

Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
«Національний гірничий університет»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ РЗ – 1

«Умовні графічні зображення елементів і пристроїв релейного захисту та
автоматики в електричних мережах»
з дисципліни «Основи релейного захисту та автоматики »
для студентів напрямку підготовки 6.050701 «Електротехніка та
електротехнології»

Дніпропетровськ
2013

Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
«Національний гірничий університет»

Кафедра систем електропостачання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ РЗ – 1

«Умовні графічні зображення елементів і пристроїв релейного захисту та
автоматики в електричних мережах»
з дисципліни «Основи релейного захисту та автоматики »
для студентів напрямку підготовки 6.050701
«Електротехніка та електротехнології»

Дніпропетровськ
2013

Методичні вказівки до лабораторної роботи РЗ – 1 «Умовні графічні зображення елементів і пристроїв релейного захисту та автоматики в електричних мережах» З дисципліни «Основи релейного захисту та автоматики» для студентів напрямку підготовки 6.050701 «Електротехніка та електротехнології»
/ Упорядн.: В. Д. Трифонов, О.Р. Ковальов , Д. В. Трифонов, – Дніпропетровськ: ДВНЗ НГУ, кафедра СЕП 2013. – 23 с.

Упорядники: В. Д. Трифонов, професор, О.Р. Ковальов, ст. викл.
Д. В. Трифонов, доцент,

Цель работы

Изучение способов изображения элементов и устройств релейной защиты и автоматики в электрических схемах.

В результате подготовки и проведения лабораторной работы студент должен **знать** способы изображения схем цепей релейной защиты и автоматики (РЗА), условные буквенные обозначения, графическое изображение элементов электрических схем; **уметь** читать схемы РЗА на релейно-контакторных устройствах, аналоговых и дискретных (интегральных) микросхемах, функциональные схемы микропроцессорных (цифровых) защит электрических сетей и управления высоковольтными выключателями; **усвоить** состав и функциональное взаимодействие основных частей РЗА отдельного присоединения.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В настоящее время в системах электроснабжения в эксплуатации одновременно находятся различные устройства РЗА: на традиционной (электромеханической) и полупроводниковой элементной базе, на основе аналоговых и цифровых интегральных микросхемах малой и средней степени интеграции (операционные усилители, блоки реле, шкафы и панели); разрабатываются и внедряются устройства с использованием универсальных и специализированных микропроцессорных систем (программные устройства защиты и автоматики).

Для описания устройств РЗА, пояснения состава и функционального назначения элементов используются различные способы изображения схем: структурные, функциональные и монтажные. Для решения задач схемотехники при проектировании и изучении РЗА применяются принципиальные разнесенные схемы.

В настоящее время в электронике оказалось возможным размещать большое количество законченных блоков функциональных элементов в одном корпусе. Поэтому разнесенные принципиальные схемы, составленные для таких корпусов и их соединений, становятся мало доступными для пояснения принципов действия и процессов в отдельных функциональных элементах РЗА. При изучении принципов действия и анализе функционирования программных устройств РЗА принципиальные схемы практически теряют смысл. Структурные схемы требуют подробного математического описания функций РЗА и процессов их реализации.

Процессы функционирования устройств РЗА могут быть представлены в виде последовательности действий, в результате выполнения которых после поступления входных воздействующих величин должно быть принято одно из двух возможных решений — отключить или не отключить присоединение. Такие процессы относятся к категории алгоритмических.

Поэтому при систематизированном изучении принципов действия автоматических устройств РЗА используется способ представления алгоритмов в виде их структурных схем. Для изображения структурной схемы алгоритма основных функциональных частей РЗА — измерительно-преобразовательной и логической — применяются обобщенный алгоритм измерительных органов релейной защиты и известные логические операции И, ИЛИ, НЕ, их производные логические функции и временные задержки.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с методическими указаниями к лабораторной работе.
2. Изучить условные буквенные обозначения и изображение элементов и устройств релейно-контакторных и электрических схем РЗА.
3. Изучить графические обозначения типовых элементов функциональных схем защиты и автоматики на интегральной микроэлектронике и микропроцессорных (цифровых) устройствах.

