

# **Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем**

Тема:

Общие сведения о релейной защите и автоматике

•

•

# Введение

Релейная защита и автоматика – это комплекс автоматических устройств, состоящих из устройств автоматического управления и устройств автоматического регулирования.

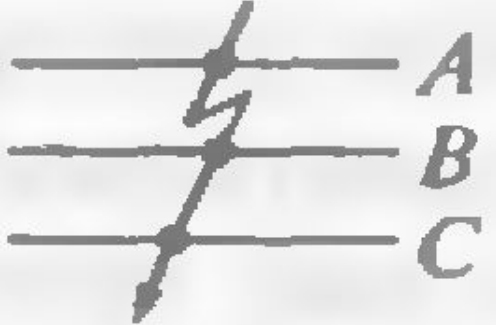
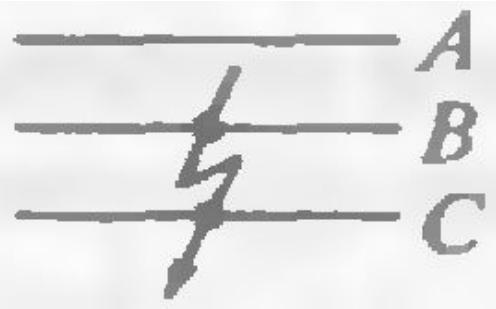
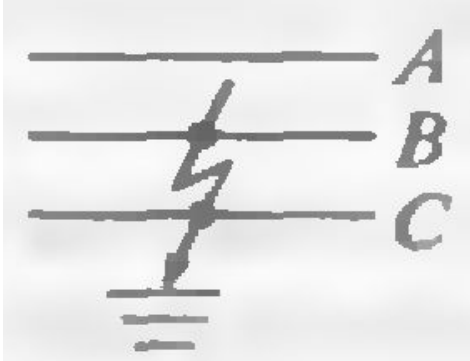
- *Устройства автоматического управления* включают в себя устройства релейной защиты и устройства автоматики (АПВ, АЧР и т.д.)
- *Устройства автоматического регулирования* включают в себя различные автоматические регуляторы (частоты, возбуждения, коэффициента трансформации и т.д.)

# Введение

Назначение релейной защиты:

1. Быстрое выявление и автоматическое отключение поврежденных элементов системы электроснабжения от остальной (неповрежденной) части;
2. Выявление нарушений нормальной работы оборудования (ненормальных режимов) и подача предупредительных сигналов.

# Виды повреждений

Схема	Вид замыкания	Вероятность
	Трехфазное КЗ $K^{(3)}$	5 %
	Двухфазное КЗ $K^{(2)}$	10 %
	Двухфазное КЗ на землю $K^{(1,1)}$	20 %

# Виды повреждений

Схема	Вид замыкания	Вероятность
 Схема двойного замыкания на землю. Показаны три фазы A, B и C. Фазы A и B имеют замыкания на землю, обозначенные молниями, соединенными с землей. Фаза C не имеет замыкания.	Двойное замыкание на землю $K^{(1+1)}$	-
 Схема однофазного замыкания на землю. Показаны три фазы A, B и C. Фаза C имеет замыкание на землю, обозначенное молнией, соединенной с землей. Фазы A и B не имеют замыканий.	Однофазное КЗ на землю $K^{(1)}$ Однофазное замыкание на землю $z^{(1)}$	65 %

# Виды повреждений

Опасные факторы КЗ:

1. Электродинамическое действие;
2. Термическое действие;
3. Снижение напряжения.

# Ненормальные режимы работы

1. Перегрузка

оборудования;

2. Качания;

3. Асинхронный режим

работы синхронного

• генератора.

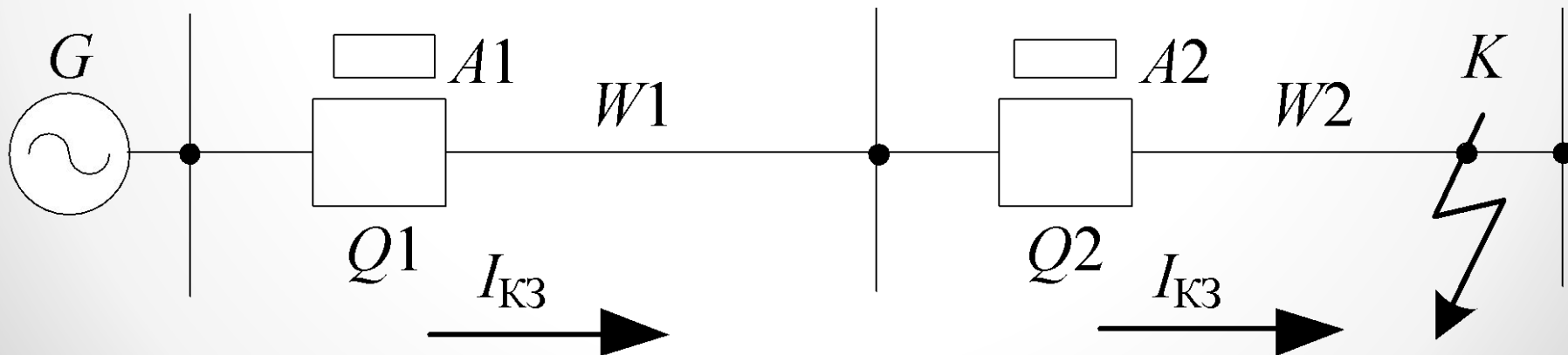
# Свойства релейной защиты

1. Селективность;
2. Быстродействие;
3. Чувствительность;
4. Надежность.



