

# 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.

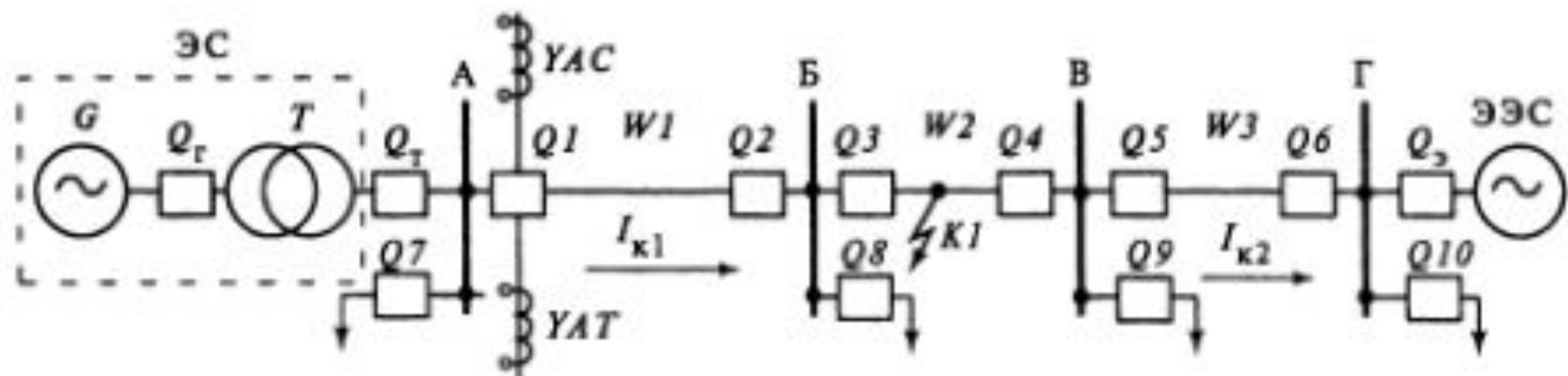


Рис. 1.1. Схема электроэнергетической системы



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



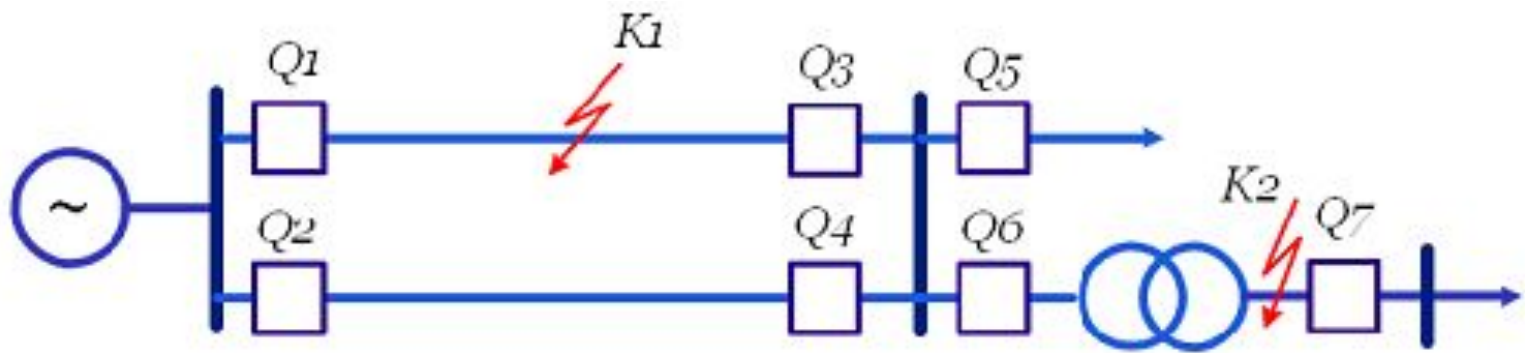
*Рис. 2 Типовая панель защиты линии, выполненная на электро-механических реле*



*Рис.3 Многофункциональное цифровое устройство релейной защиты и автоматики НПЦ «Мехатроника»*