4. Усвоить функциональное взаимодействие основных частей устройства РЗА на примере отдельного отходящего от шин подстанции присоединения.
5. Составить краткий отчет по выполненной работе.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

В электрических сетях производственных систем для релейной защиты элементов и оборудования применяются устройства на различных элементных базах: традиционной (электромеханической и полупроводниковой), микроэлектронной и микропроцессорной.

Для описания устройства РЗА, пояснения состава элементов, их назначения и функциональных связей используются различные схемы: структурные, функциональные, принципиальные, монтажные и др. Простые электромеханические реле и устройства РЗА на их основе в течение длительного времени позволяли ограничиваться совмещенными принципиальными схемами, содержащими все реле, которые изображались в виде единого аппарата, другие элементы и их соединения. В совмещенных схемах одновременно изображались цепи переменного тока и напряжения (измерительные) и оперативного тока (логические).

С усложнением устройств РЗА для пояснения принципов действия шире стали применяться функциональные схемы, а для решения вопросов схемотехники и при проектировании — разнесенные принципиальные схемы. В разнесенных схемах отдельно изображаются цепи переменного тока, содержащие вторичные обмотки трансформаторов тока и обмотки реле тока; цепи переменного напряжения от трансформаторов напряжения с обмотками реле напряжения; оперативные цепи, содержащие контакты измерительных и пусковых реле, обмотки и контакты логических и исполнительных органов защиты, электромагнитов привода выключателя. В ряде случаев используются

поясняющие рисунки, содержащие элементы как первичной схемы, так и релейной защиты, а для выполнения монтажных работ - монтажные схемы.

При изображении схем служат условные графические и позиционные обозначениями, которые должны соответствовать действующим ГОСТ.

Согласно ГОСТ 2.755-74 введены единые условные обозначения электрических аппаратов и их элементов, в соответствии с которыми они обозначаются в положении, принятом за начальное, т.е. в отключенном (невозбужденном) состоянии. Позиционные буквенно-цифровые обозначения в схемах установлены ГОСТ 2.710-81.

1. Релейно-контакторные устройства

В настоящее время в системах электроснабжения для защиты элементов и оборудования около 99 % релейных устройств базируются на электромеханической элементной базе. Большинство этих устройств совершенствуются и выпускаются до сих пор, повсеместно находятся в эксплуатации и безотказно служат в соответствии с требованием высокой надежности функционирования устройств РЗА. Поэтому ниже предлагается изучение ГОСТ на релейно-контакторных устройствах (табл. 1).

Условные буквенные обозначения

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Генератор	<i>G</i>	Транзистор	<i>VT</i>
Трансформатор (автотрансформатор)	<i>T</i>	Резистор	<i>R</i>
Измерительные трансформаторы:		Конденсатор	<i>C</i>
тока (первичный, вторичный)	<i>TA;</i> <i>TAL</i>	Диод (тиристор)	<i>VD</i> <i>(VT)</i>
с насыщающимся магнитопроводом	<i>TALT</i>	Реле:	
напряжения (первичный, вторичный)	<i>TV;</i> <i>TVL</i>	тока	<i>KA</i>
Согласующий (промежуточный) трансформатор	<i>TL</i>	напряжения	<i>KV</i>
Трансреактор	<i>TAV</i>	мощности	<i>KW</i>
Выключатель	<i>Q</i>	тока с насыщающимся трансформатором	<i>KAT</i>
Отделитель	<i>QR</i>	тока с торможением	<i>KAW</i>
Короткозамыкатель	<i>QN</i>	сопротивления	<i>KZ</i>
Электромагниты:		времени	<i>KT</i>
включения	<i>YAC</i>	промежуточное	<i>KL</i>
отключения	<i>YAT</i>	указательное	<i>KH</i>
Контактор	<i>KM</i>	газовое	<i>KSG</i>
Линия	<i>W</i>	контроля цепи напряжения	<i>KSV</i>
Реле:		фиксации команды включения	<i>KQQ</i>
блокировки	<i>KB</i>	фиксации положения выключателя	<i>KQ</i>
от многократных включений	<i>KBS</i>	частоты	<i>KF</i>
команды «Включить»	<i>KCC</i>	Комплект реле защиты	<i>AK</i>
«Отключить»	<i>KCT</i>	Устройство:	
положения выключателя:		АПВ	<i>AKS</i>
«Включено»	<i>KQC</i>	блокировки от качаний	<i>AKB</i>
«Отключено»	<i>KQT</i>	Фильтр-реле:	
контроля	<i>KS</i>	напряжения	<i>KVZ</i>
Переключатель цепей управления	<i>SA</i>	мощности	<i>KWZ</i>
Переключатель режима	<i>SAC</i>	тока	<i>KAZ</i>
Кнопка управления	<i>SB</i>	Лампа сигнальная:	<i>HL</i>
Предохранитель	<i>F</i>	красная	<i>HLR</i>
Выпрямительный мост	<i>VS</i>	зеленая	<i>HLG</i>
		Секундомер	<i>PT</i>

