

# Вопросы по пройденной теме

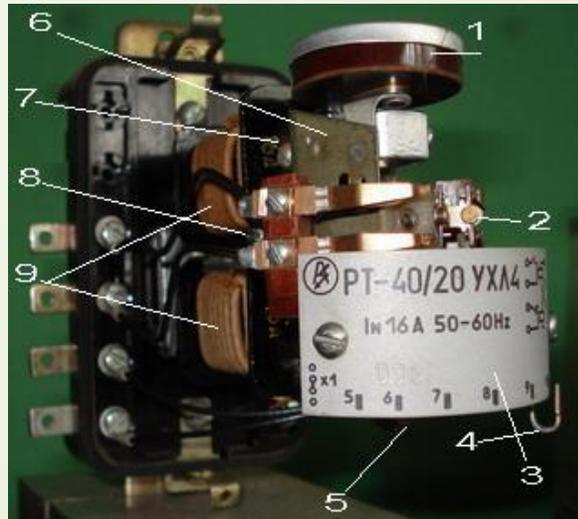
1. Какие устройства изображены на рисунке?



1



2



3



4



5

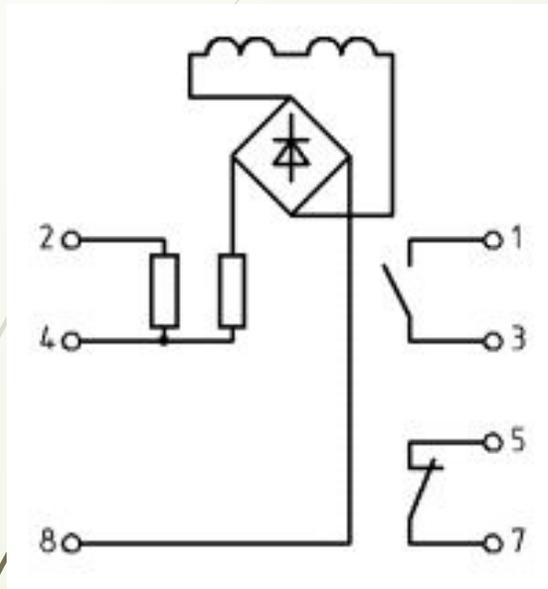


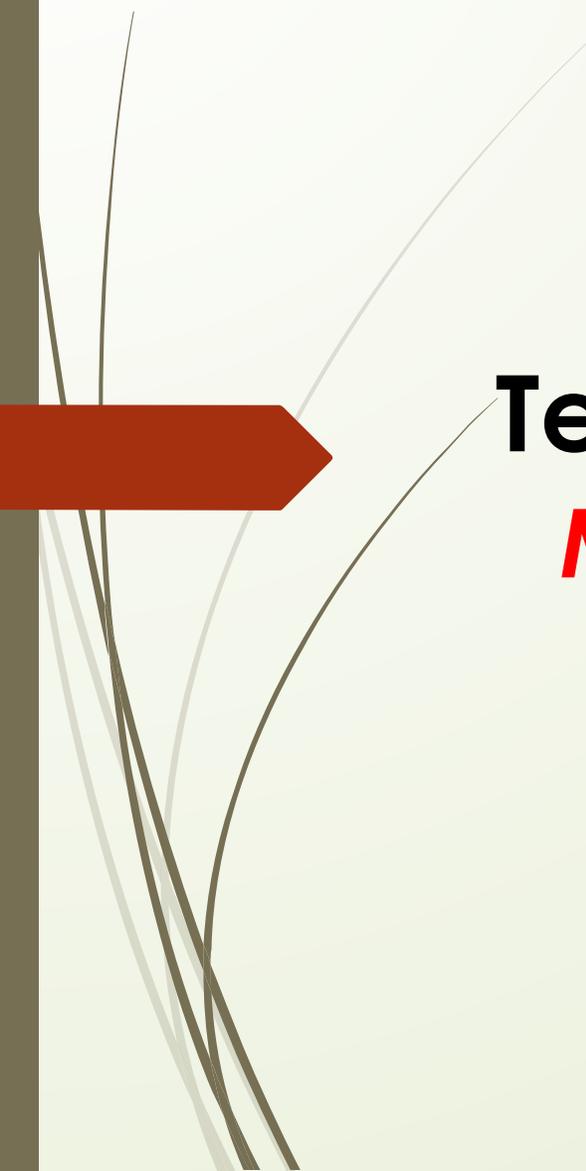
Рис.1

2. Схема какого устройства приведена на рисунке 1?

3. Назначение оперативного тока?

4. Назовите требования, предъявляемые к цепям оперативного тока.

5. Назовите виды оперативного тока и их источники.



**Тема урока: Токовые защиты**  
**Максимальная токовая защита**

# Основные понятия

Защиты, которые оценивают состояние защищаемого объекта по току, называют **токовыми**.

Максимальные токовые защиты (МТЗ) приходит в действие при увеличении тока в фазах линии сверх определенного значения (уставки).

## Виды токовых защит максимального действия:

- **Токвая отсечка (ТО)**-срабатывает без выдержки времени.
- **Максимальная токовая защита (МТЗ)** - с выдержкой времени.

Ток, при котором происходит срабатывание защиты, называется **током срабатывания защиты  $I_{сз}$**



# Принцип действия МТЗ

При возникновении короткого замыкания в электрической системе в большинстве случаев возрастает ток до величины, значительно превосходящей максимальный рабочий ток. При повреждении на одном из участков сети ток повреждения проходит через все реле. Если ток короткого замыкания больше тока срабатывания защит, эти защиты придут в действие. Однако, по условию селективности, сработать и отключить выключатель должна только одна максимальная токовая защита – ближайшая к месту повреждения. Например, при возникновении КЗ в точке КЗ, сработает МТЗ 3 и отключит Q3. На линии W3 она является основной. После срабатывания основной защиты на поврежденном участке все остальные приходят в начальное состояние.

