

# Основные виды релейной защиты

# Основные виды релейной защиты

## Как формируются релейные защиты

Качество электроэнергии строго регламентируется техническими нормативами:

- амплитудой напряжения и тока;
- частотой сети;
- формой синусоидальной гармоники и наличием в ней посторонних шумов;
- направлением, величиной и качеством мощности;
- фазой сигнала и некоторыми другими параметрами.

По видам контролируемого параметра защиты делят на:

- токовые,
- напряжения;
- дистанции (сопротивления линии);
- частоты;
- мощности;
- фазы и другие.

# Классификация по принципу действия

Измерительный орган любой защиты настраивается на определенную уставку, которая разграничивает зону охвата, срабатывания защиты. В нее могут входить несколько участков или только один.

Защита может реагировать на все возможные виды повреждений, возникающие в защищаемой зоне либо только на какие-либо отдельные, специфические их проявления.

На ответственном защищаемом участке схемы электроснабжения обычно устанавливают не одну защиту, а несколько ее разновидностей, которые дополняют и резервируют взаимное действие. Их классифицируют на:

- 1. основные;
- 2. резервные.

К основной защите предъявляют 3 требования:

- 1. действие на все возможные возникающие неисправности в рабочей зоне либо на их большую часть;
- 2. охват защитой всего контролируемого участка полностью, а не какой-то его доли;
- 3. наиболее быстрое срабатывание на возникающую неисправность, чем у других защит.

Не подходящие под эти условия защиты относятся к резервным и выполняют ими резервирование:

- 1. ближнее;
- 2. дальнее.

# Виды токовых защит:

- ▣ Максимальная токовая защита и токовая отсечка
- ▣ Дифференциальная защита

# Максимальная токовая защита и токовая отсечка

Все потребители электроэнергии подключаются к генераторному концу силовым выключателем. Когда нагрузка соответствует номинальной величине или меньше ее, то причины для отключения отсутствуют, а токовые защиты сканируют схему в постоянном режиме.



Выключатель может отключаться от токовых защит, когда:

- 1. величина нагрузки в результате возникновения короткого замыкания резко превысила номинальное значение и создались токи КЗ, способные сжечь оборудование. Отключение такой аварии необходимо выполнять максимально быстро;
- 2. за счет подключения дополнительных потребителей (либо по другим причинам) в схеме возникла перегрузка — ток незначительно превысил уставку. В результате происходит постепенный нагрев оборудования и токоведущих частей, когда нарушается баланс между отводом тепла в атмосферу и тепловым действием тока. В этом случае целесообразно отключать выключатель через небольшой интервал времени, создающий задержку в питании схемы, в течение которой излишние нагрузки могут самоустраниться;
- 3. направление тока через силовой выключатель резко изменилось на противоположное — сдвинулась фаза тока.

Под эти три случая аварийных ситуаций созданы следующие виды токовых защит:

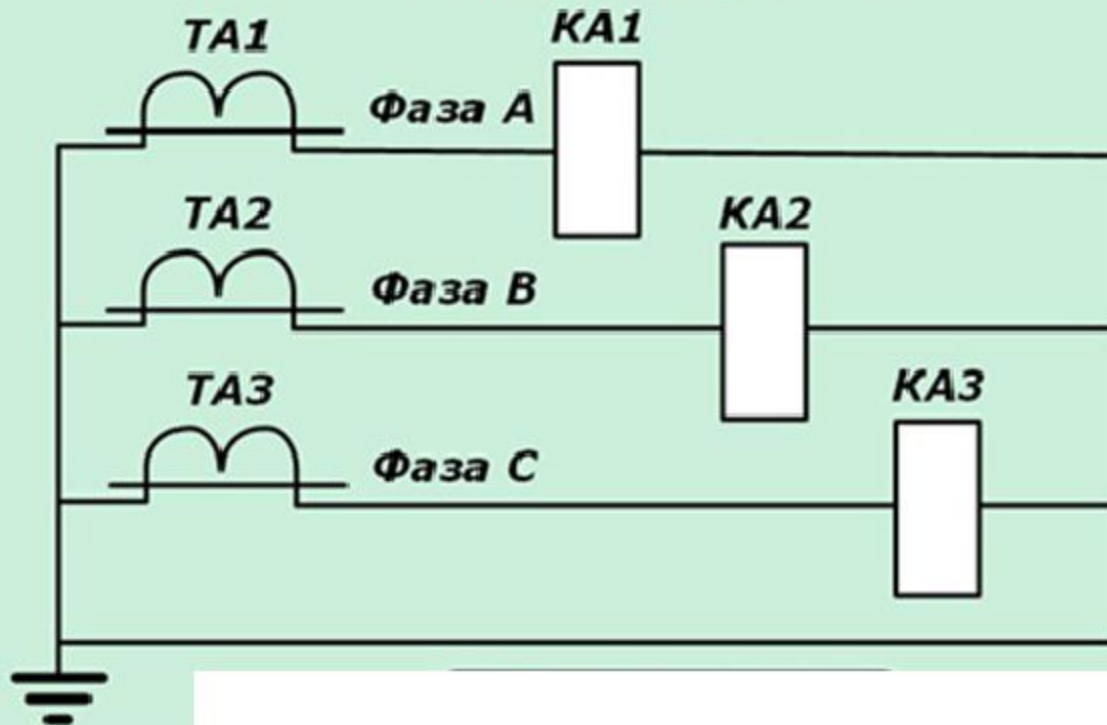
- **отсечка;**
- **максимальная защита;**
- **дифференциально-фазная.**