Условные графические и позиционные обозначения элементов электрических схем приведены на рис. 1.

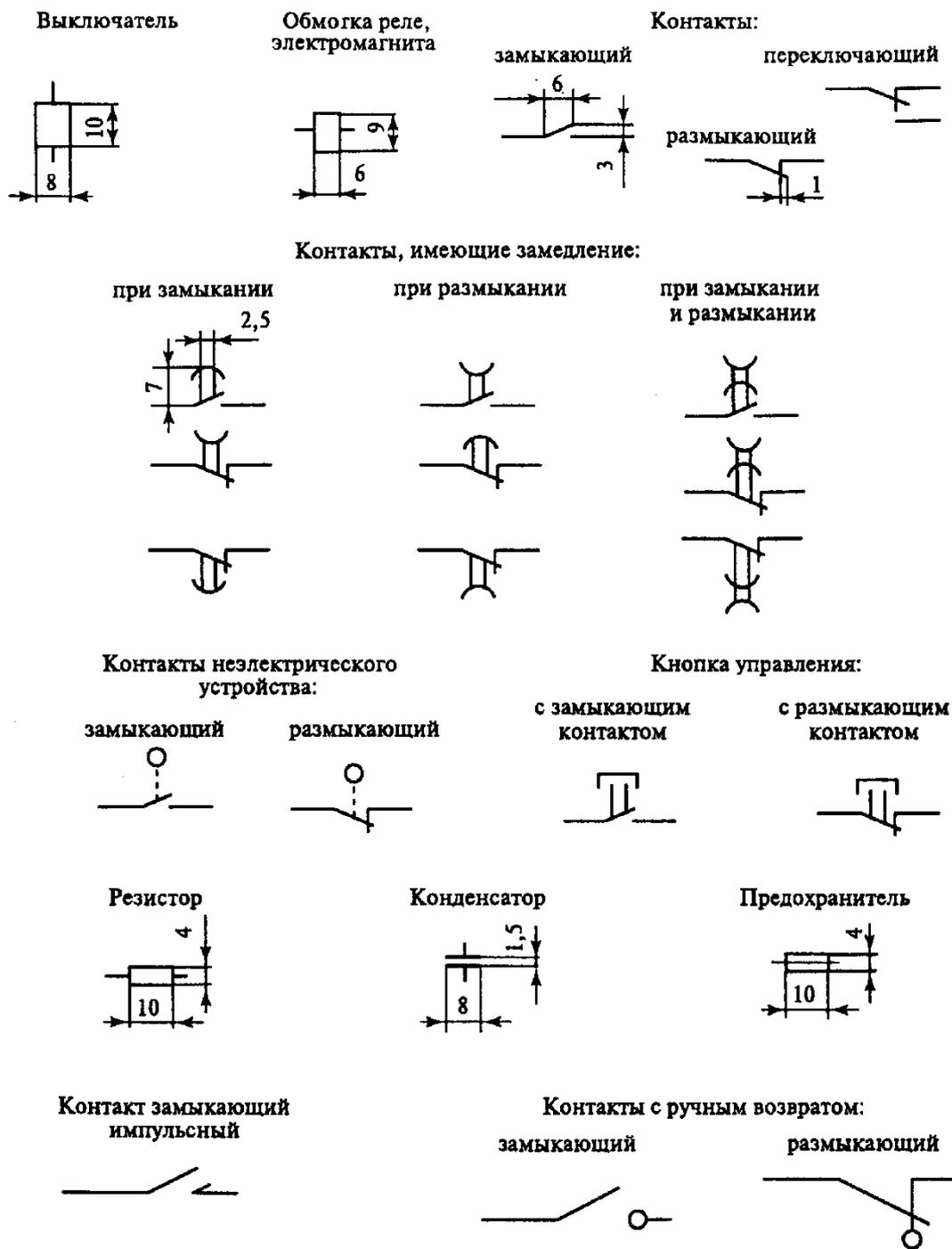
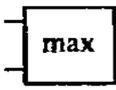
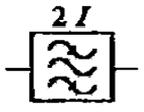
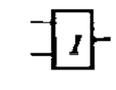
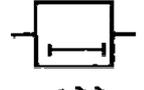
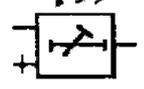
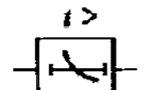
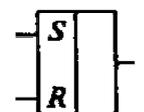


