные данные

$$I_{НБ.РАБ} = (\varepsilon_{НАГР.МАКС} + \gamma) \cdot I_{НАГР.МАКС} = (0,1 + 0,05) \cdot 980 = 147 \text{ А}.$$

Используя исходные данные и формулу (6.3) находят уставку срабатывания ступени ДЗШ, действующей на сигнализацию небаланса при обрыве вторичных цепей ТТ $I_{НБ}$

$$I_{НБ.СРАБ} = K_{ОТС} \cdot I_{НБ.РАБ} = 1,4 \cdot 147 = 206 \text{ А}.$$

Уставка срабатывания $I_{НБ.СРАБ}$ ступени ДЗШ, действующей на сигнализацию при обрыве вторичных цепей ТТ, должна удовлетворять условию : $206 < 0,9 \cdot 520 = 468$. Условие выполняется.

Таким образом, ступень, действующая на сигнализацию о небалансе, может быть введена в работу.

Используя формулу (6-5) находят коэффициент торможения K_T органов ДЗТ

$$K_T = \frac{I_{ДТО} - I_{НБ.РАБ}}{I_{КЗ.МАКС} - I_{НАГР.МАКС}}$$

Для нахождения уставки тока начала торможения $I_{НТ}$ органов ДЗТ используют формулу (6-6)

$$I_{НТ} = I_{НАГР.МАКС} \cdot \left(1 + \frac{1,05}{K_T} \right)$$

Для определения уставки срабатывания $I_{ДЗТ.НАЧ.Ч}$ "чувствительных" органов ДЗТ используют формулу

$$I_{ДЗТ.НАЧ.Ч} = K_H \cdot \varepsilon_{НОМ} \cdot K_{БТН} \cdot I_{ном тр ПС "Западная"}$$

Расчёт $I_{ДЗТ.НАЧ.Ч}$ производят для случая опробования II системы шин, т.к. номинальный ток ВЛ-110 кВ "Западная", подключенной к II системе шин в режиме опробования, больше номинального тока ВЛ-110 кВ "Восточная", подключенной к I системе шин в режиме опробования.

Уставку по току начала торможения $I_{НТ.Ч}$ "чувствительных" органов ДЗТ принимают равной уставке $I_{НТ}$ органов ДЗТ

Проверка чувствительности ДЗТ

Коэффициент чувствительности $K_{Ч.НОРМ}$ органов ДЗТ находят по формуле , подставляя в неё полученные при расчете данные

$$K_{Ч.НОРМ} = \frac{I_{КЗ.МИН}}{I_{ДЗТ.НАЧ}}$$

Используя эту же формулу находят коэффициент чувствительности $K_{Ч.НОРМ}$ "чувствительных" органов ДЗТ в режиме опробования I системы шин, т.к. значение тока КЗ в этом случае минимально

$$K_{Ч.НОРМ} = \frac{I_{КЗ.МИН.ОПР.УСШ}}{I_{ДЗТ.НАЧ.Ч}}$$

Результаты проверки чувствительности показывают, что требования ПУЭ по чувствительности ДЗТ выполняются.

8. Заключение

Мною в процессе производственной практики были рассмотрены следующие вопросы:

- 1) Наиболее используемые схемы электрических соединений
- 2) Технические характеристики оборудования шин подстанций
- 3) Перечень защит и автоматики необходимых для защиты шин подстанций 110/10 кВ в соответствии ПУЭ
- 4) Устройство и принцип действия защит и автоматики применяемых для защиты шин подстанций 110/10 кВ
- 5) Оборудование, используемое для реализации защит и автоматики шин подстанций 110/10 кВ
- 6) Расчёт уставок ДЗШ (дифференциальной защиты шин)

Для рассмотрения оборудования, используемого для реализации защит и автоматики шин подстанций 110/10 кВ, были выбраны шкафы микропроцессорных защит и автоматики ООО НПП «ЭКРА» научно-производственное предприятие, т.к. электромеханическая база морально устарела и отличается по физическим характеристикам не в лучшую сторону, нежели микропроцессорная.

По результатам выполненной работы составлен отчёт, отображающий усвоения мною данного материала.

Заключение

Мною в процессе производственной практики изучена релейная защита шин подстанций 110/10 кВ, а так-же момент её проектирования, рассмотрены следующие вопросы:

- 1) Наиболее используемые схемы электрических соединений
- 2) Технические характеристики оборудования шин подстанций
- 3) Перечень защит и автоматики необходимых для защиты шин подстанций 110/10 кВ в соответствии ПУЭ
- 4) Устройство и принцип действия защит и автоматики применяемых для защиты шин подстанций 110/10 кВ
- 5) Оборудование, используемое для реализации защит и автоматики шин подстанций 110/10 кВ
- 6) Расчёт уставок ДЗШ (дифференциальной защиты шин)

Для рассмотрения оборудование, используемого для реализации защит и автоматики шин подстанций 110/10 кВ, были выбраны шкафы микропроцессорных защит и автоматики ООО НПП «ЭКРА» научно-производственное предприятие, т.к. электромеханическая база морально устарела и отличается по физическим характеристикам не в лучшую сторону, нежели микропроцессорная.

Список используемых источников

1. Федосеев А. М., Федосеев. М. А. Релейная защита электроэнергетических систем: учеб. для вузов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1992.
2. В.П. Федотов. Схемы устройств релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем. Методическое пособие по дисциплине «Релейная защита ЭЭС» и «Автоматика ЭЭС» для слушателей, обучающихся в системе профессиональной переподготовки. - Екатеринбург, 2017.
3. Электротехнический справочник. В 3-х т. Т. 3. Э45 Кн.2. Использование электрической энергии./Под общ. ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова, П.П. Грудинского, Л.А. Жукова и др. — 6-е изд., испр. и доп. — М.: Энергоиздат, 2015.
4. Какуевецкий Л.М., Смирнова Т.В. Справочник реле защиты и автоматики. М.: Энергия, 2018,344 с.
5. Чернобровов Н. В. Релейная защита: учеб. пособие для техникумов. — 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергия, 1974.
6. Правила технического обслуживания устройств релейной защиты, электроавтоматики, дистанционного управления и сигнализации электростанций и подстанций 110-750 кВ. - Москва: Мир, 2010. - 128 с
7. Правила устройства электроустановок. Шестое и седьмое издания.
8. Проект РЗА [Электронный ресурс] // URL: <https://pro-rza.ru/> (дата обращения: 05.06.2020)
9. ООО НПП «ЭКРА» научно-производственное предприятие [Электронный ресурс] // URL: <https://ekra.ru/> (дата обращения: 05.06.2020)

Спасибо за внимание!