# Селективность

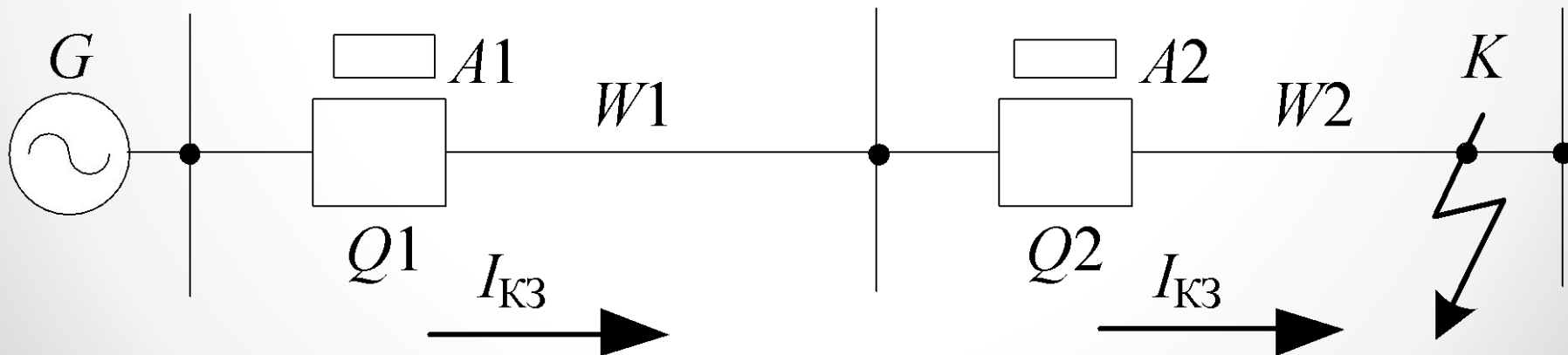
Селективность – это свойство защиты отключать только поврежденный элемент. Она обеспечивает способность защиты однозначно указать место возникновения ненормального режима, либо указать конкретный элемент СЭС.



# Селективность

Защиты делятся на:

1. Абсолютно селективные (срабатывают только при внутренних КЗ);
2. Относительно селективные (срабатывают при внешних и внутренних КЗ).



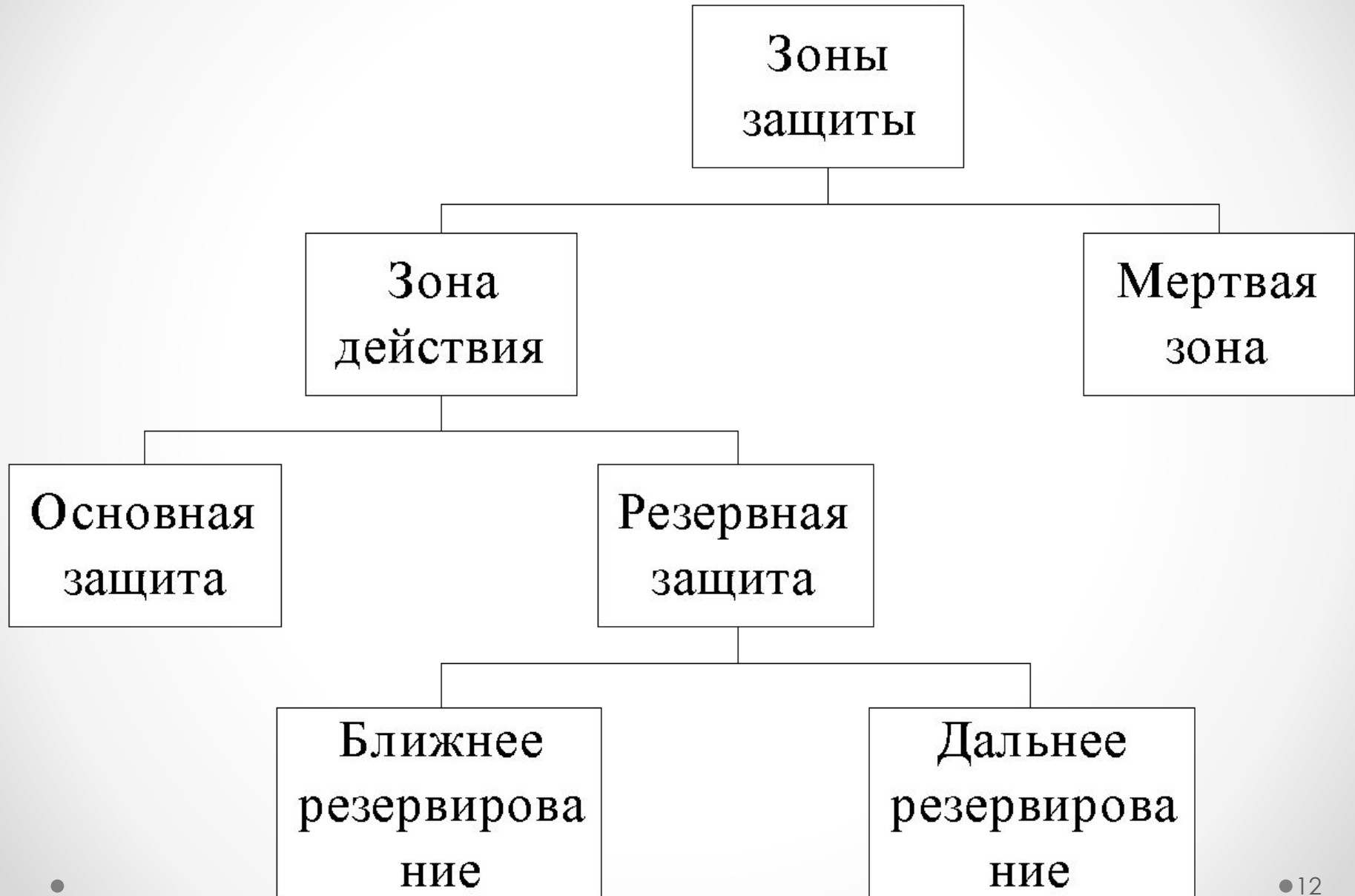
# Селективность

Основная защита – это защита, которая выполняет два требования: защищает весь объект и срабатывает с минимальным временем (относительно остальных защит).