Рис. 1 - Условное «графическое изображение» элементов электрических схем

2. Условные графические обозначения программных элементов микропроцессорных модулей релейной защиты

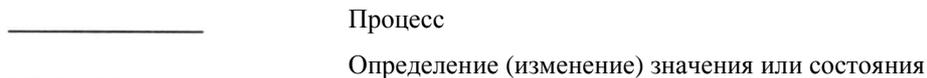
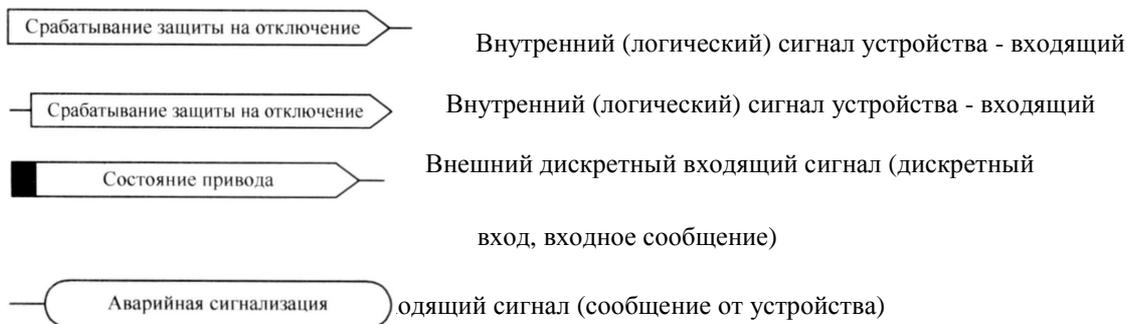
Цифровые интегрированные комплекты релейной защиты (терминалы) состоят из типовых вычислительно-логических и логических модулей (табл. 2).