## 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

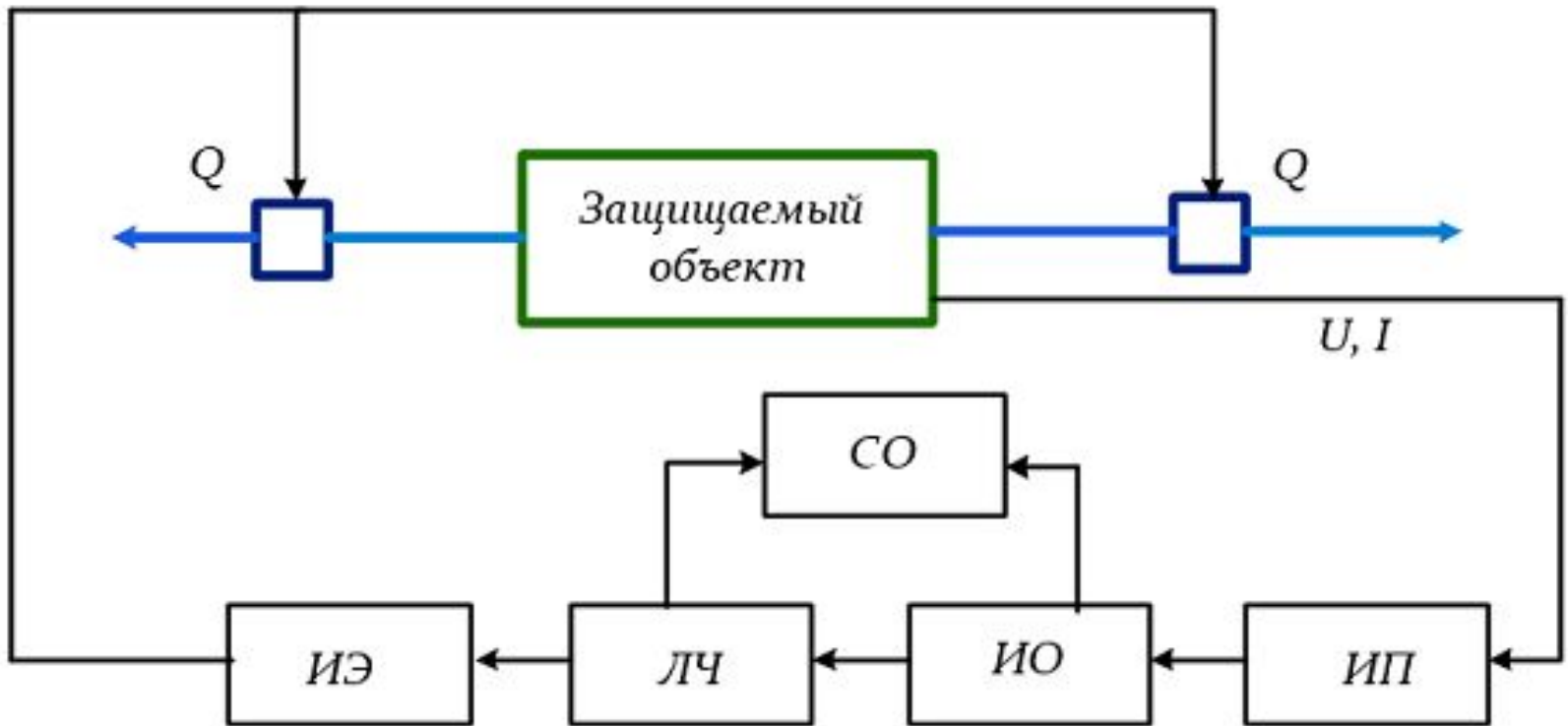


Рис.5 Структурная схема релейной защиты

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.

