

Общие сведения о релейной защите

1. Назначение релейной защиты и автоматики
2. Требования к релейной защите
3. Структурная схема устройств релейной защиты
4. Основные алгоритмы функционирования

1. Назначение релейной защиты и автоматики

Условно, все устройства автоматики по своему назначению и области применения можно разделить на следующие две большие группы: **местную и системную технологическую автоматику, местную и системную противоаварийную автоматику.**

Технологическая автоматика обеспечивает автоматическое управление в нормальном режиме:

1. пуск блоков турбина-генератор и включение на параллельную работу синхронных генераторов;
2. автоматическое регулирование напряжения и реактивной мощности на шинах электростанции;
3. автоматическое регулирование частоты и обеспечения режима заданной нагрузки электростанции;
4. оптимальное распределение электрической нагрузки между блоками;
5. регулирование напряжения в распределительной сети;
6. регулирование частоты и потоков мощности и т.п.

Назначением противоаварийной автоматики является предотвращение или наиболее эффективная ликвидация последствий аварий:

1. релейная защита электрооборудования от коротких замыканий и ненормальных режимов;
2. автоматическое повторное включение;
3. автоматическое включение резерва;
4. автоматическая частотная разгрузка;
5. автоматическая ликвидация асинхронного режима.
6. автоматика предотвращения нарушения устойчивости и т.д.

Из перечисленных видов устройств автоматики особо выделяется релейная защита, изучающая поведение электроэнергетической системы и ее элементов в режимах глубоких возмущающих воздействий и скачкообразных изменений электрических параметров. Эти возмущения вызываются различного рода короткими замыканиями, которых могут возникнуть по причинам:

пробоя или перекрытия изоляторов линий электропередач в случае грозových перенапряжений или при их загрязнении;
обрыва проводов или грозозащитных тросов из-за обледенения и вибраций;
механических повреждений опор, поломке изоляторов разъединителей, схлестывании проводов;
ошибочного действия оперативного персонала;
заводских дефектов оборудования и ряда других факторов.

На релейную защиту возлагаются следующие функции:

1. **Автоматическое выявление поврежденного элемента с последующей его локализацией.** Защита подает команду на отключение выключателей этого элемента, восстанавливая нормальные условия работы для неповрежденной части энергосистемы.
2. **Автоматическое выявление ненормального режима с принятием мер для его устранения.** Нарушения нормального режима в первую очередь вызываются различного рода перегрузками, которые не требуют немедленного отключения. Поэтому защита действует на разгрузку оборудования или выдает сообщение дежурному персоналу.

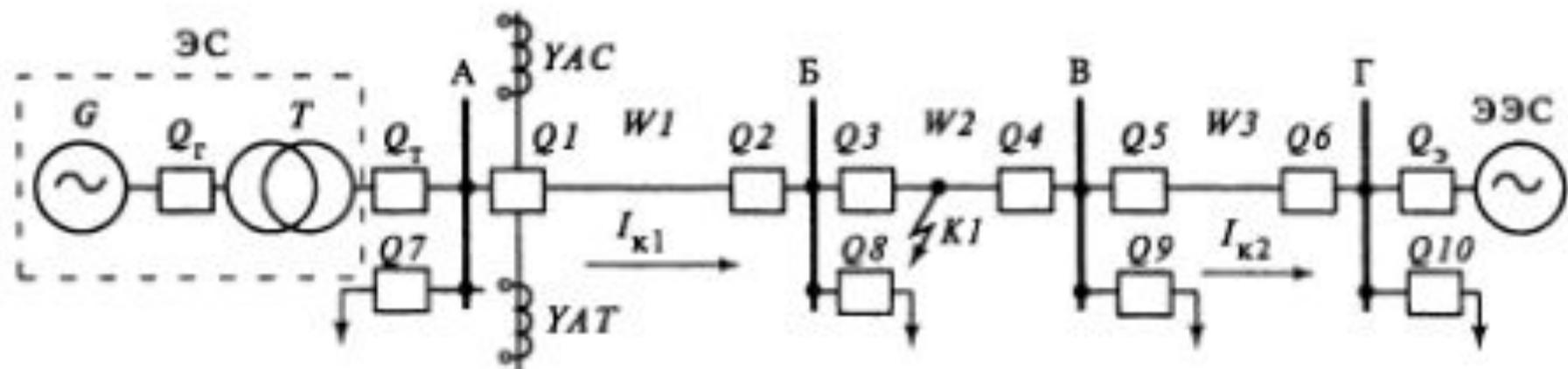


Рис. 1.1. Схема электроэнергетической системы



Рис.1 Микропроцессорные реле тока типа PCT 80AB, выпускаемое ИПФ «Реон-Техно»