Для работы токовых защит создаются измерительные комплексы, состоящие из:

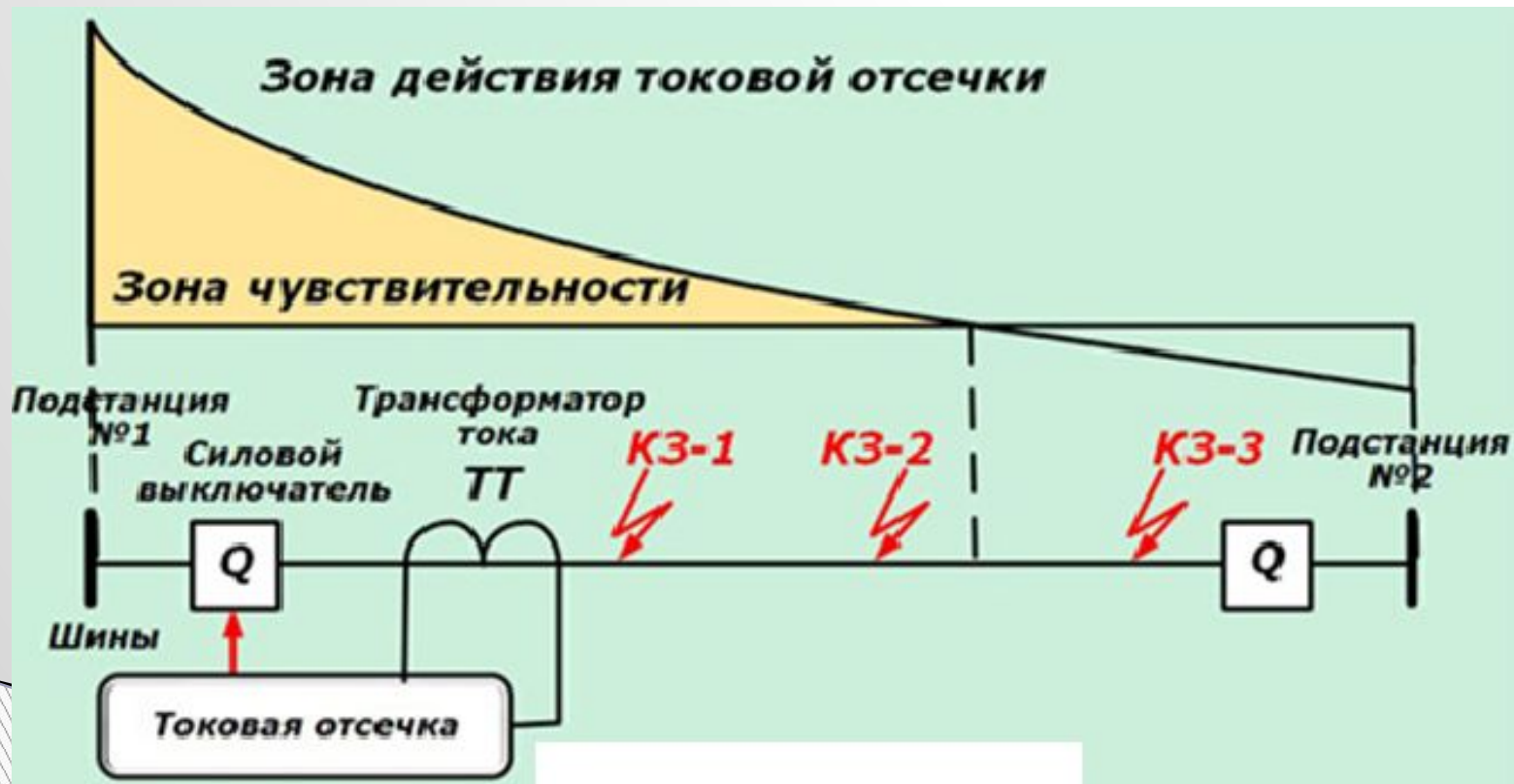
- **измерительных трансформаторов тока (ТТ)**, преобразующих первичный ток во вторичное значение с заданным классом метрологической погрешности;
- **реле тока**, настраиваемые на уставку срабатывания;
- **схема коммутации**, передающая вторичный ток от ТТ к реле с