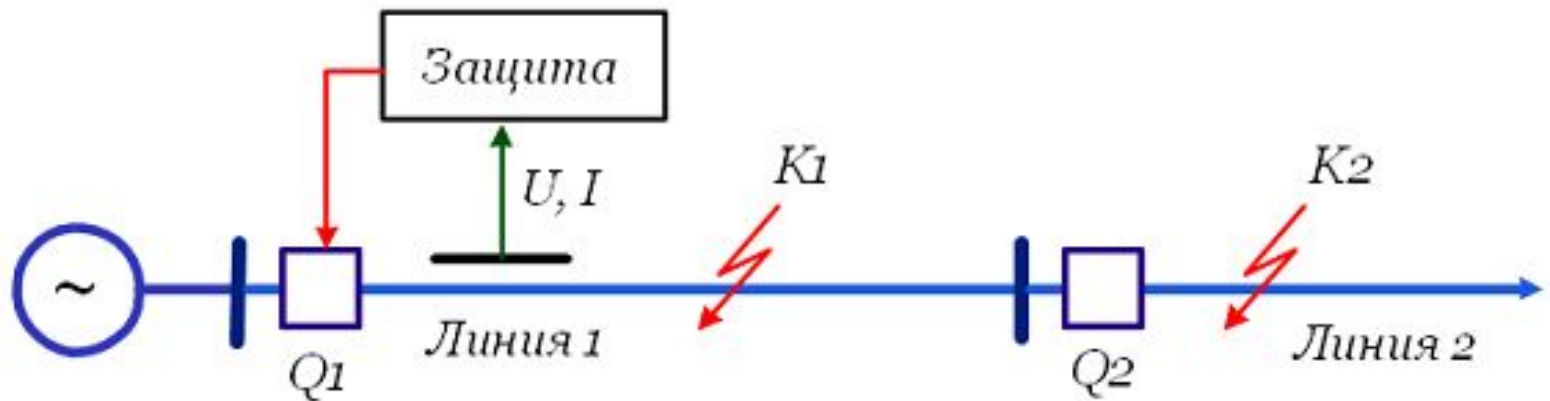


Рис. 6 Схема защиты одиночной линии

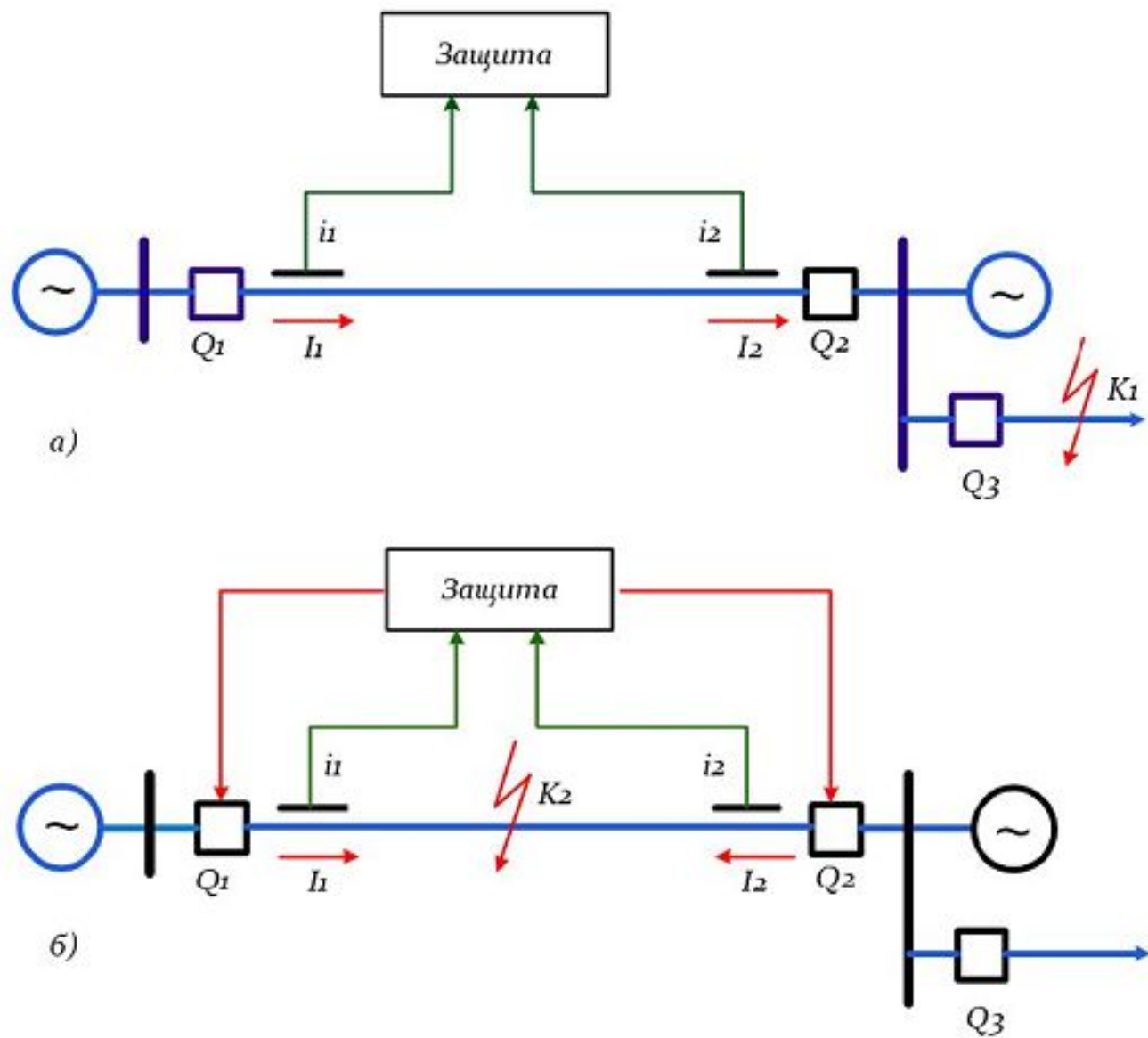
*Токовые защиты* основаны на фиксации увеличения тока при возникновении короткого замыкания.