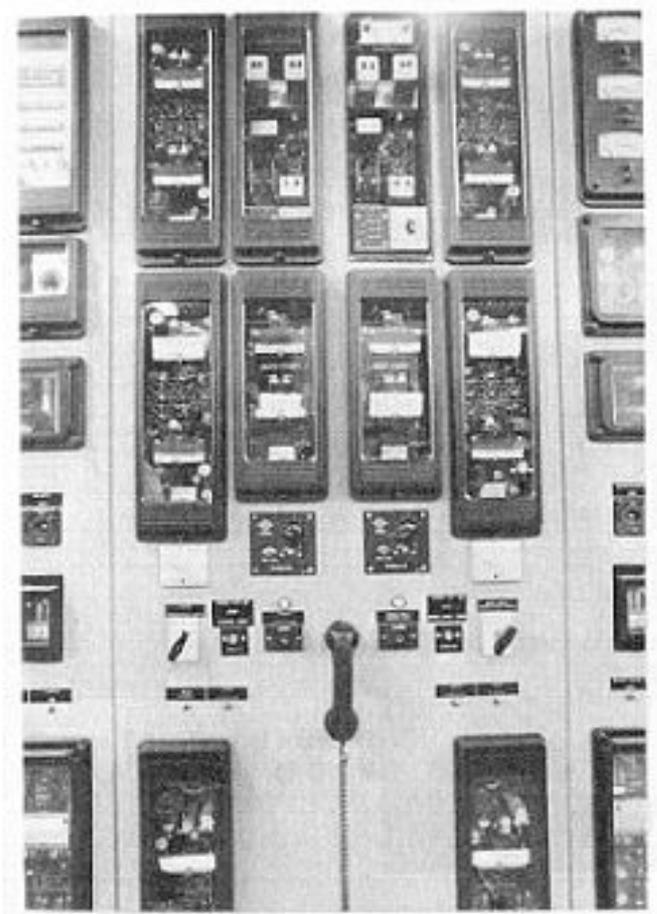


Рис. 2 Типовая панель защиты линии, выполненная на электро-механических реле



Рис.3 Многофункциональное цифровое устройство релейной защиты и автоматики НПС «Механотроника»

2. Требования к релейной защите

- **селективности:** релейная защита должна определять поврежденный элемент и подавать команду на локализацию (отключение) этого элемента выключателями, ближайшими к месту повреждения.

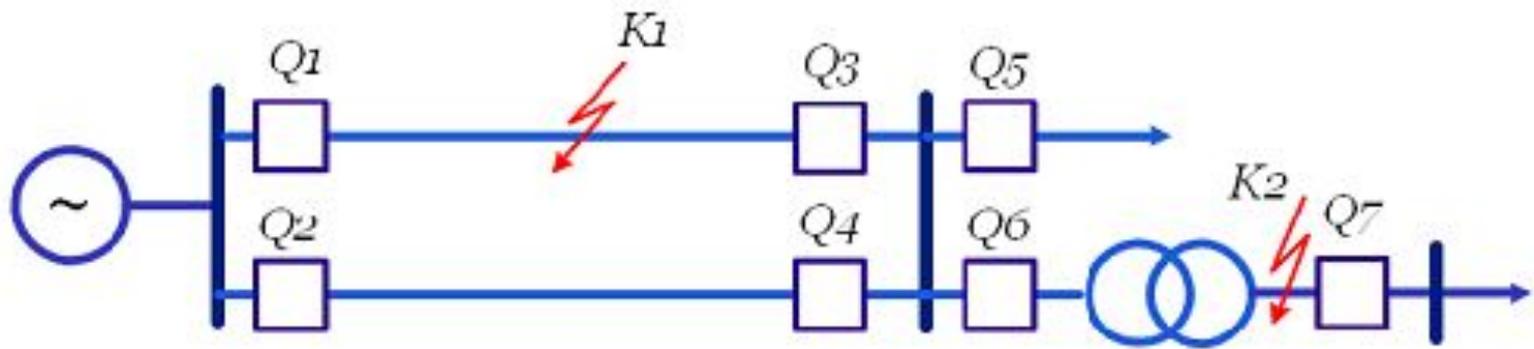


Рис.4 Иллюстрация селективного действия защиты

- **быстродействия:** быстрое отключение коротких замыканий позволяет уменьшить размер повреждения оборудования за счет термического и динамического действия токов, снизить влияние понижения напряжения на работу потребителей, повысить вероятность сохранения устойчивости параллельной работы энергосистемы. Защита считается быстродействующей при времени ее срабатывания до 0,1 сек;