Таблица 2

Условные графические обозначения программных элементов микропроцессорных модулей релейной защиты	
Выделитель максимального или минимального действующего значения трехфазного напряжения или тока — селектор	
Выделитель максимального значения — макси-селектор	
Выделитель минимального значения — мини-селектор	
Частотный фильтр нижних частот	
Полосовой частотный фильтр	
Измерительное реле	
Логические элементы: ИЛИ	
И	
Временная задержка	
Независимая задержка	
Зависимая задержка	
Память (триггер)	

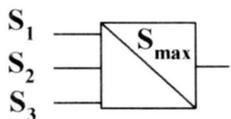
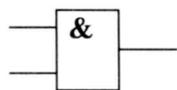
3. Типовые элементы функциональных схем релейной защиты и автоматики

В функциональных схемах релейной защиты и автоматики элементов и оборудования систем электроснабжения используются следующие графические обозначения:



Адрес уставки (параметра):
 "Б" - приложение РЭ;
 "З" - номер таблицы

Наименование уставки (параметра)



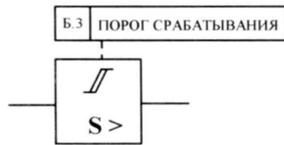
Пример программного переключателя уставкой (параметром) с возможными состояниями "Включен" и "Отключен"

Логическое "ИЛИ"

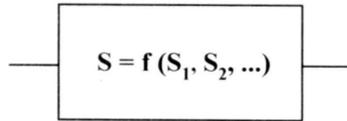
Логическое "И"

Вычисление значения аналогового сигнала (S_{max}) из аналоговых входных сигналов (S_1, S_2, S_3)

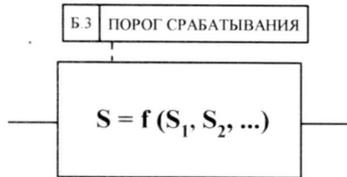
Степень ограничения, задаваемая уставкой



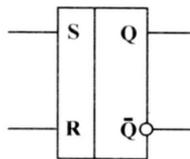
Степень ограничения, задаваемая уставкой (параметром) и с учетом коэффициента возврата



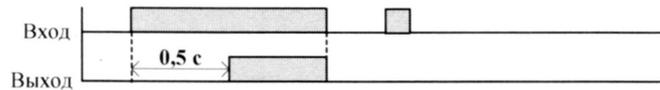
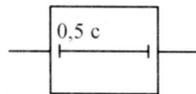
Вычисление значения параметра как функции (S) от указанных элементов (S_1, S_2, \dots)



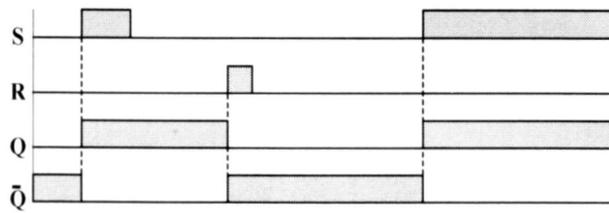
Вычисление значения параметра как функции (S) от указанных элементов (S_1, S_2, \dots) и уставкой



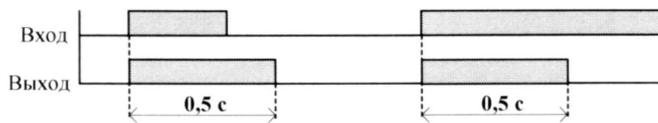
Фиксированная (на 0,5 секунды) задержка начала передачи сигнала



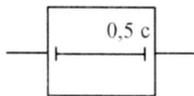
Статическая память со входом установки (S), сброса (R), выходом (Q) и инверсным выходом (\bar{Q})



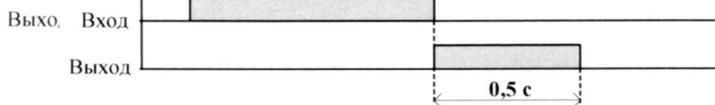
Формирование выходного сигнала по переднему фронту входного сигнала, с фиксированной длительностью



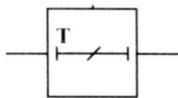
Фиксированное увеличение (на 0,5 секунды) длительности передачи сигнала



Формирование выходного сигнала по заднему фронту входного сигнала, с фиксированной длительностью