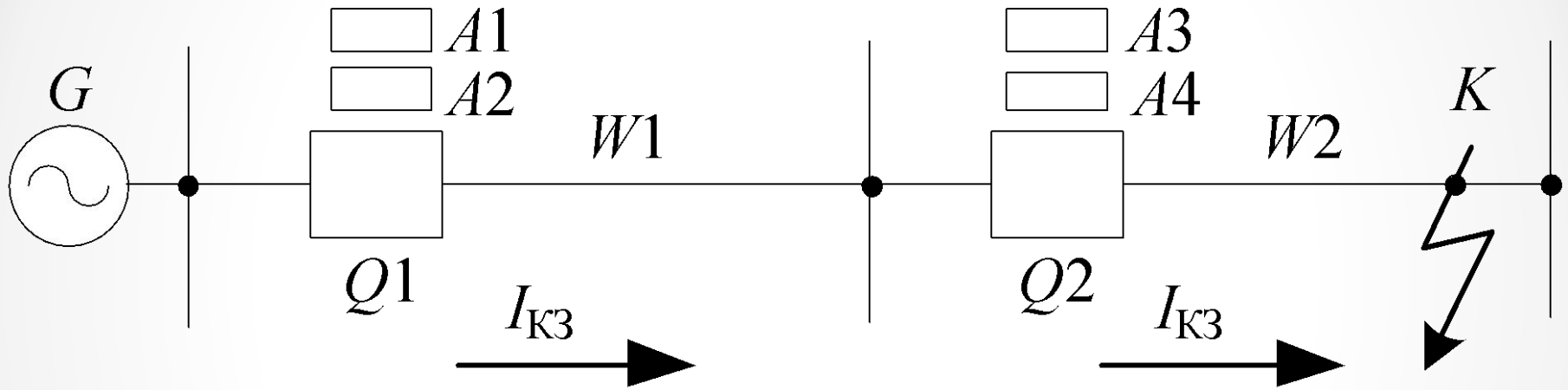
Резервная защита – это защита, которая срабатывает при выходе из строя основной защиты. Она имеет большее время срабатывания, чем основная защита.

Резервирование может быть ближним и дальним.

# Селективность



# Селективность



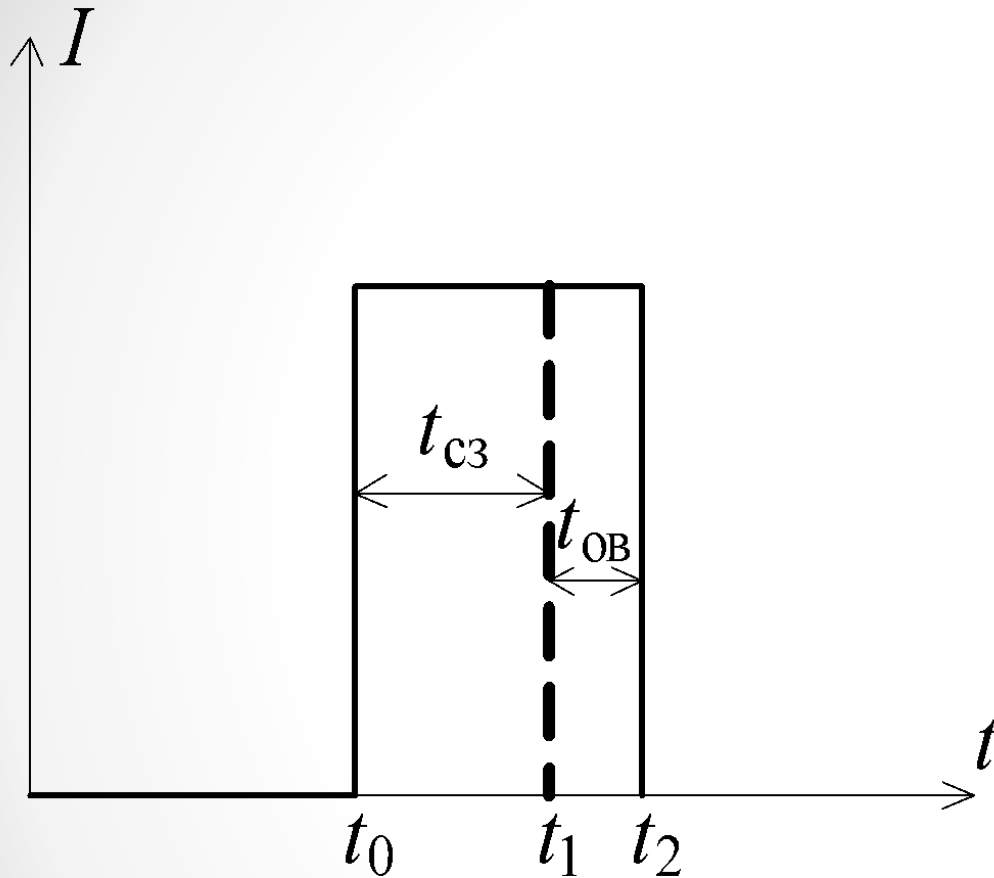
$A1, A3$  – основные защиты;  
 $A2, A4$  – резервные защиты.

# Быстродействие

Длительное существование режима КЗ может привести к следующим отрицательным последствиям:

1. Нарушение устойчивости работы энергосистемы;
2. Увеличение объема повреждения оборудования;
3. Повреждение другого оборудования, по которому проходят токи КЗ;
4. Нарушение работы потребителей.

# Быстродействие



$t_0$  – возникновение КЗ;

$t_0 \dots t_1$  – время срабатывания защиты ( $t_{сз}$ );

$t_1 \dots t_2$  – время отключения выключателя ( $t_{ОВ} \approx 0,06 \dots 0,15$  с);

$t_0 \dots t_2$  – время отключения элемента ( $t_{оэ} = t_{сз} + t_{ОВ}$ );

$t_{сз}$  – время от момента возникновения КЗ до момента появления исполнительного сигнала на выходе устройства релейной защиты.