- **надежности:** защита должна обладать аппаратной и функциональной надежностью. *Аппаратная надежность* обеспечивается надежностью ее отдельных компонентов, грамотными схемными реализациями и условиями эксплуатации. *Функциональная надежность* достигается за счет совершенства алгоритма функционирования защиты;

- **резервирования:** релейная защита объекта в случае отказа основных защит или защит смежных присоединений должна обеспечивать ликвидацию коротких замыканий. Считается, что защита обеспечивает функции ближнего резервирования, если она срабатывает при отказе собственных защит, и дальнего резервирования - при несрабатывании защит или выключателей смежных элементов;

- **чувствительности:** защита должна четко фиксировать все виды повреждений, предусмотренные алгоритмом ее функционирования. Наряду с изложенными выше требованиями при выборе и проектировании устройств релейной защиты следует принимать во внимание ряд дополнительных факторов:

3. Структурная схема устройств релейной защиты

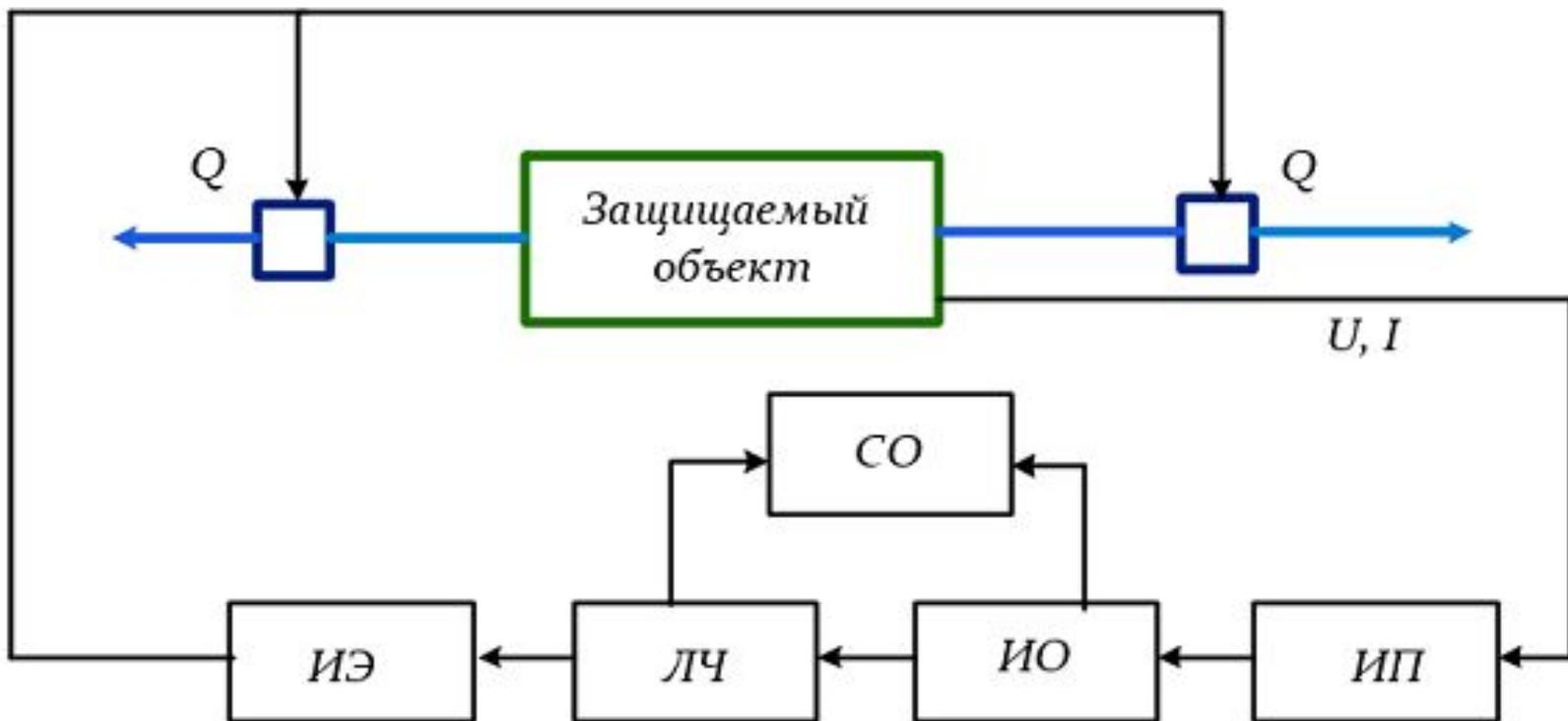


Рис.5 Структурная схема релейной защиты

Информация о состоянии объекта, обычно в качестве контролируемых параметров выступает ток и напряжение, преобразуется при помощи измерительных преобразователей **ИП** к виду, удобному для дальнейшей обработки и безопасному для обслуживающего персонала. В качестве измерительных преобразователей применяются трансформаторы тока и напряжения.