М **Принцип подключения токовых реле к измерительным трансформаторам тока**



# Токовая отсечка (ТО)

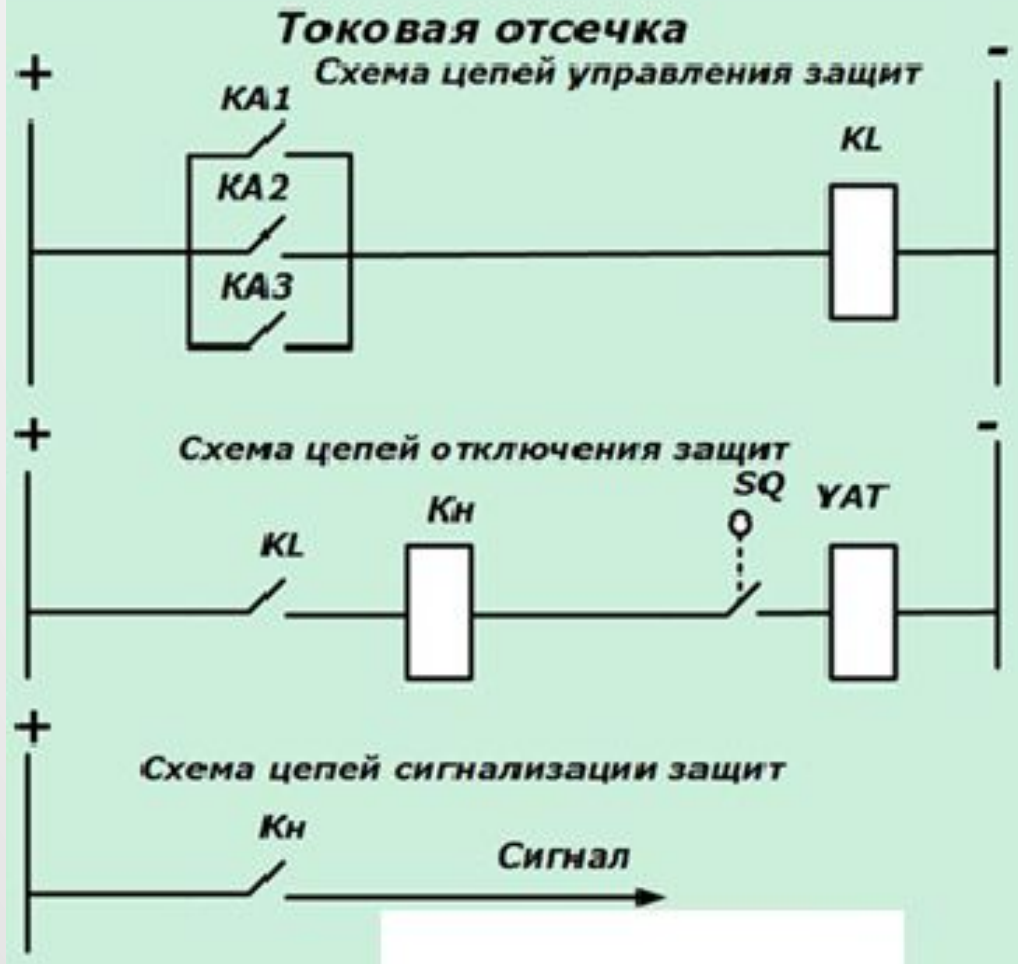
Ее назначение: максимально быстрая ликвидация коротких замыканий, возникающих в начале (минимум порядка 20% протяженности) рабочей зоны, хотя она в отдельных случаях может применяться и для всей линии полностью.



# Состав защиты

В комплект токовой отсечки входят:

- измерительный орган из реле тока, выставленного на срабатывание минимально возможной нагрузки при возникновении металлического замыкания в конце защищаемой зоны;
- промежуточное реле, на обмотку которого подается напряжение от сработавшего контакта измерительного органа. Выходной контакт промежуточного органа воздействует непосредственно на соленоид отключения силового выключателя, отключает его.