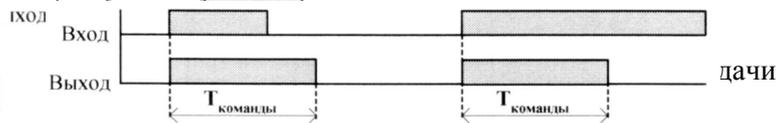


Б.3 ВЫДЕРЖКА ВРЕМЕНИ

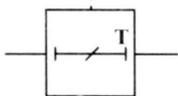


Формирование выходного сигнала с именем уставки по времени

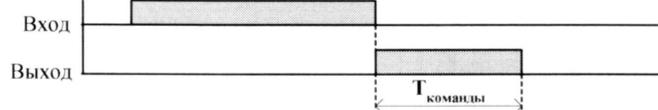
Формирование выходного сигнала по переднему фронту входного сигнала. Длительность задана уставкой.



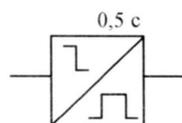
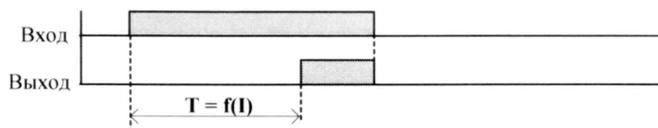
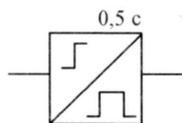
Б.3 ВЫДЕРЖКА ВРЕМЕНИ



Формирование выходного сигнала по заднему фронту входного сигнала. Длительность задана уставкой.



Зависимая времятоковая характеристика



Б.3 ДЛИТЕЛЬНОСТЬ КОМАНДЫ



YAT проходят токи, реле KL находится в состоянии после срабатывания и его размыкающий контакт разомкнут. Балластный резистор R_6 ограничивает ток в цепи и исключает возможность срабатывания электромагнита отключения YAT даже при случайном шунтировании обмотки реле KL . При разрыве цепи и исчезновении тока реле KL возвращается в состояние до срабатывания, его контакт замыкается, что при включенном выключателе вызывает появление сигнала неисправности.

При повреждении на линии W срабатывает релейная защита: с выдержкой времени замыкается контакт AK и выключатель отключается. При отключении выключателя цепь YAT размыкается контактом $Q.1$, а не контактом AK , так как разрывная мощность контактов реле защиты недостаточна.

Принципиальные разнесенные схемы защиты в нормальном режиме в соответствии с действующим ГОСТ представлены на рис. 3

Все функции взаимодействия РЗ с приводом выключателя могут быть представлены также в виде функциональной схемы, как, например, на рис. 3. В элементе 1 контролируется уровень напряжения источника оперативного тока U_{on} , а в элементе 2 — наличие ограниченного тока $I_{откл}$, свидетельствующее, как и выше, об исправности цепей электромагнита отключения. При нормальном напряжении и отсутствии повреждений в цепях на выходе логического элемента И1 имеет место сигнал, соответствующий исправному состоянию схемы. В случае срабатывания защиты AK и появления сигнала на ее выходе

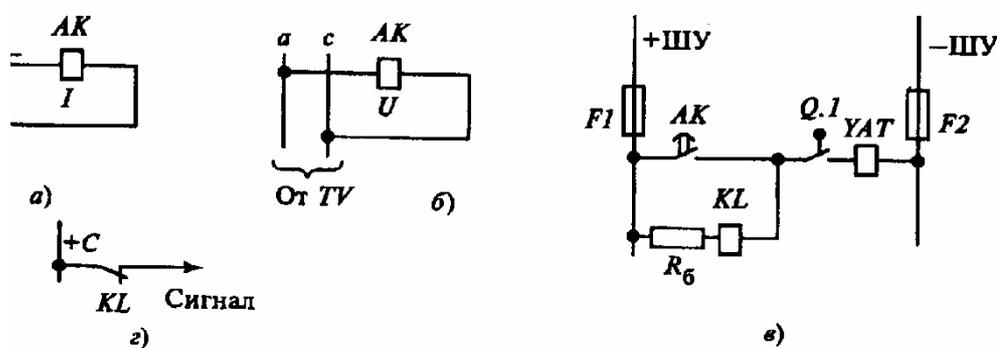


Рис. 3. Разнесенные схемы цепей РЗ: *a* — цепи тока; *б* — цепи напряжения; *в* — оперативные цепи; *г* — цепи сигнализации