Измерительные органы **ИО**, иногда их называют пусковыми, непрерывно контролируют состояние и режим работы защищаемого объекта.

Логическая часть **ЛЧ** защиты обрабатывает сведения, поступившие с измерительных элементов, и формирует управляющее воздействие через исполнительные элементы **ИЭ** на коммутационную аппаратуру, звуковую и световую сигнализацию.

Сигнальный орган **СО** фиксирует срабатывание защиты в целом или ее отдельных блоков.

4. Основные алгоритмы функционирования

По способам обеспечения селективности все защиты можно разделить на две группы:

- защиты с относительной селективностью;
- защиты с абсолютной селективностью.

Защиты с относительной селективностью могут работать как при коротких замыканиях на защищаемом объекте, так и при повреждениях на смежных присоединениях в режиме резервирования. К таким защитам относятся токовые защиты, защиты напряжения, дистанционные защиты.

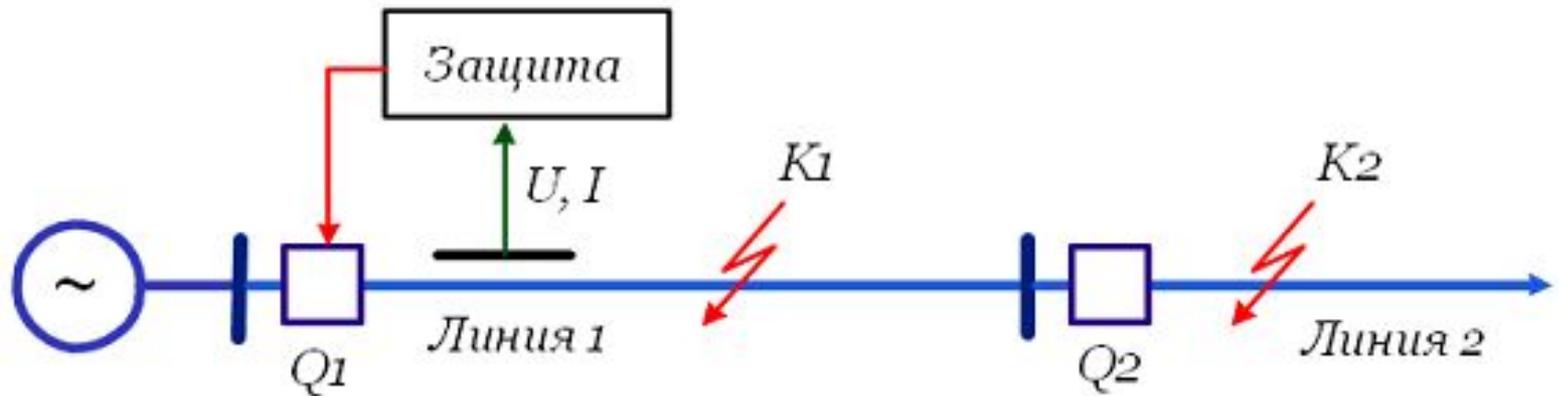


Рис. 6 Схема защиты одиночной линии

Токовые защиты основаны на фиксации увеличения тока при возникновении короткого замыкания.

Защиты напряжения учитывают уменьшение напряжения при коротком замыкании.

Дистанционные защиты фиксируют изменение сопротивления. Если учесть, что $Z_{ЛК} = Z_0 LK$, где Z_0 – сопротивление одного км линии, а LK - расстояние в км до места короткого замыкания, то сопротивление $Z_{ЛК}$ пропорционально расстоянию до места короткого замыкания $Z_{ЛК} \sim LK$, и, следовательно, дистанционный принцип позволяет определить место возникновения короткого замыкания.

Защиты с абсолютной селективностью работают только при коротком замыкании на защищаемом участке. К таким защитам относятся дифференциальные и дифференциально-фазные защиты.

Принцип действия *дифференциальной защиты* основан на сравнении токов на входе и выходе защищаемого объекта.