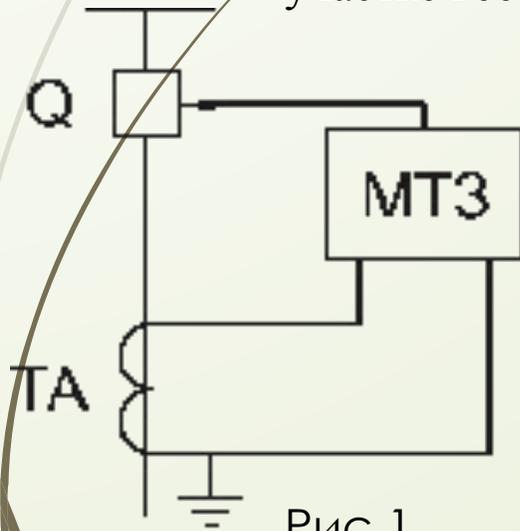


Рис.1

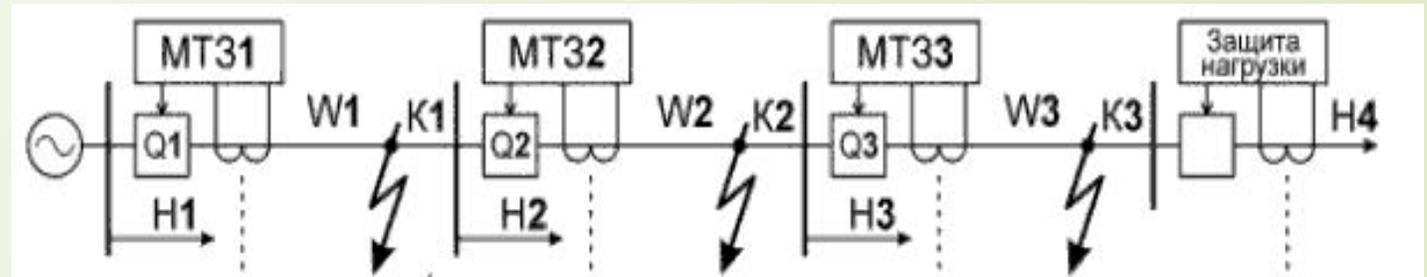


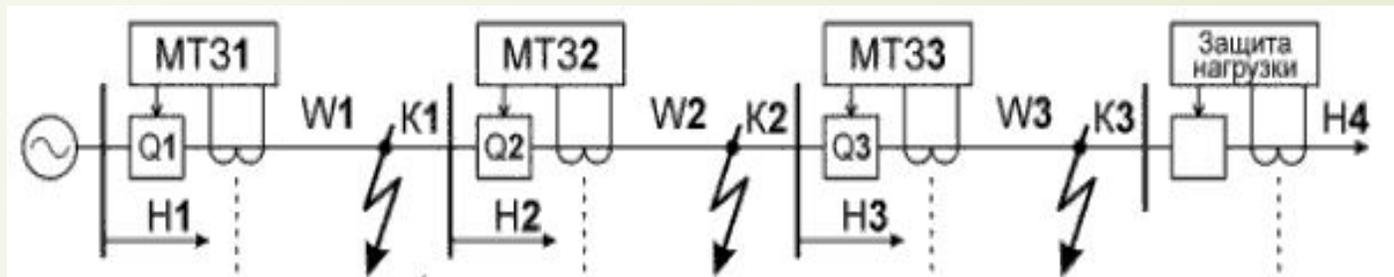
Рис.2

## Основные и резервируемые защиты

**Основные защиты-** срабатывают на защищаемом участке.

**Резервные-** на соседнем (резервируемом) участке.

Например, на линии W3 основная защита МТ33, резервная-МТ32. Для W2 основная защита МТ32, резервная –МТ31.



# Требования к МТЗ

1. *Правильное выявление момента возникновения повреждений - достигается выбором значения тока срабатывания МТЗ на каждом участке.*
2. *Правильный выбор поврежденного участка - осуществляется за счет разного времени срабатывания, возрастающего в направлении к источнику питания.*