# Чувствительность

Чувствительность — это способность устройства РЗ срабатывать при любых возможных повреждениях при минимальных режимах работы СЭС, она характеризует устойчивость срабатывания защиты при КЗ в любой точке защищаемой зоны.



# Чувствительность

$$K_{\text{ч}} = \frac{I_{\text{кз. min}}}{I_{\text{сз}}}$$

$I_{\text{сз}}$  – ток срабатывания защиты;

$I_{\text{кз. min}}$  – минимальный ток КЗ, определенный при трех условиях: 1) минимальный режим работы источника питания (эквивалентное сопротивление энергосистемы максимально); 2) КЗ в конце зоны действия защиты; 3) КЗ металлическое.

# Надежность

Надежность – это способность устройства выполнять заданные функции при заданных условиях эксплуатации.

Функции основной защиты:

1. Срабатывание основной защиты при внутреннем КЗ;
2. Несрабатывание основной защиты при внешнем КЗ;
3. Несрабатывание основной защиты при нормальном режиме работы.

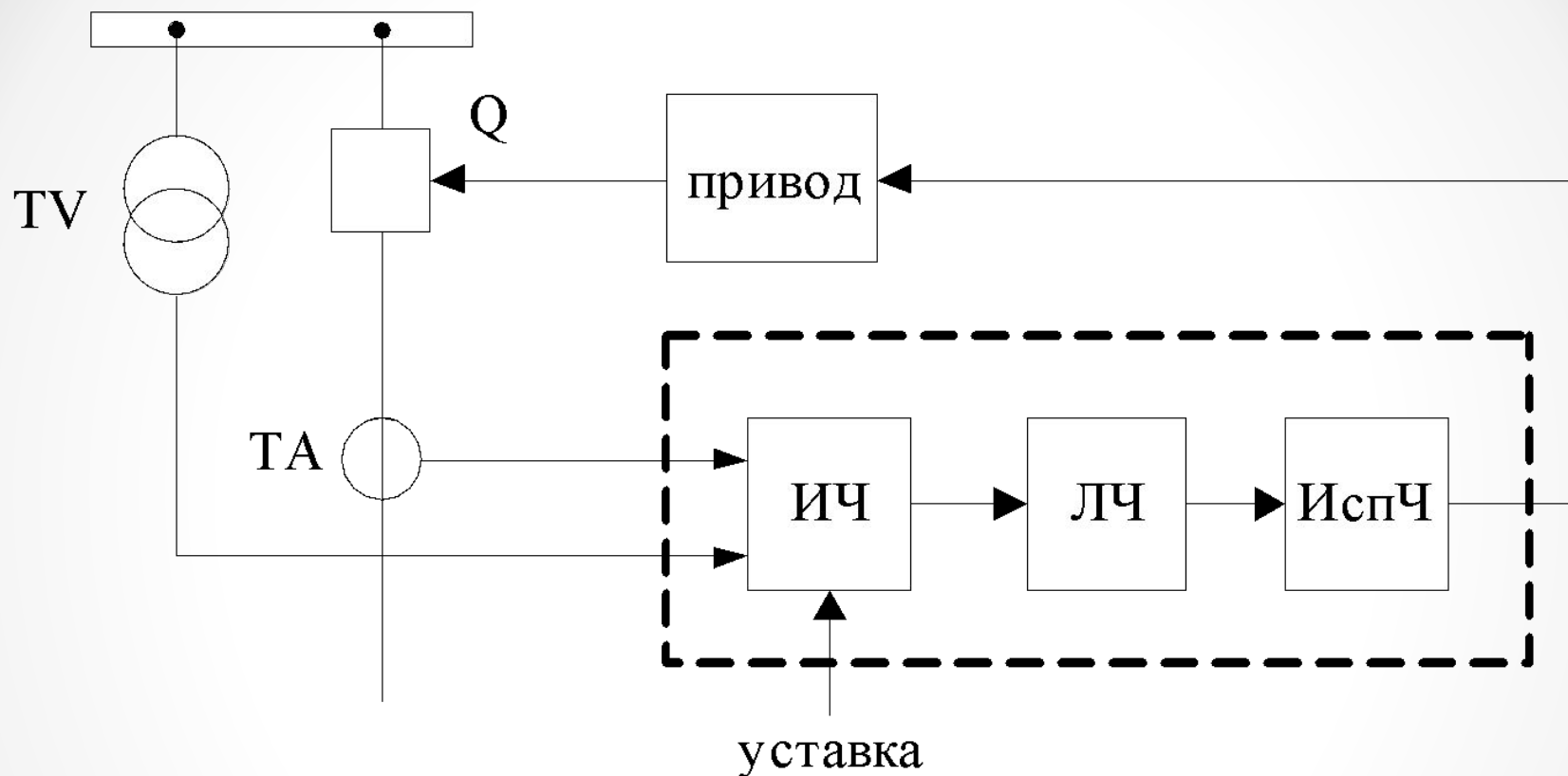
При невыполнении функций возникает отказ функционирования, он может быть трех видов:

1. Отказ срабатывания (невыполнение 1-й функции);
2. Излишнее срабатывание (невыполнение 2-й функции);
3. Ложное срабатывание (невыполнение 3-й функции).

# Классификация защит



# Структура защиты



ИЧ – измерительная часть (орган) ; ЛЧ – логическая часть; ИспЧ – исполнительная часть; ТА, TV - измерительные трансформаторы тока и напряжения

# Классификация реле

*Электрическим реле* называют аппарат, предназначенный для выполнения скачкообразных изменений в выходных цепях при заданных значениях электрических воздействующих величин.