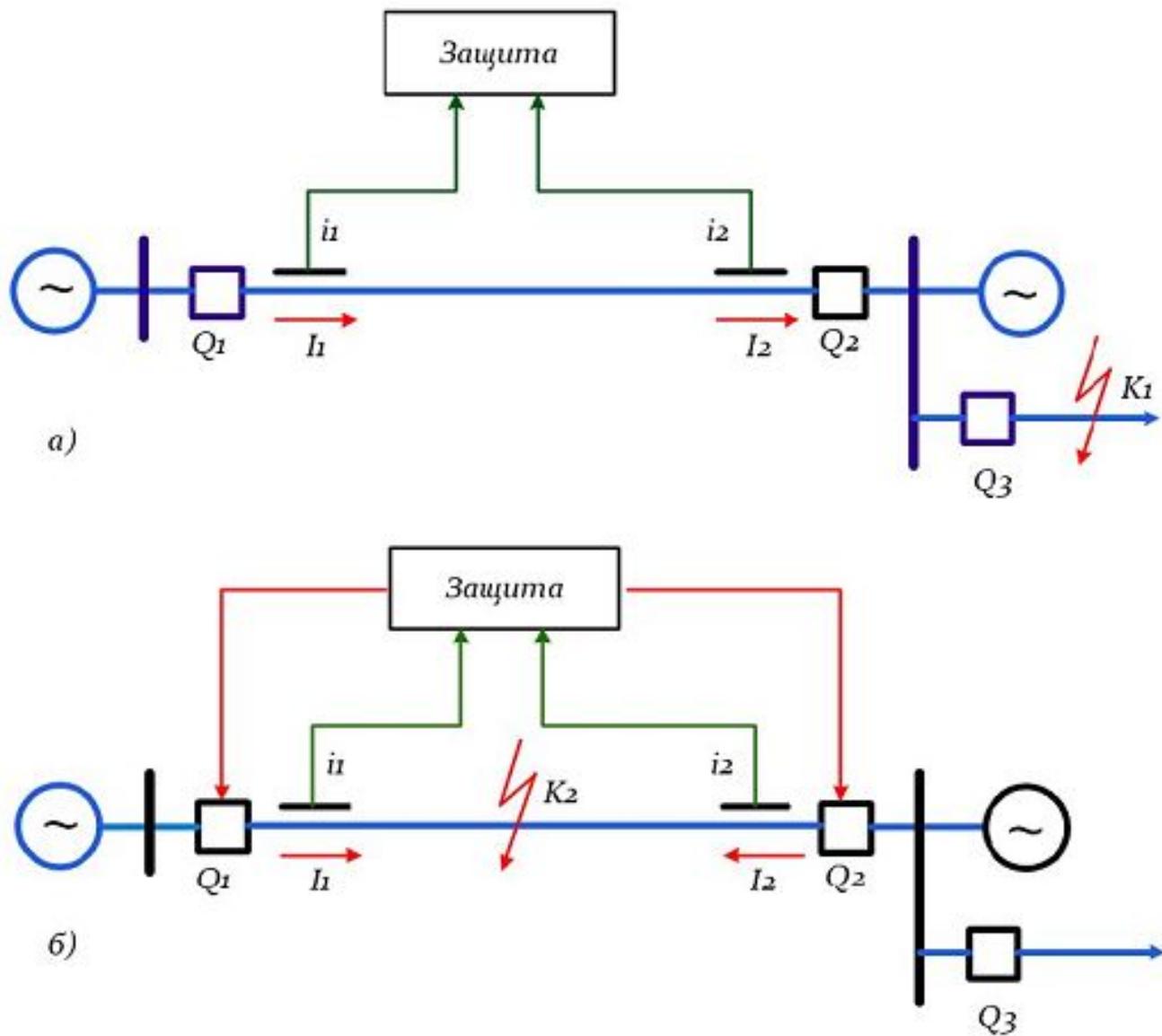


Рис.7 Принцип действия дифференциальной защиты:
 а) короткое замыкание вне зоны защиты;
 б) короткое замыкание в зоне действия защиты