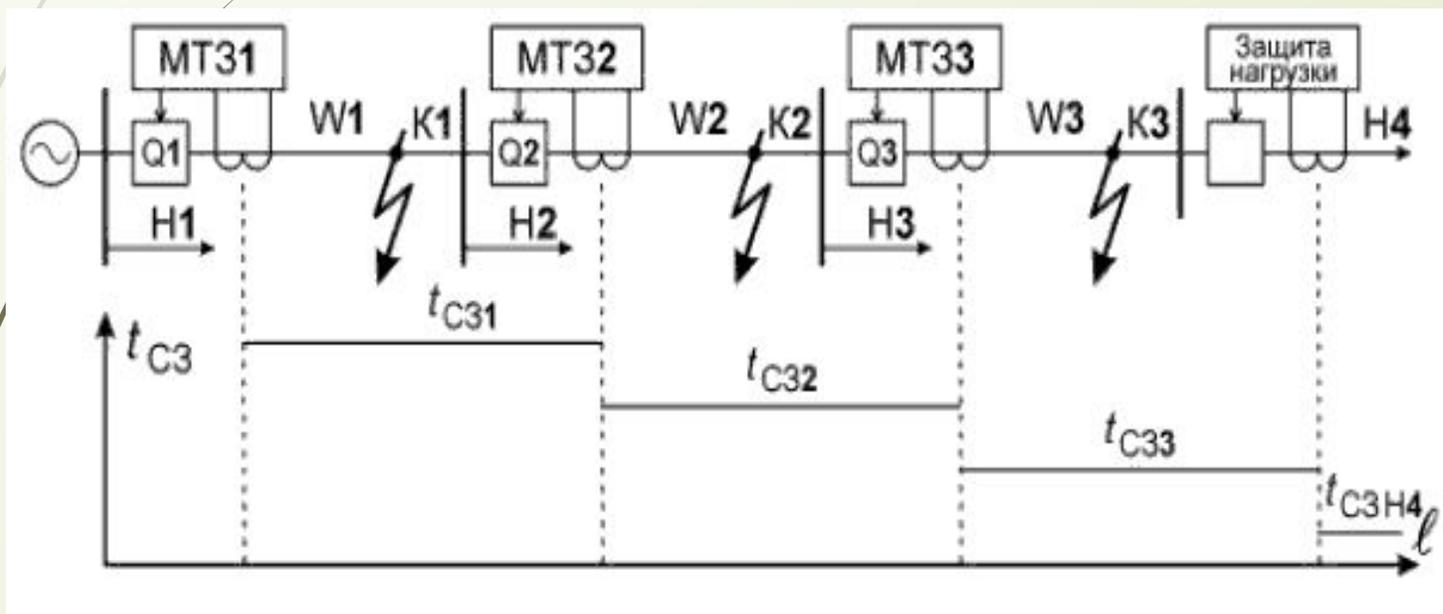


Рис.3

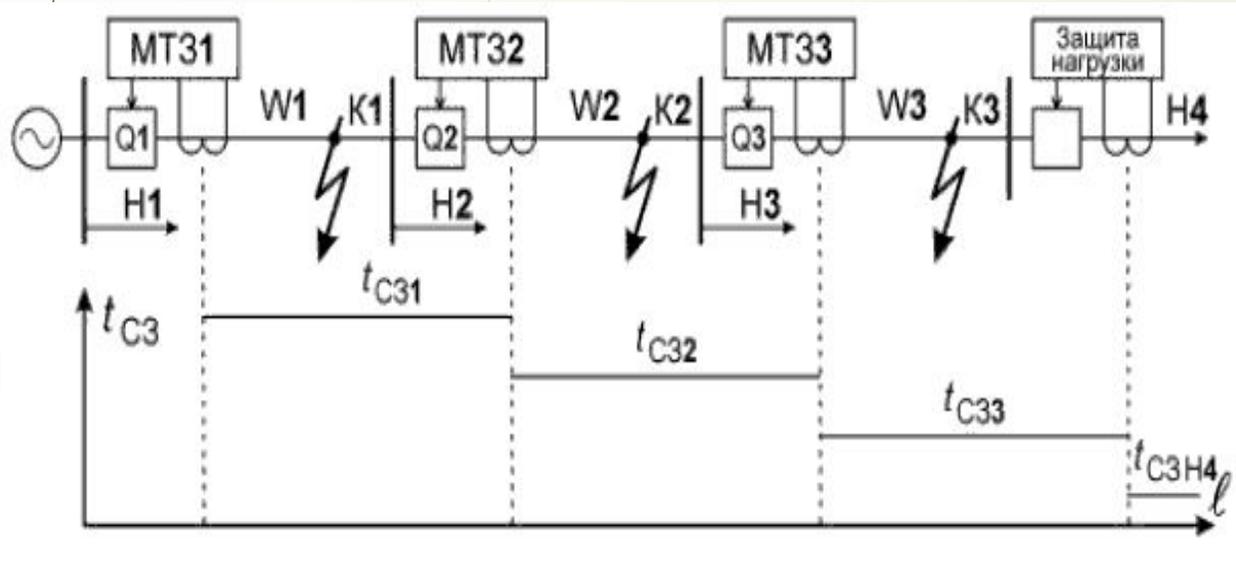
Выдержка времени  $t_{сз}$  - время срабатывания защиты от момента возникновения до воздействия на выключатель, выбирается по ступенчатому принципу.

$$t_{сз1} > t_{сз2} > t_{сз3}$$

$$\Delta t = t_{сз1} - t_{сз2}, \Delta t = t_{сз2} - t_{сз3}$$

$\Delta t$  – степень селективности

# Основные органы МТЗ



1. **Пусковой орган**- выявляет момент возникновения КЗ (нарушение нормального режима) и производит пуск защиты.
2. **Орган выдержки времени**-замедляет действие защиты для обеспечения селективности.