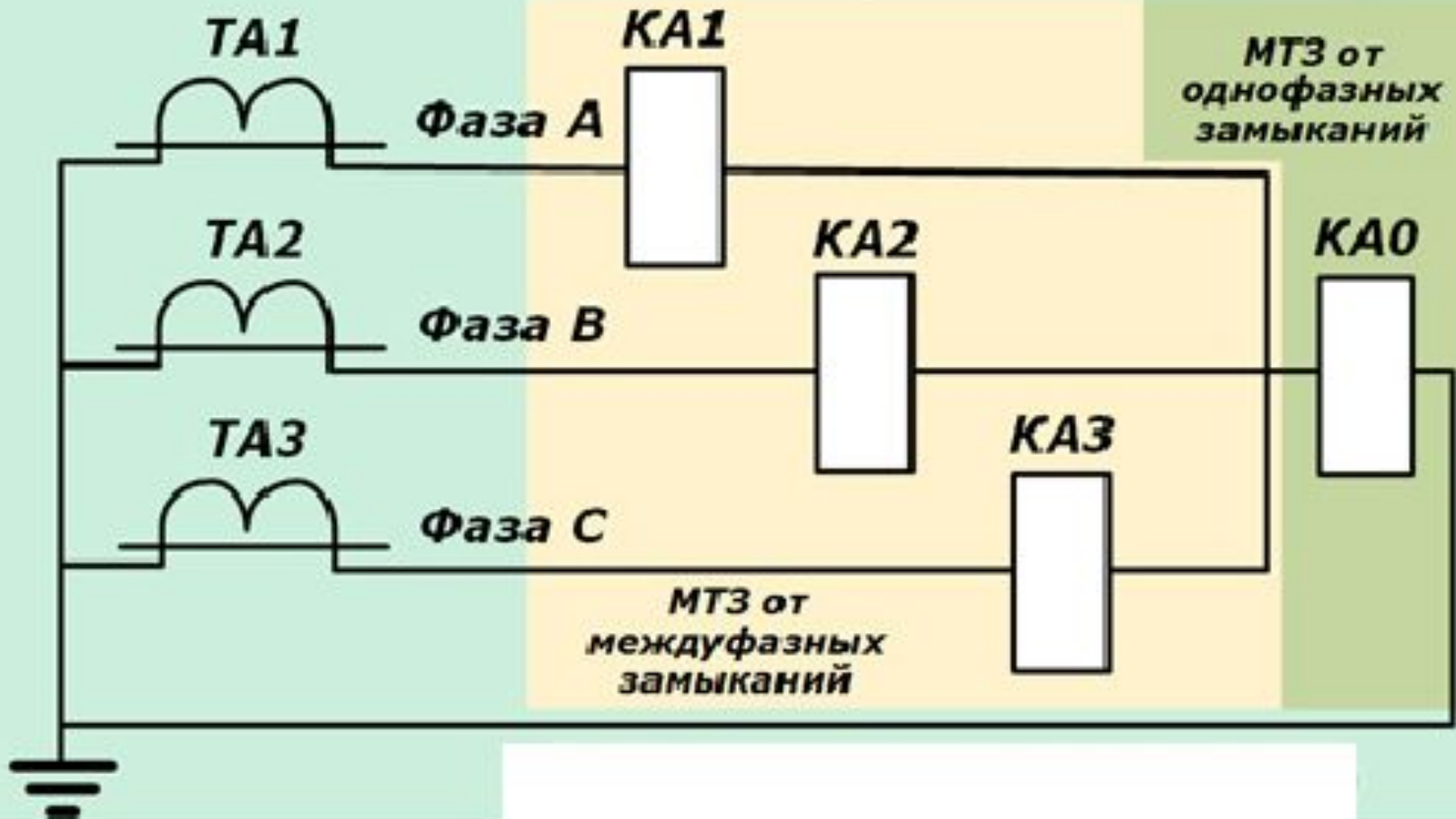


Как правило, этих двух реле бывает достаточно.

В качестве исключения в состав токовой отсечки может быть введено реле времени, которое включается в логическую схему между измерительным и исполнительным органами для создания временной задержки срабатывания нескольких защит в целях их селективности.

# Токовая максимальная защита (МТЗ)

Принцип подключения токовых реле к максимальной токовой защите

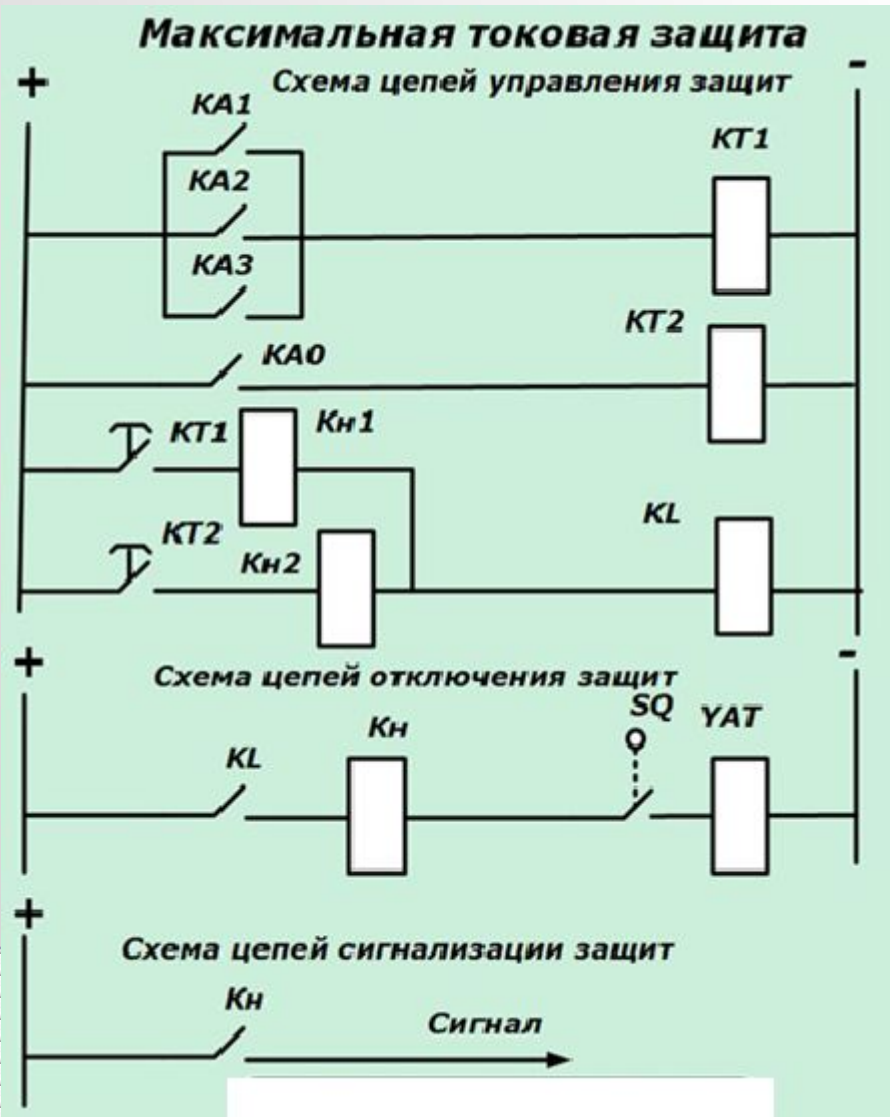


Назначение, защита объектов от токов, превышающих номинальные величины с учетом коэффициентов:

- надежности срабатывания и возврата реле;
- самозапуска схемы.