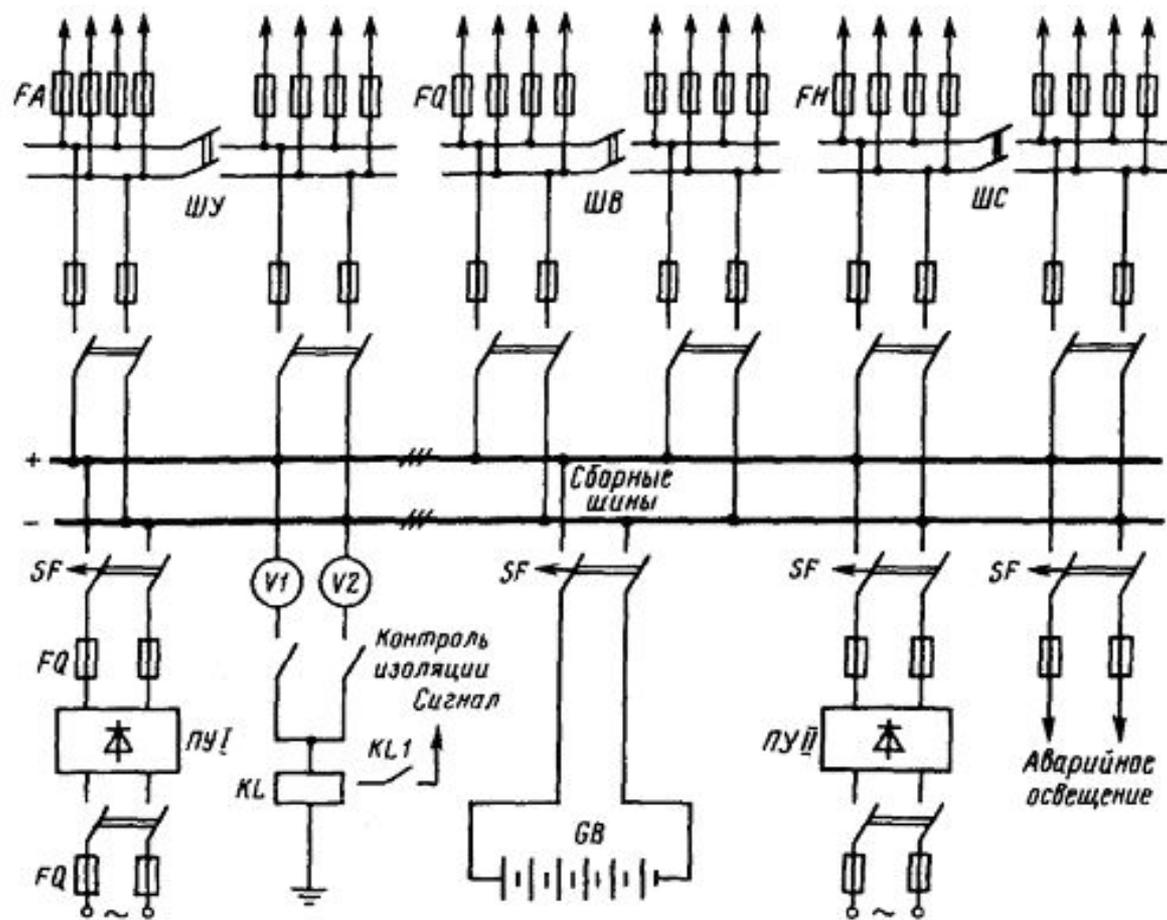


Рис.1.17. Принципиальная схема питания оперативных цепей РЗ, управления и сигнализации оперативным постоянным током

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, TAL</i>	Диод (тиристор)	<i>VD (VT)</i>
с насыщающимся магнитопроводом	<i>TALT</i>	Реле:	
напряжения (первичный, вторичный)	<i>TV, TVL</i>	тока	<i>KA</i>
Согласующий (промежуточный) трансформатор	<i>TL</i>	напряжения	<i>KV</i>
Трансреактор	<i>TAU</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>KZ</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>