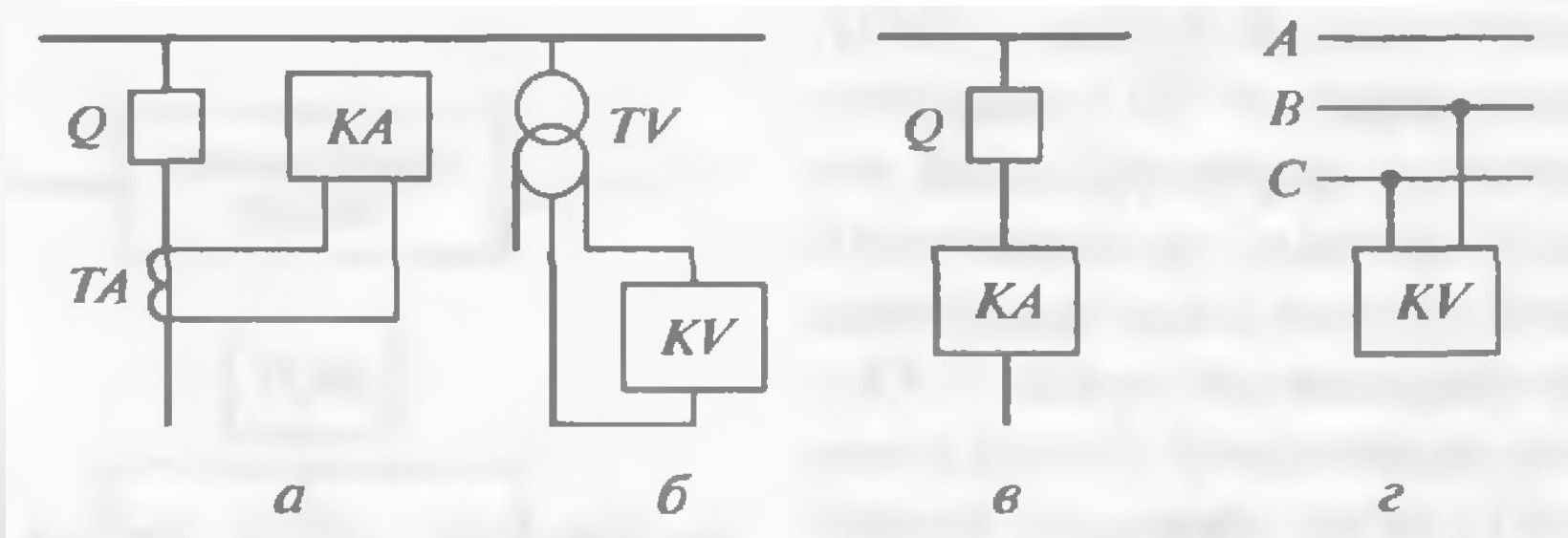
*По материальной базе:*

- а) Электромеханические
  - Электромагнитные;
  - Индукционные;
  - Магнитоэлектрические.
- б) Полупроводниковые;
- в) Микропроцессорные.

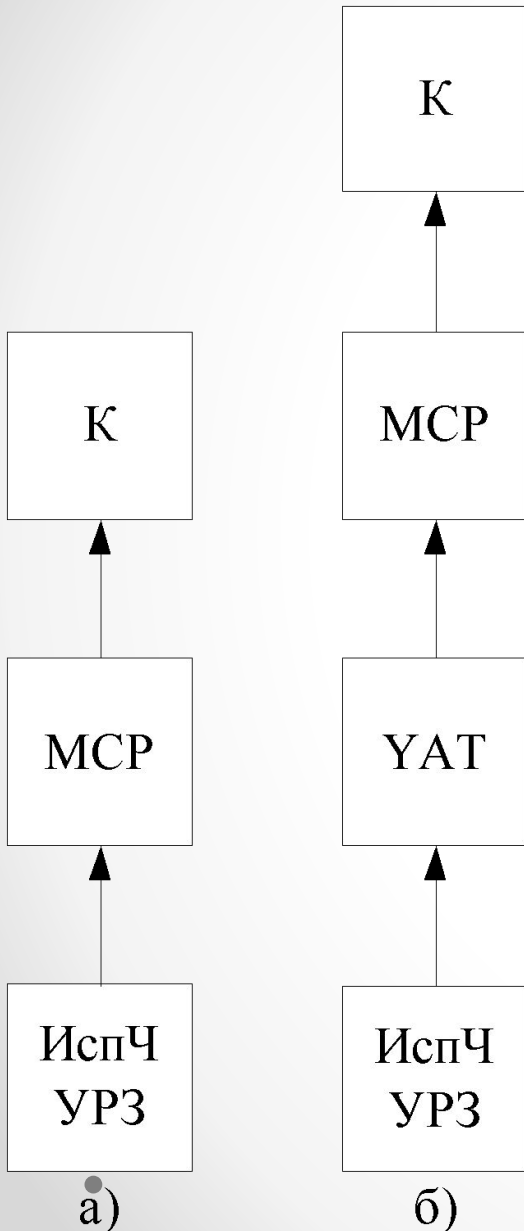
# Классификация реле

*По способу подключения к сети:*

- а) Первичные (подключаются непосредственно в измерительную цепь);
- б) Вторичные (подключаются в измерительную цепь через первичный измерительный преобразователь).



# Классификация реле



*По способу воздействия на коммутационный аппарат (отключающее устройство):*

а) Прямого действия (ИспЧ механически связана с отключающим устройством коммутационного аппарата);

б) Косвенного действия (ИспЧ управляет цепью электромагнита отключения выключателя).

# Классификация реле

*По назначению:*

а) Измерительные:

- Максимальные;
- Минимальные;
- Комбинированные.

б) Логические:

- Промежуточные;
- Времени;
- Указательные.