*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

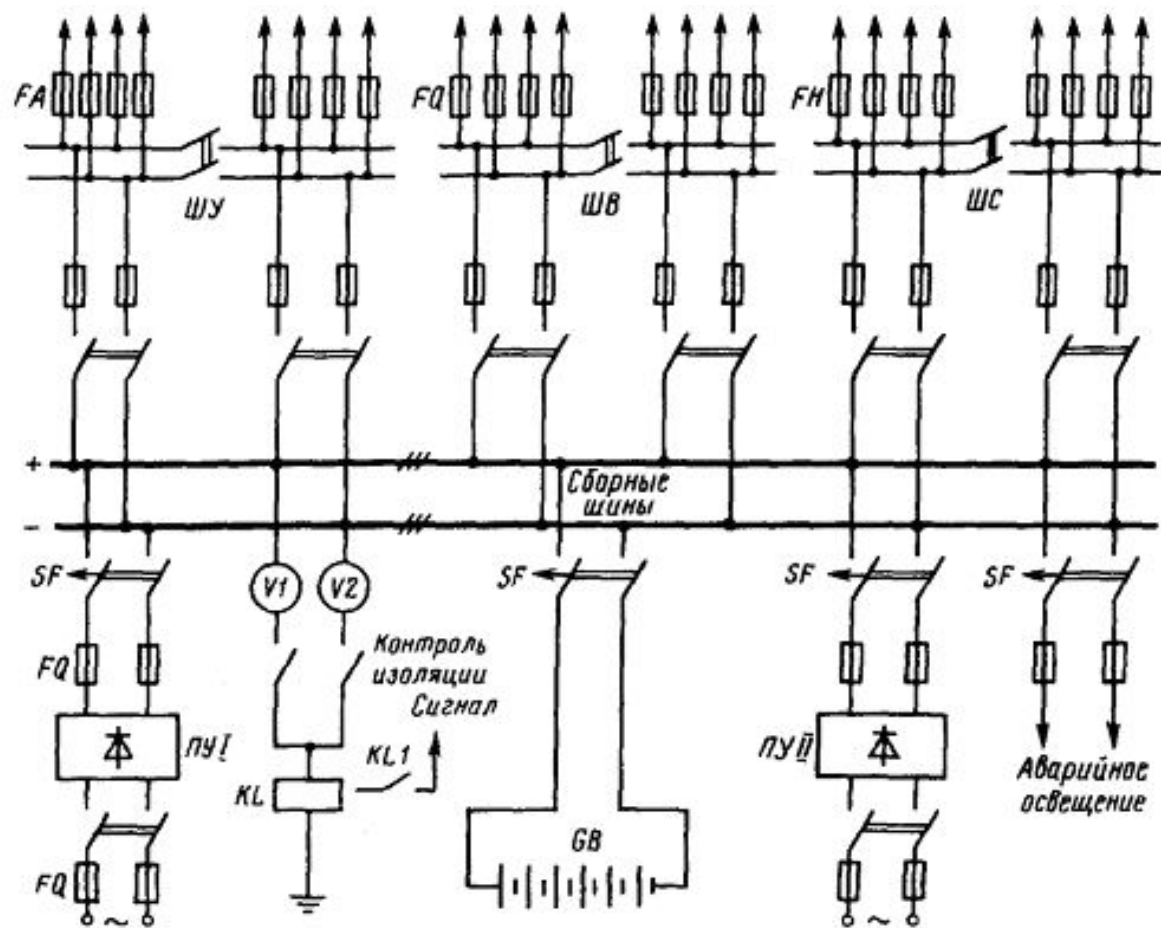


Рис.1.17. Принципиальная схема питания оперативных цепей РЗ, управления и сигнализации оперативным постоянным током