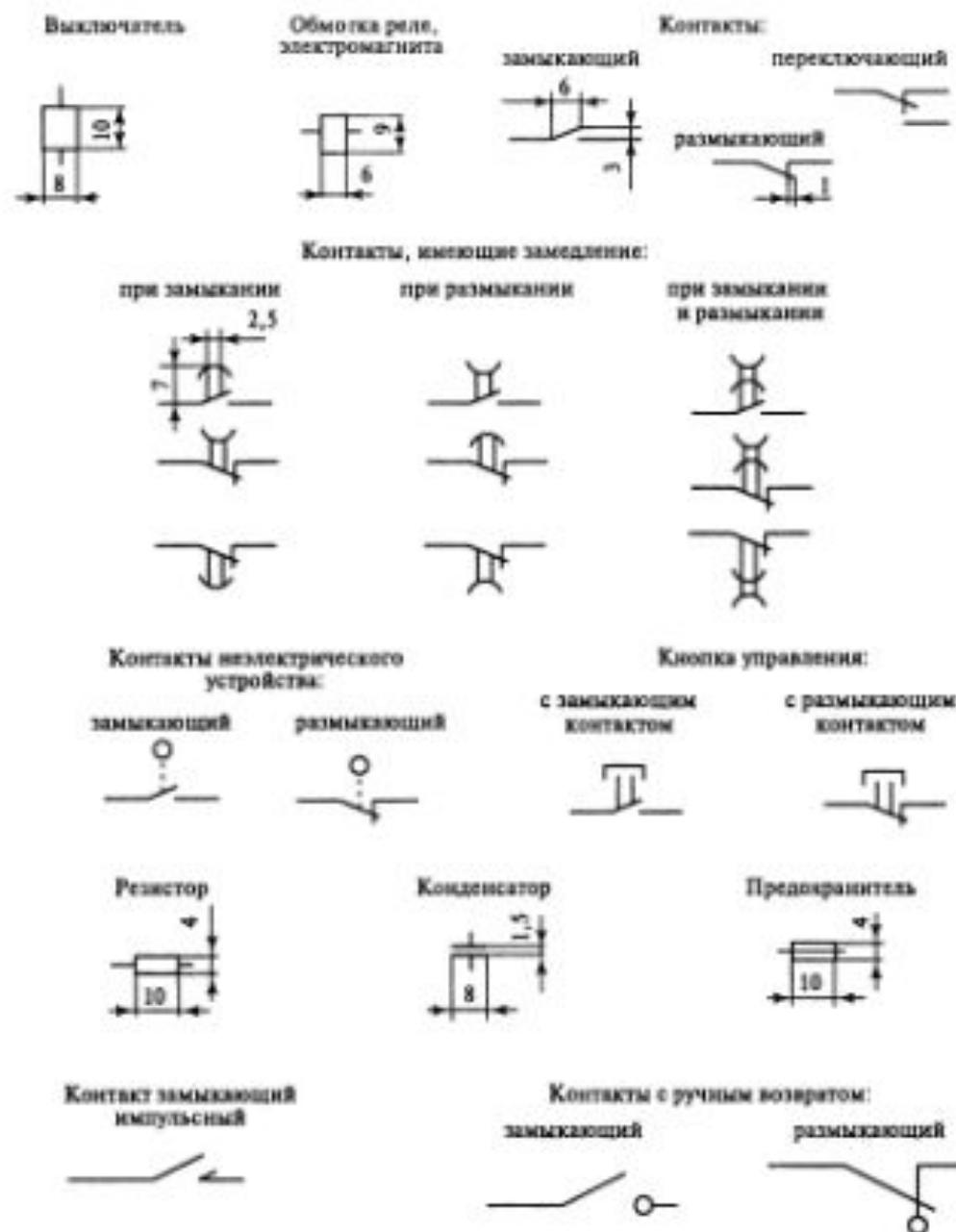


Рис. 1.3. Условное «графическое изображение» элементов электрических схем

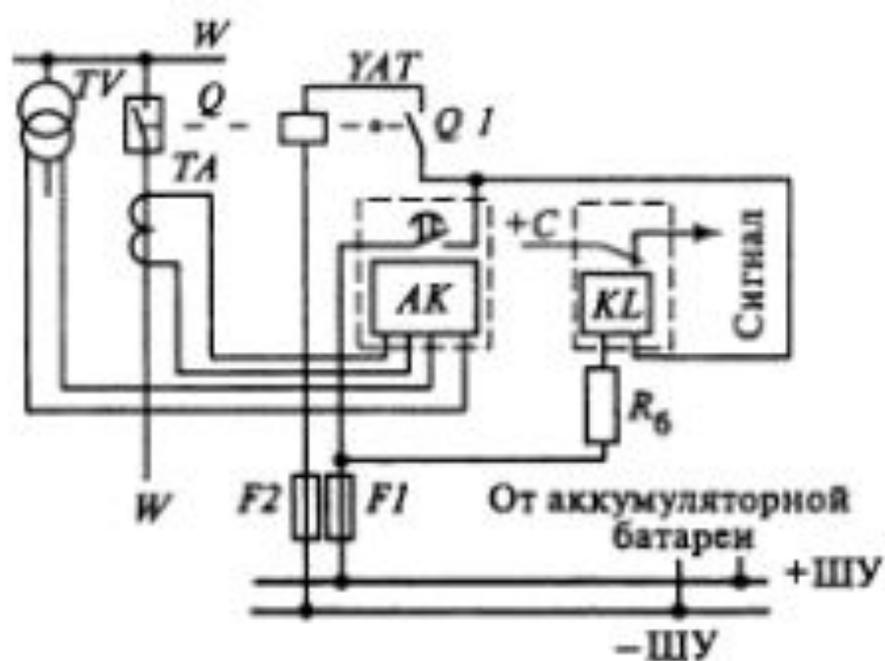


Рис. 1.4. Взаимодействие РЗ с приводом выключателя

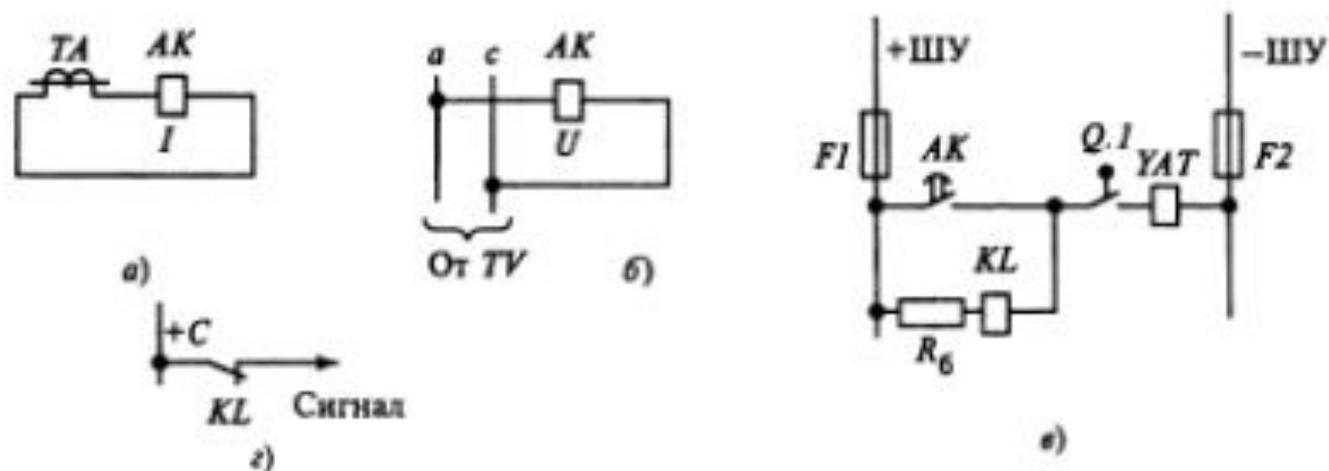


Рис. 1.5. Разнесенные схемы цепей РЗ:

а — цепи тока, б — цепи напряжения, в — оперативные цепи, г — цепи сигнализации

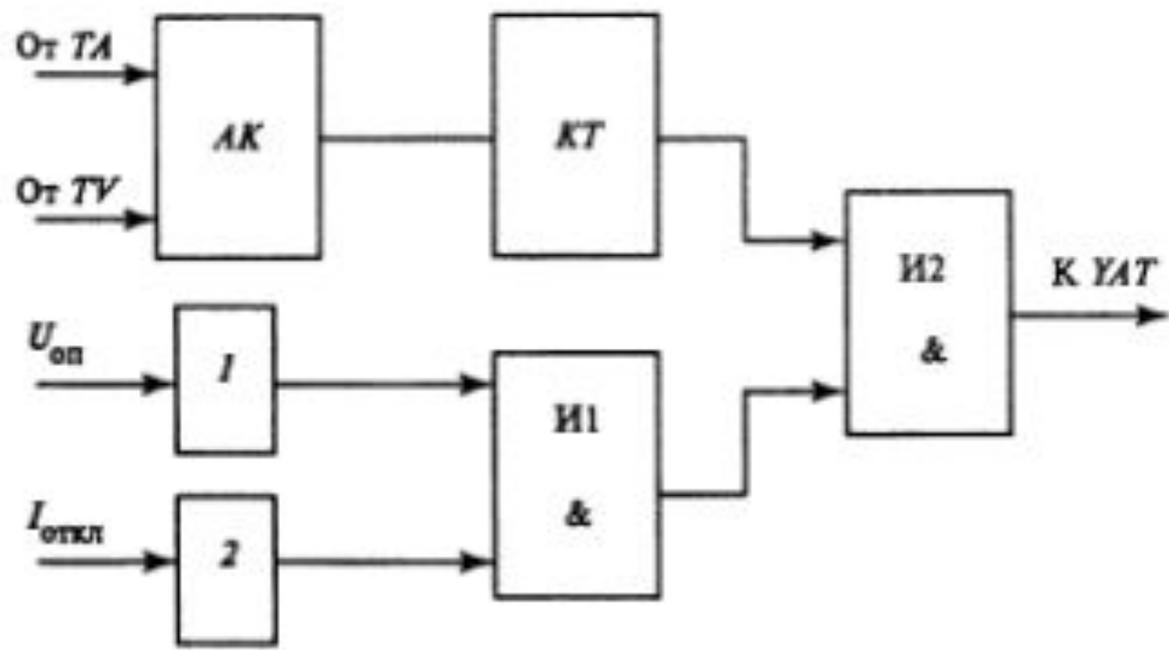


Рис. 1.6. Функциональная схема взаимодействия релейной защиты с приводом выключателя

ВЫВОДЫ

- 1. Релейная защита предназначена для автоматического выявления аварийного или ненормальных режимов и принятия необходимых мер для их устранения.*
- 2. К релейной защите предъявляются требования селективности, быстродействия, надежности, чувствительности, резервирования.*
- 3. Любая схема релейной защиты содержит измерительные преобразователи, измерительные органы, логическую часть, исполнительные и сигнальные элементы.*