*По количеству воздействующих величин:*

а) С одной воздействующей величиной;



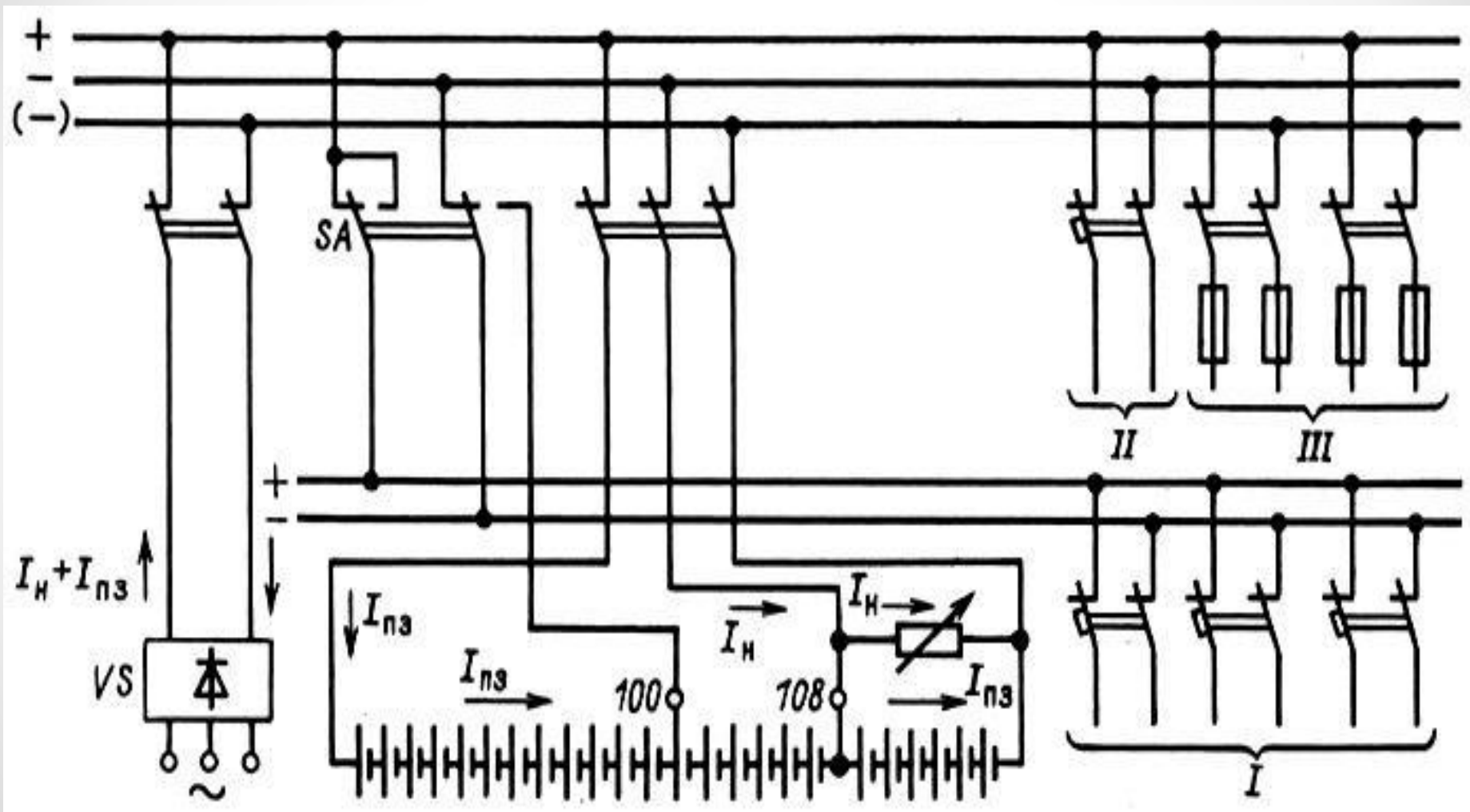
# Оперативный ток

*Оперативным током* называют ток, питающий цепи дистанционного управления выключателями, оперативные цепи РЗ, автоматики, телемеханики и сигнализации.

Находят применение следующие виды оперативного тока:

1. Постоянный оперативный ток;
2. Выпрямленный оперативный ток;
3. Переменный оперативный ток.

# Система постоянного оперативного тока



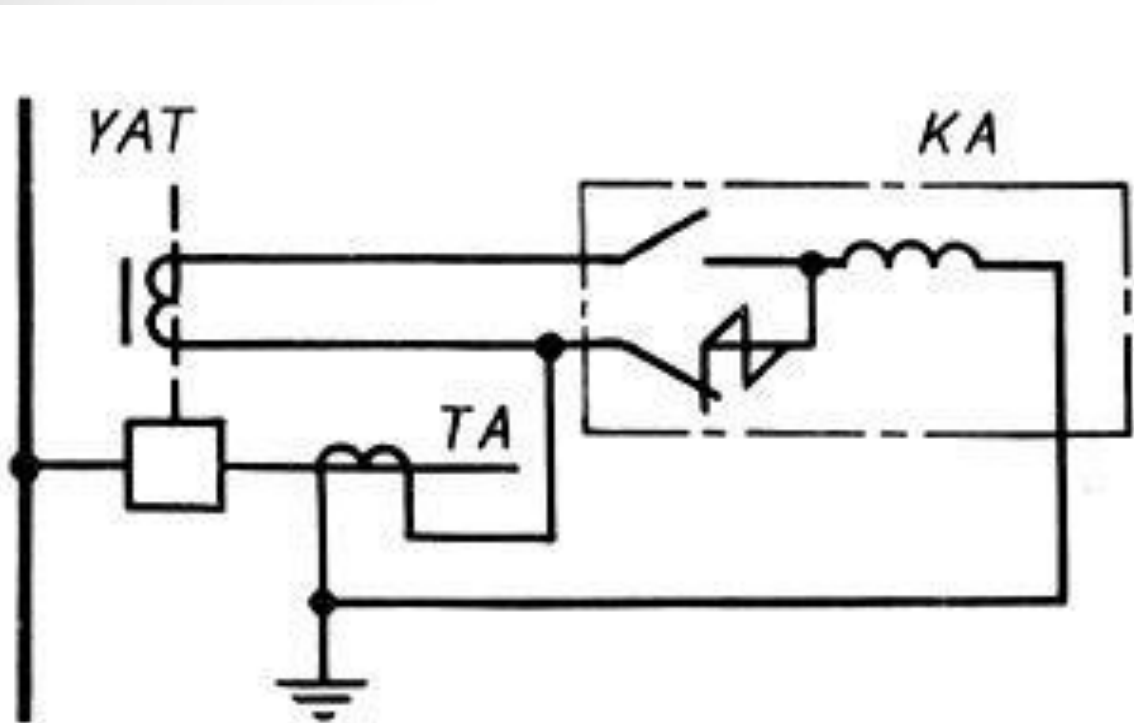
# Система переменного оперативного тока

## Источники переменного оперативного

тока:

1. Трансформаторы тока.
2. Трансформаторы напряжения.
3. Трансформаторы собственных нужд.

# Система переменного оперативного тока

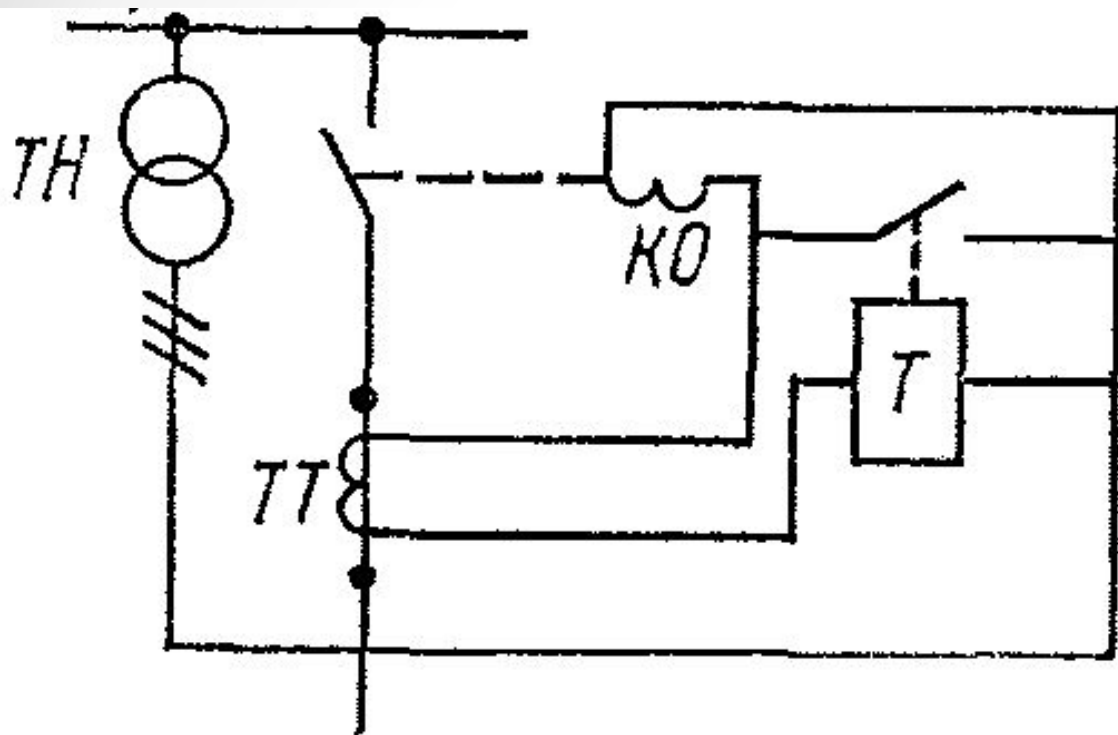


**ТА** —  
трансформатор  
тока;

**УАТ** —  
электромагнит  
отключения  
выключателя;

**КА** — катушка  
токового реле.

# Система переменного оперативного тока



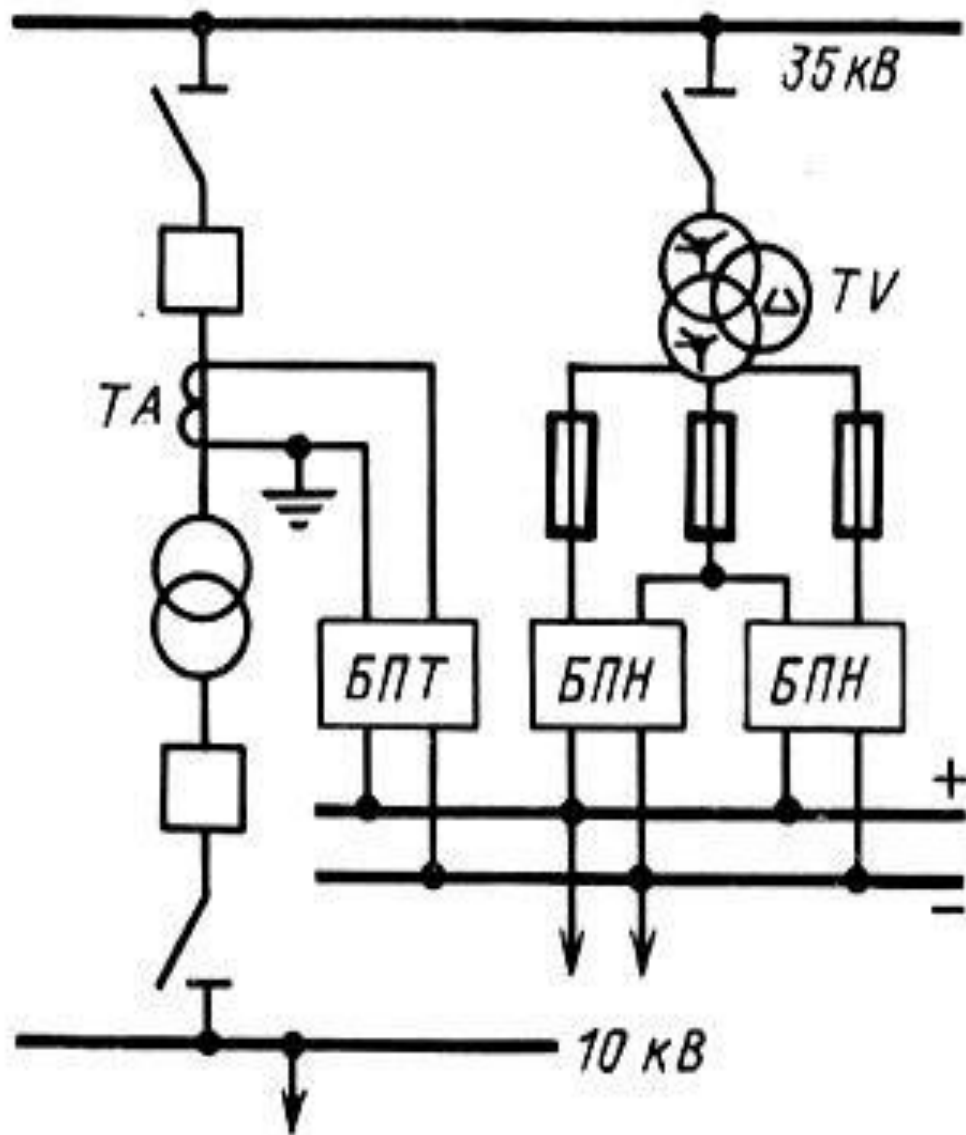
**ТН** –  
трансформатор  
напряжения;