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>

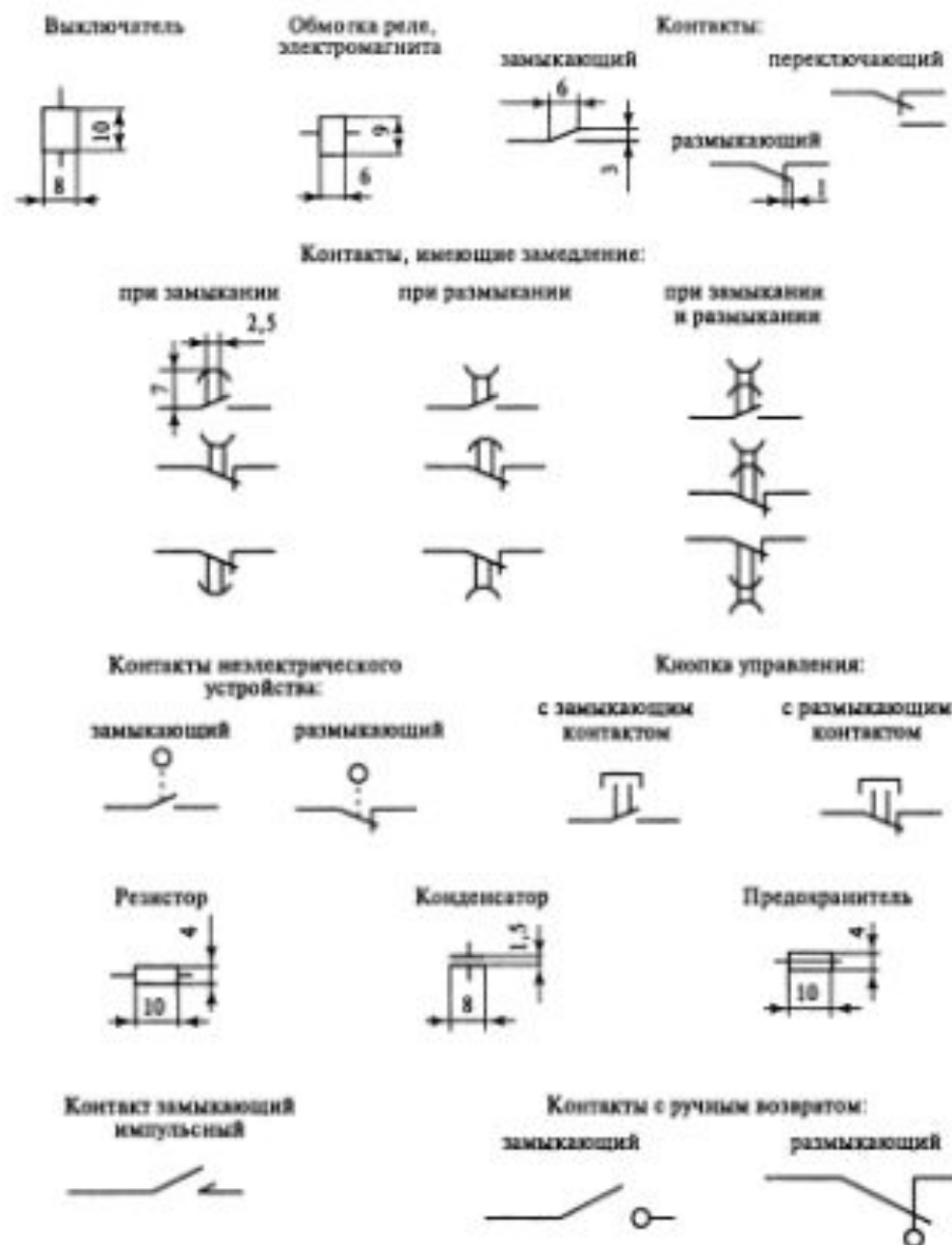


Рис. 1.3. Условное «графическое изображение» элементов электрических схем



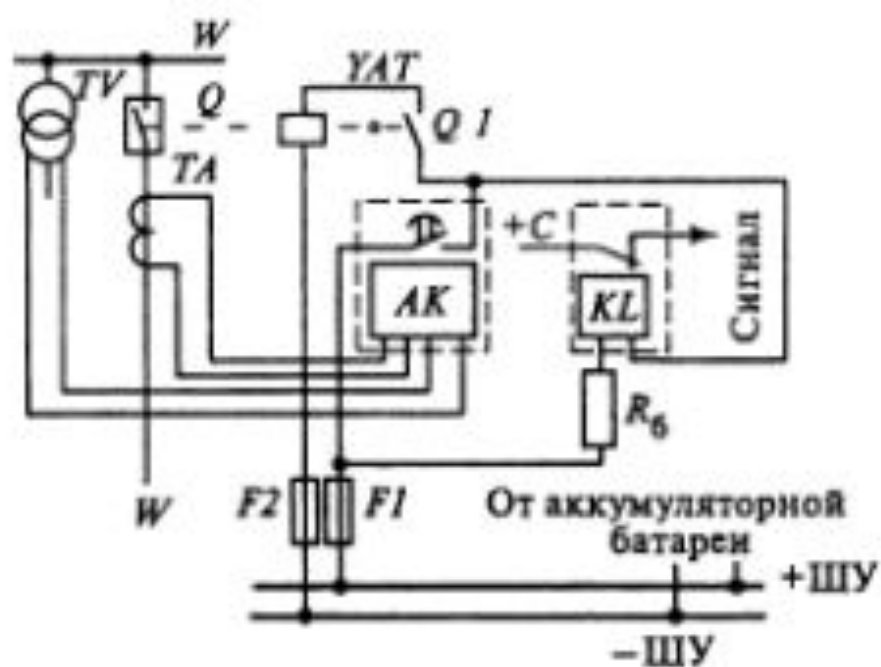