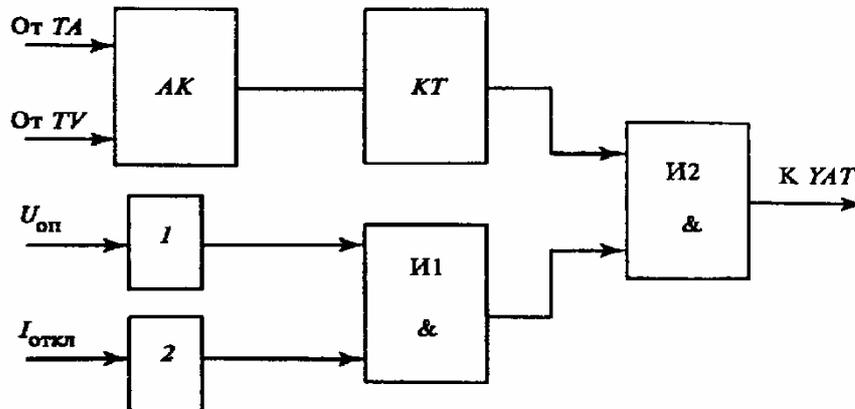


Рис. 4. Функциональная схема взаимодействия релейной защиты с приводом выключателя

с выдержкой времени KT на выходе логического элемента И2 появляется сигнал на отключение выключателя.

С увеличением интеграции в электронике оказалось возможным реализовать большее количество законченных функциональных элементов в одной микросхеме или корпусе. Поэтому разнесенные принципиальные схемы, составленные из таких корпусов и их соединений, становятся малодоступными для пояснения принципов действия и процессов в отдельных функциональных частях устройств РЗА. Более того, при реализации функций РЗА средствами цифровой вычислительной техники использование принципиальных схем для изучения способов выполнения или анализа функционирования программных УРЗА практически теряет смысл.

Главные функциональные части, составляющие структуру устройства релейной защиты от коротких замыканий, приведены на рис. 5. На выходе измерительной преобразовательной части ИПЧ по совокупности входных токов $i(t)$ и напряжений $u(t)$

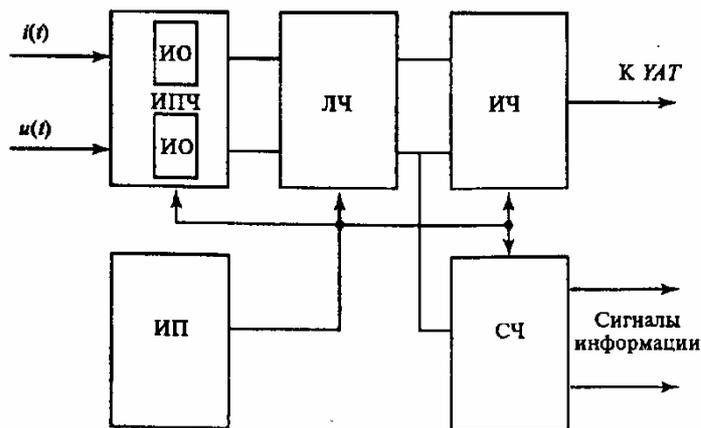


Рис. 5 -Функциональная схема релейной защиты

формируются комбинации сигналов, характеризующие работу в нормальном режиме, при внешних КЗ или при КЗ в защищаемой зоне. Указанное формирование комбинаций сигналов в ИПЧ выполняется измерительными органами ИО различных типов и назначения.

В логической части ЛЧ по совокупности сигналов, поступающих от ИО, по заданным алгоритмам принимается одно из двух возможных решений — отключить или не отключить выключатель Q .

Исполнительная часть ИЧ необходима для усиления сигналов — превращения их в управляющее воздействие непосредственно на электромагнит отключения привода выключателя.