**Вспомогательные реле:**

- KL – промежуточное реле;
- КН – указательное реле

**Защита выполняется на реле**

1. **РТ-40** мгновенного действия, время срабатывания не зависит от тока КЗ, выдержка времени создается отдельным реле времени –**МТЗ с независимой характеристикой времени срабатывания;**
2. **РТ-80, РТ-90** –индукционные реле, содержат в себе оба органа, время срабатывания зависит от тока КЗ - **МТЗ с зависимой характеристикой времени срабатывания.**

# Размещение МТЗ

## МТЗ устанавливается на :

- ЛЭП напряжением 6-35 кВ;
- силовых трансформаторах;
- генераторов;
- кабельных линий;
- мощных двигателях напряжением 6 -10 кВ.

## Расположение защиты:

- в начале каждой линии ближе к источнику питания;
- с каждой стороны обмотки трехобмоточных трансформаторов;
- В зависимости от схемы соединения электроустановки или сети.

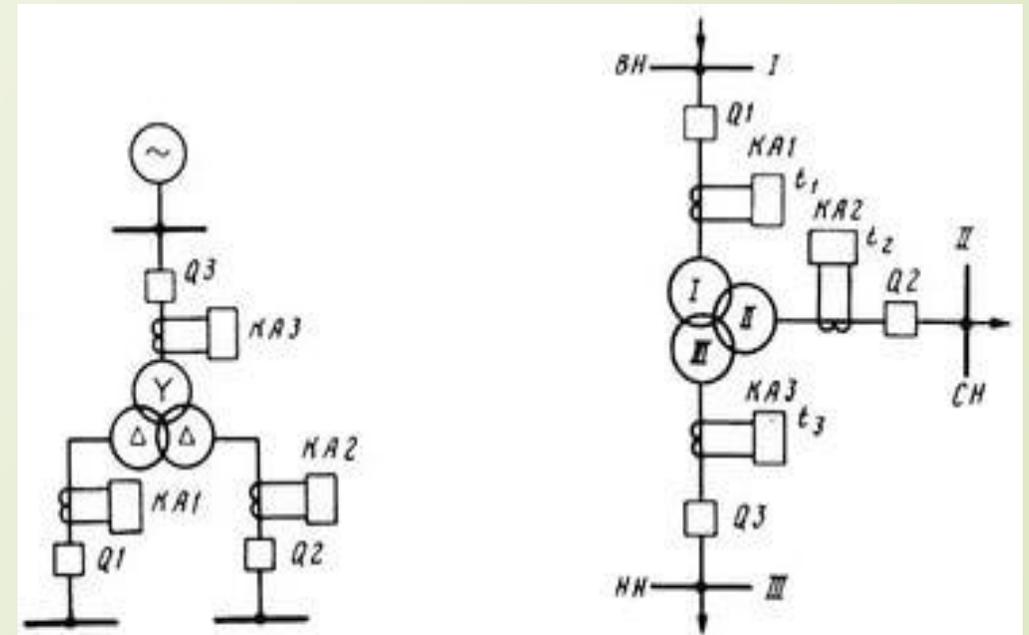
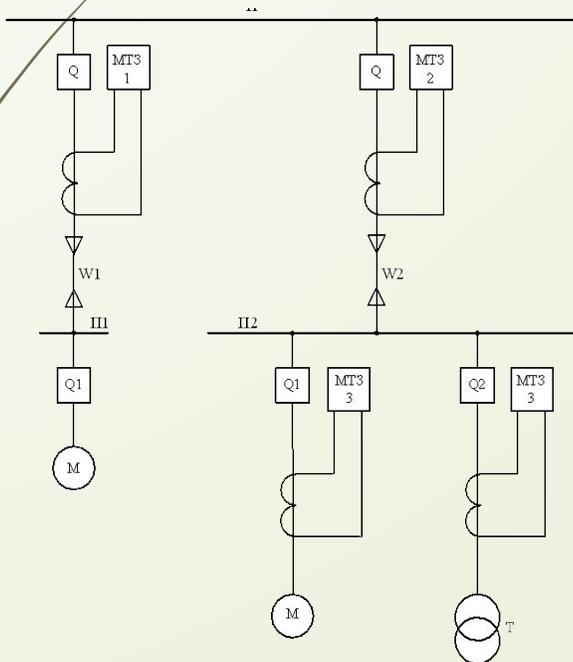