Такая отстройка создается для устранения возможностей ложных срабатываний при номинальном режиме.

# Состав защиты



В комплект МТЗ входят те же компоненты, что и в токовую отсечку, но они обязательно дополняются реле времени, создающим задержку на срабатывание выключателя в целях обеспечения ступеней селективности.

Технической характеристикой МТЗ является коэффициент чувствительности, определяющий отношение токов междуфазного КЗ в конце линии к фактическому срабатыванию максимальной защиты. Для МТЗ он выбирается  $\geq 1,5$  для дальнего резервирования и  $\geq 1,2$  – внутри собственной зоны.

# Дифференциальная защита



Назначение: защита электрических объектов от токов аварий, возникающих внутри контролируемой зоны с абсолютной степенью селективности без выдержки времени.



# Принцип работы дифференциальной защиты

Измерительным комплексом работает дифференциальный орган, состоящий из трансформаторов тока и реле, постоянно отслеживающих направление токов на различных участках и срабатывающих при их изменениях.

В номинальном, рабочем режиме ток нагрузки протекает от генераторного конца к потребителям и по всей линии имеет одно направление.

Его отслеживают и учитывают измерительные реле. Если на контролируемом участке возникает короткое замыкание, то токи начинают его подпитывать со всех сторон.

На конце линии потребителя ток меняет направление на противоположное. Это учитывается дифференциальным органом, он срабатывает и запускает логическую схему защит на отключение.

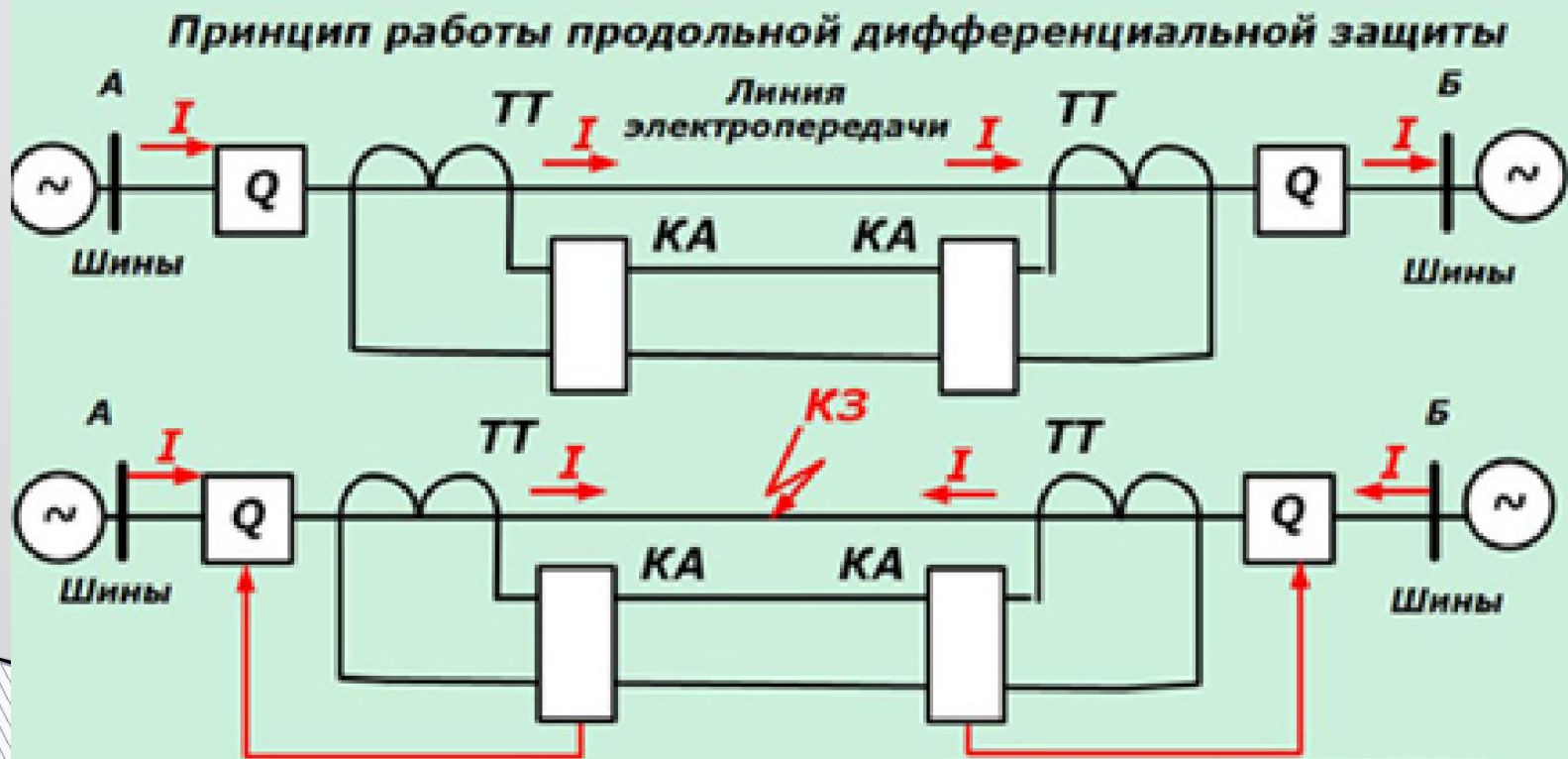
Диф защиты работают по двум различным принципам:

- ▣ 1. продольному;
- ▣ 2. поперечному.

# Продольная защита

Она используется для линий электропередач.

Измерительные трансформаторы тока и реле устанавливаются по концам линии на разных подстанциях. Токовые цепи соединяются протяженными кабельными линиями.

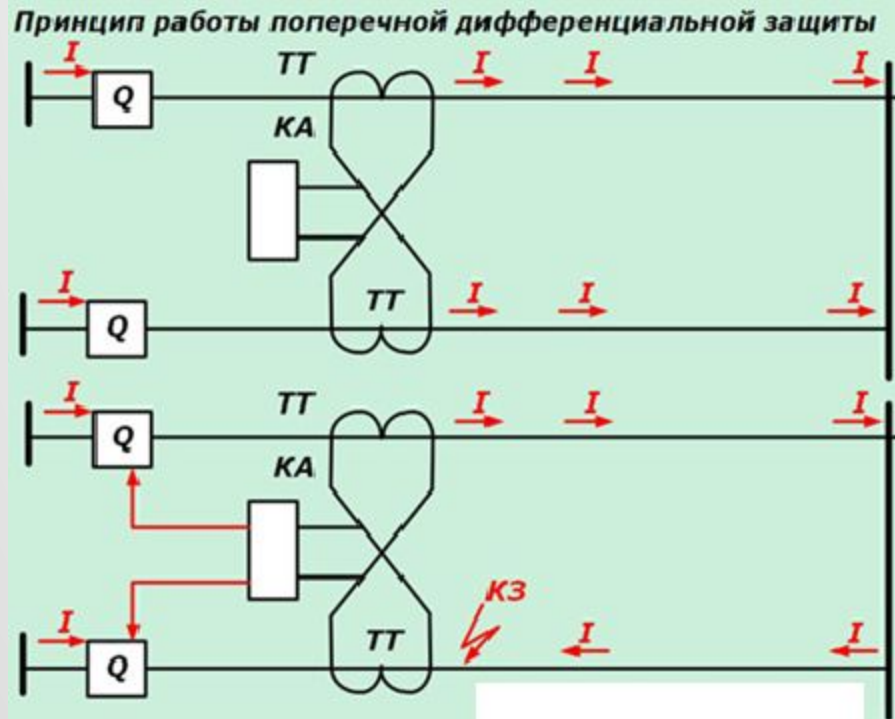


У продольной диф защиты измерительное токовое реле подключают так, чтобы вектора токов, приходящие от измерительных трансформаторов, подавались на обмотку встречно. В этом случае при номинальном рабочем режиме или возникновении внешнего КЗ вне контролируемой зоны вектора токов будут взаимно компенсироваться и уничтожаться на обмотке. Поводов для срабатывания не будет.

При возникновении КЗ внутри линии через обмотку токового реле начинают протекать токи. Оно срабатывает.

Более перспективные высокочастотные дифференциальные защиты (ДФЗ, БЧБ и др.) используют этот же принцип, но связь между концами линий для сравнения направлений токов на них осуществляется по каналам связи за счет передачи высокочастотных импульсов.