Рис. 1.4. Взаимодействие РЗ с приводом выключателя

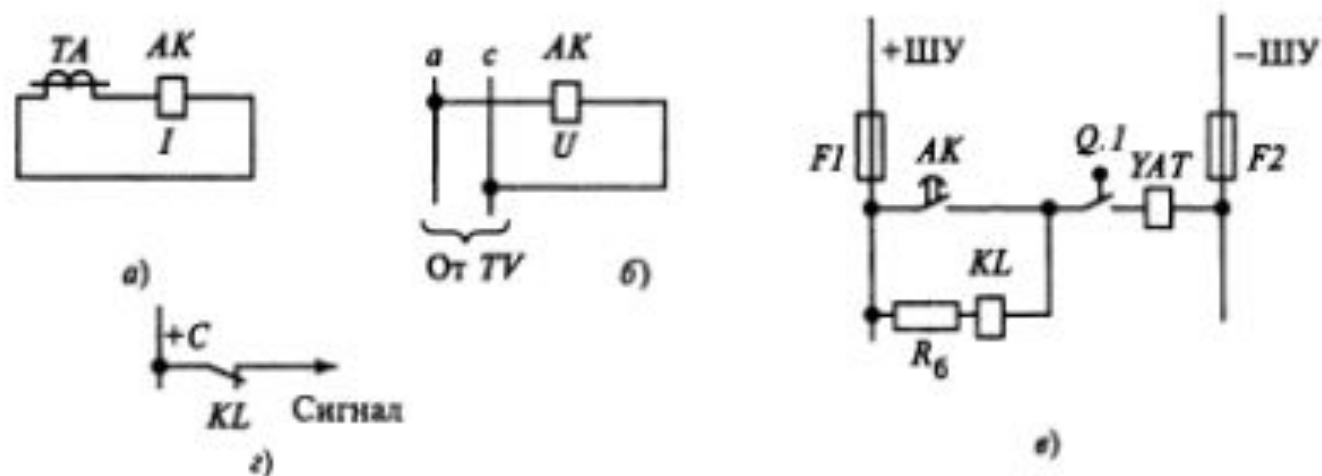


Рис. 1.5. Разнесенные схемы цепей РЗ:

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