**ТТ** –  
трансформатор  
тока;

**КО** – катушка  
отключения  
выключателя;

**Т** – реле тока.

# Система выпрямленного оперативного тока

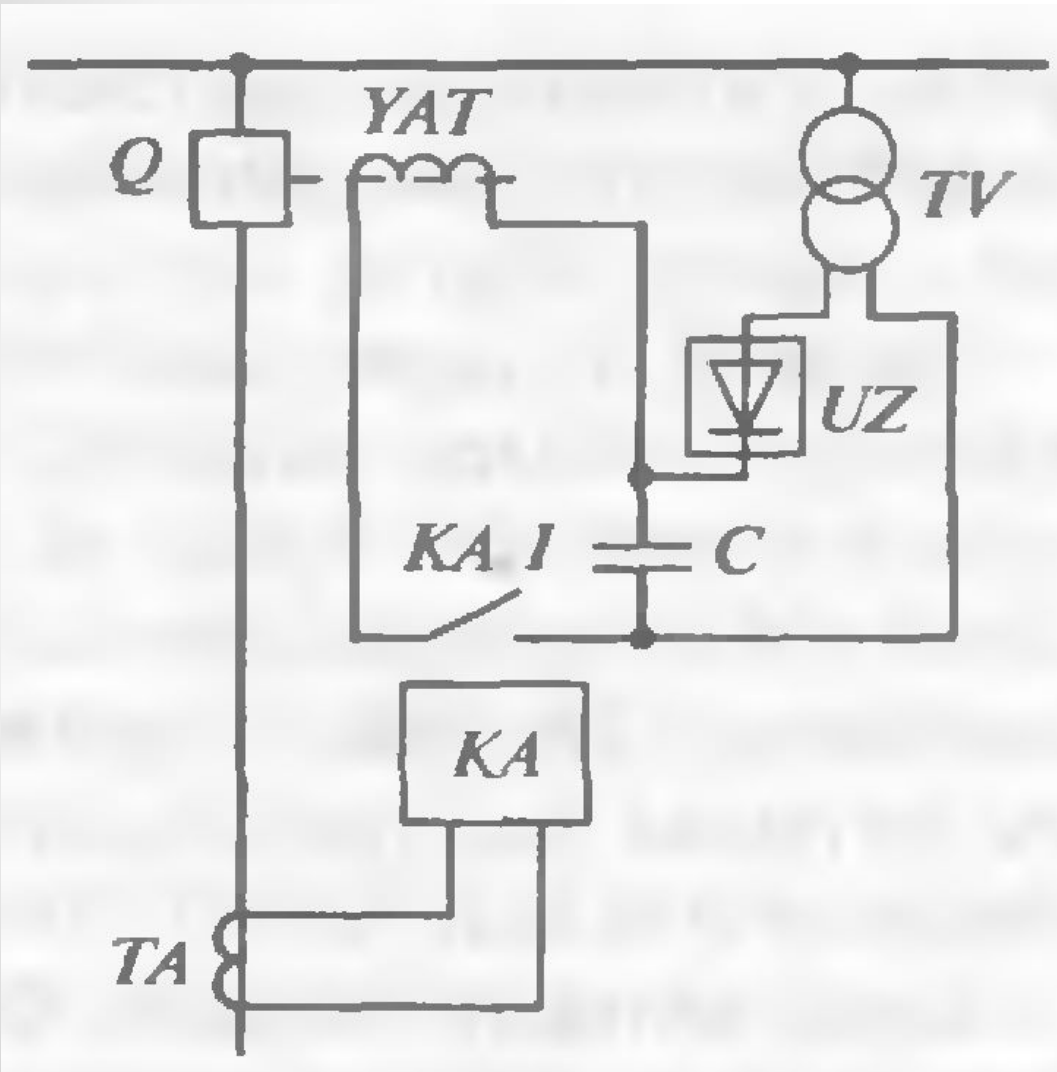


**ТА** —  
трансформатор  
тока;

**TV** —  
трансформатор  
напряжения;

**БПТ, БПН** —  
блок питания  
(токовый и  
напряжения).

# Предварительно заряженный конденсатор



**TA** – трансформатор  
тока;

**TV** – трансформатор  
напряжения;

**YAT** – электромагнит  
отключения  
выключателя;

**C** – конденсатор;

**UZ** – выпрямитель.