# Поперечная защита

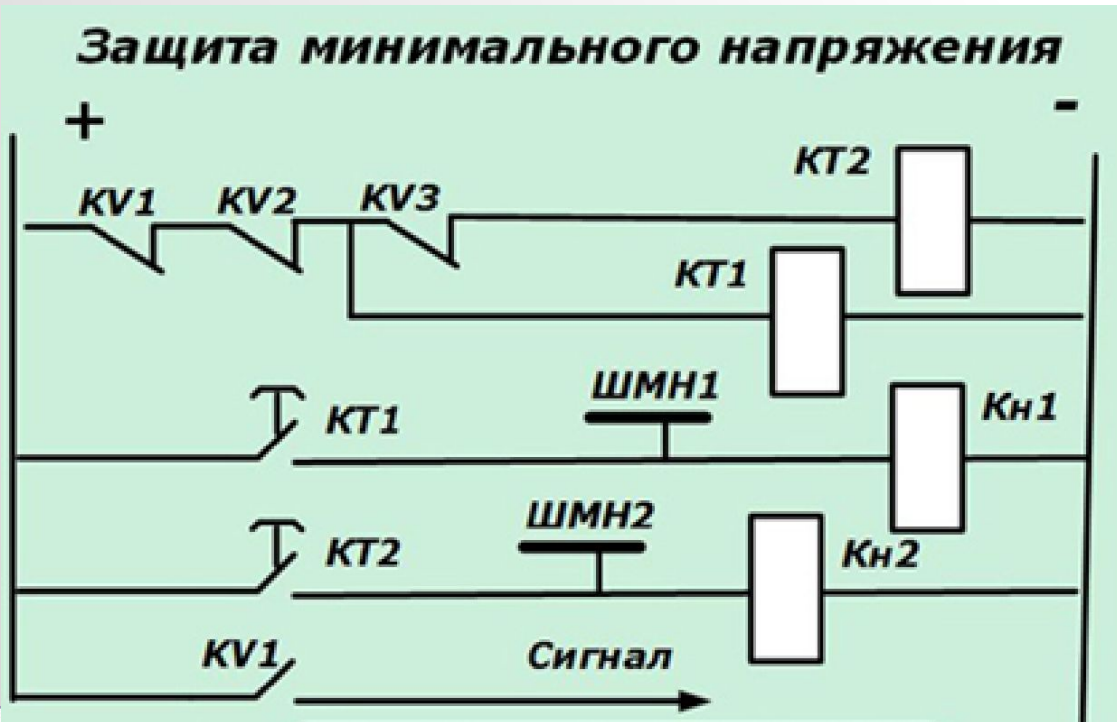


Ее создают для объектов, расположенных на одной подстанции, например, силовых трансформаторов, блоков двигателей, генераторов

Измерительные трансформаторы тока работают на одной подстанции, но на разных присоединениях защищаемого объекта. Обмотка токового реле также подключается встречно к направлению векторов токов линий. В остальном поперечная дифференциальная защита повторяет принцип работы продольной

# Виды защит по напряжению

- Минимального,
- максимального напряжения.



При возникновении аварийных ситуаций, связанных с короткими замыканиями, происходят большие потери энергии, когда приложенная мощность расходуется на развитие повреждений. При этом возникают огромные токи, а уровень напряжения резко снижается

Подобные схемы называют защитами минимального напряжения. Они могут настраиваться для работы на отключение или выдачу сигнала оперативному персоналу.

Их измерительный орган похож по структуре на тот, который используется в токовых защитах. Но он имеет собственные конструктивные особенности.

В его состав входят:

- измерительный трансформатор напряжения (ТН), преобразующий первичное напряжение сети в пропорциональное значение вторичного с высокой точностью, ограниченной допустимыми метрологическими характеристиками;
- реле минимального напряжения (РН), настроенное на срабатывание при снижении контролируемого им уровня до величины уставки;
- электрическая схема цепей напряжения, по которой передается вторичный вектор от трансформатора напряжения к реле напряжения с минимальными потерями и погрешностями.

# Защиты максимального напряжения

Существует два типа устройств, предохраняющих электрооборудование от появления завышенного напряжения.

- ▣ Защиты, работающие по принципу отвода разряда молнии по молниеотводу на потенциал контура земли и гасящие ее энергию за счет рассеивания теплом в окружающую атмосферу, как определенная часть ограничителей напряжения. Они не используют релейную базу, а работают непосредственно в силовой схеме.
- ▣ Релейные защиты максимального напряжения создаются по принципу минимальных с теми же измерительными органами, но само реле напряжения настраивается на срабатывание по уставке увеличения, превышающей определенный, допустимый уровень напряжения для работающей схемы.