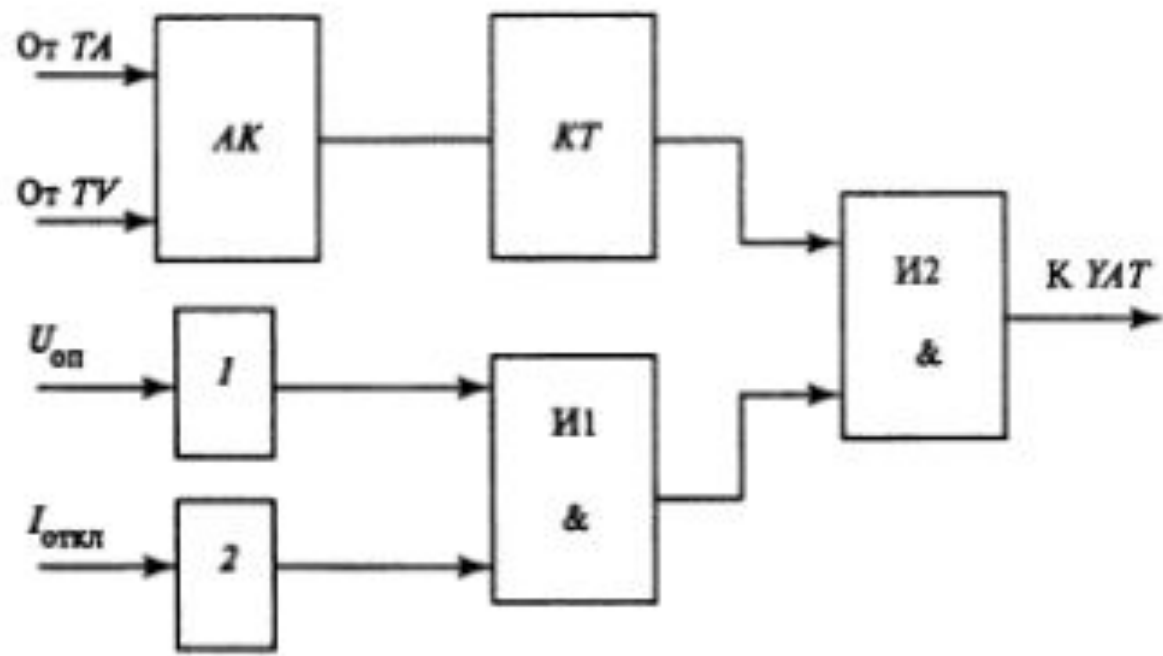


Рис. 1.6. Функциональная схема взаимодействия релейной защиты с приводом выключателя

## 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.*