Сигнальная информационная часть СЧ выдает информацию о действии защиты, когда проходит управляющее воздействие на отключение выключателя. Источник оперативного тока ИП обеспечивает напряжением питания все цепи защиты, автоматики и управления приводами выключателей, независимо от режима работы присоединения.

Как видно из приведенного примера, функциональные схемы недостаточны для изучения принципов работы РЗА и требуют дополнительного описания всех функций и процессов.

При изображении схем РЗА до последнего времени не возникали требования инвариантности изображения и описания функции РЗ относительно элементной базы. Инвариантность представления стала особенно актуальной, и прежде всего в учебной и методической литературе, в связи с широким внедрением средств вычислительной техники для реализации программных устройств РЗА (ПРЗА).

Процессы функционирования устройств РЗ всегда могут быть представлены в виде последовательности (цепи) действий (шагов), в результате выполнения которых после поступления входных воздействующих величин (исходных данных) всегда должно быть получено одно из двух возможных решений — отключить или не отключить присоединение (выключатель).

Такие процессы, как известно, относятся к *алгоритмическим процессам*.

Алгоритмические процессы могут быть представлены алгоритмом функционирования. Алгоритм может описывать все части процесса независимо, или абстрагированно, от элементов базы реализации, т.е. представлять только принцип действия измерительной и логической частей устройств РЗА.

Далее при систематизированном изложении принципов действия устройств РЗ используются хорошо известные способы представления алгоритмов в виде их структурных схем, элементы и правила изображения которых регламентированы ГОСТ.

Логическая часть устройств РЗ содержит известные комбинационные логические элементы И, ИЛИ, НЕ и различного вида временные задержки, представление которых структурой алгоритма не требует дополнительных пояснений.

Для изображения структурных схем алгоритма устройства РЗ в целом включая и измерительную часть, необходимо иметь обобщенный алгоритм измерительных органов защиты.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Указать цель лабораторной работы.
2. Привести назначение применяемых в РЗА схем изображения элементов электрических систем.
3. Привести функциональную схему релейной защиты от коротких замыканий.
4. Дать краткое описание и привести схему взаимодействия РЗ с приводом выключателя.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие схемы используются для условного изображения устройств релейной защиты и автоматики?
2. Приведите пример совмещенной, разнесенной и функциональной схемы изображения максимальной токовой защиты на постоянном оперативном токе.
3. Что понимают под способом алгоритмического изображения последовательных действий релейной защиты и автоматики?
4. Чем объяснить переход на обобщенный алгоритмический способ изображения и известные логические операции И, ИЛИ, НЕТ?
5. Приведите и поясните схему совместного действия релейной защиты и выключателя присоединения подстанции.
6. Что понимают под структурной и функциональной схемой устройств защиты?
7. Какое положение принято за начальное при изображении электрических аппаратов в схемах РЗА согласно ГОСТ?

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев В.А, Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. - М.: Высш.шк., 2006. - 639 с.
2. Линт Г.Э. Серийные реле защиты, выполненные на интегральных микросхемах. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 112 с.
5. Басс Э.И., Дорогунцев В.Г. Релейная защита электроэнергетических систем. – М.: МЭИ, 2006. – 296 с.

Упорядники:
В. Д. Трифонов, професор
О.Р. Ковальов, ст. викл
Д. В. Трифонов, доцент

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ РЗ – 1

«Умовні графічні зображення елементів і пристроїв релейного захисту та автоматики в електричних мережах»
з дисципліни «Основи релейного захисту та автоматики» для студентів напрямку підготовки 6.050701 «Електротехніка та електротехнології»

Друкується в редакції укладача

Підписано до друку 01.03.09. Формат 30 x 42/4.
Папір Rollux. Ризографія. Умовн. друк. арк 1,2.
Обліково-видавн. арк 1,2. Тираж 30 прим. Зам. №

Безкоштовно

Кафедра систем електропостачання

ДВНЗ НГУ
49027, м. Дніпропетровськ -27, просп.К.Маркса,19.