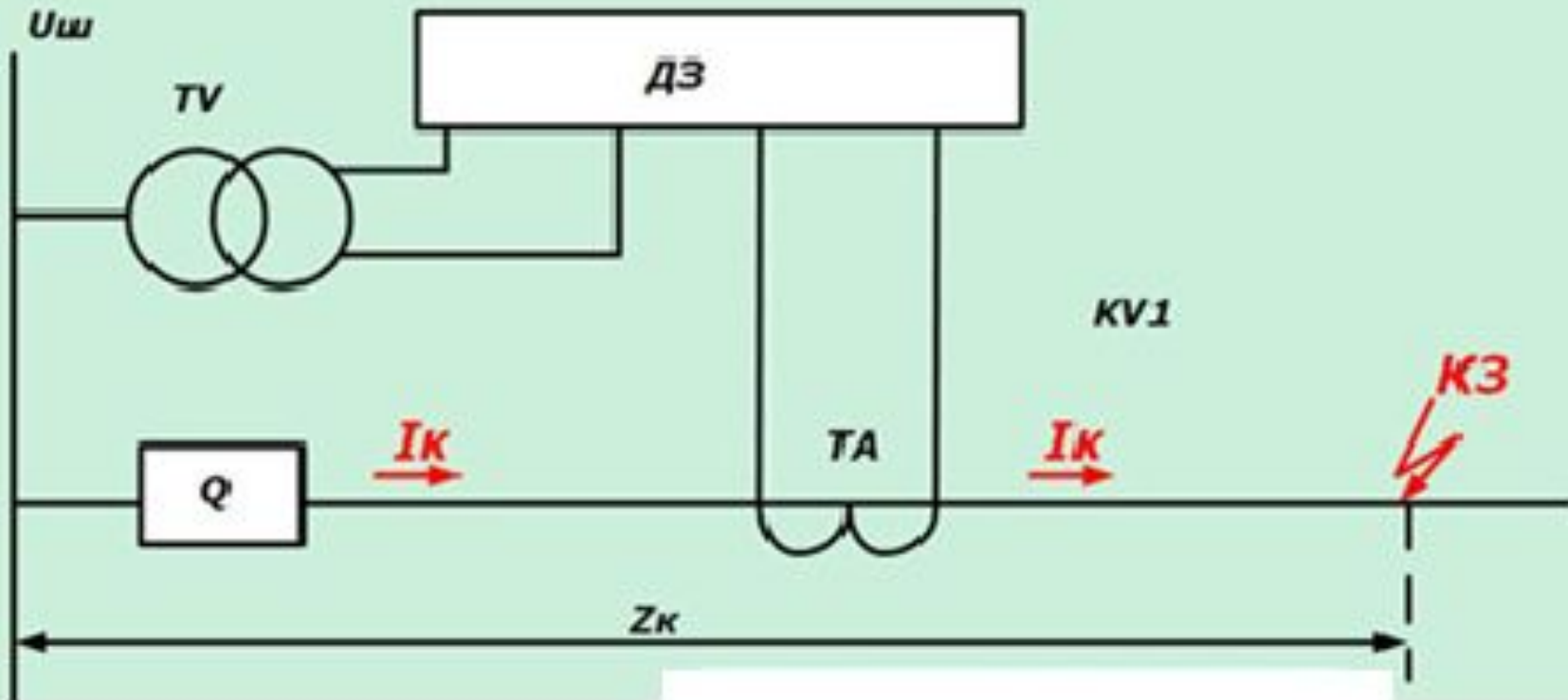
# Защиты, контролирующие электрическое сопротивление силовой схемы

Любая линия электропередачи создается из металлических тоководов, которые обладают хоть и минимальным, но вполне реальным сопротивлением. Оно постоянно возрастает при увеличении протяженности магистрали — дистанции.

Когда на каком-то удалении от конца линии одной из подстанций, возникает короткое замыкание, то по принципу замера величины электрического сопротивления до места образовавшейся неисправности работают защиты, которые называют дистанционными.



## Принцип работы дистанционной защиты



В процессе оценки сопротивления участвуют следующие комплексы:

- измерительные системы трансформаторов тока и напряжения, созданные для собственных защит;
- реле сопротивления (РС), обрабатывающие поступающие на них сигналы от ТН и ТТ для вычисления по закону Ома полного сопротивления до места возникновения КЗ  $Z=U/i$ .

Реле сопротивления постоянно контролируют дистанцию, длину подключенной к его зоне линии электропередачи. Когда на ней возникает КЗ, то сопротивление/дистанция за счет металлического замыкания резко снижается, что влияет на выставленную уставку, приводит к срабатыванию реле.

Дистанционные защиты обычно делят на несколько участков по зонам срабатывания, которые используют для резервирования основных защит на линиях электропередач, силовых трансформаторах, генераторах, сборных шинах и другом оборудовании.

Они используются для защит от междуфазных, а в отдельных случаях и однофазных замыканий, возникающих на энергетических объектах.

Особенностью дифференциальной защиты является их способность реагировать на:

- ▣ 1. качания напряжения в системе. Так называют явления, связанные с периодическими снижениями напряжения и возрастанием тока, вызываемыми нарушениями синхронной работы многочисленных генераторов, вырабатывающих электроэнергию в системе;
- ▣ 2. неисправности, которые могут возникнуть в цепях напряжения.

Для исключения случаев ложной работы дистанционных защит в их состав вводят блокировочные устройства, осуществляющие:

- ▣ запрет отключения силового выключателя при возникновении качаний в системе;
- ▣ контроль состояния источника напряжения.

# Релейные защиты частоты, мощности, фазы

Весь многочисленный ассортимент этих устройств работает по общему принципу, когда создается измерительный орган, осуществляющий на базе реле контроль состояния частоты, мощности или фазы электрического сигнала.

При нарушении выставленной на нем уставки реле срабатывает, а подключенная к его контакту логическая схема обрабатывает информацию и по прописанному алгоритму отключает силовое оборудование.

# Газовая и струйная релейная защита

Эти виды устройств используются для оборудования трансформаторов, реакторов и других подобных конструкций, работающих внутри резервуаров с маслом. Когда в них возникают неисправности, то создается высокая температура, сопровождаемая выделением растворенных газов из масла, разложением его химического состава, снижением диэлектрических свойств.

На такие неисправности реагируют механические конструкции реле, учитывающие возникновение в среде резервуара газов и продуктов разложения масла. После замыкания их контакта подается команда на работу логической схемы и отключение выключателей.

Этот тип защит относится к релейным, но он основан на замере механических, а не электрических параметров работающего оборудования.

По такому же принципу работают релейные защиты от повышения:

- ▣ температуры;
- ▣ давления среды и других механических факторов.