Рис.4

# Схемы включения пусковых органов МТЗ

## 1. Трехфазная схема защиты на постоянном оперативном токе

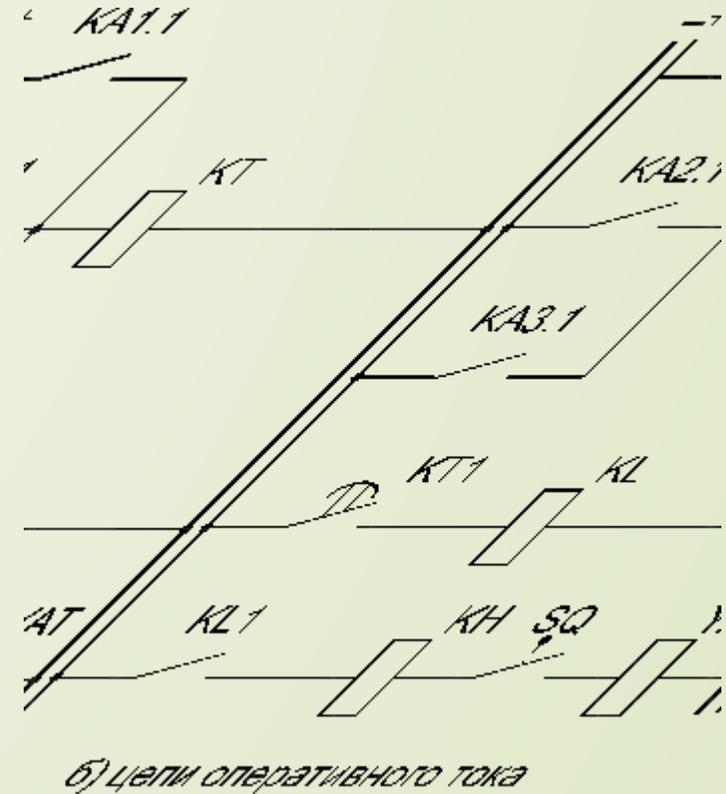
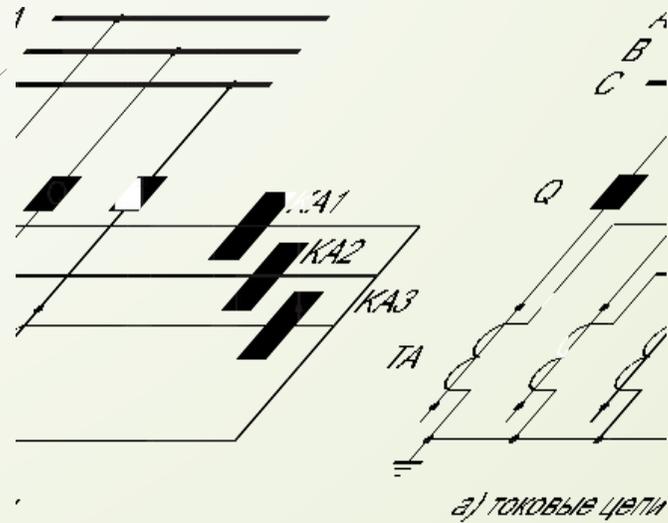
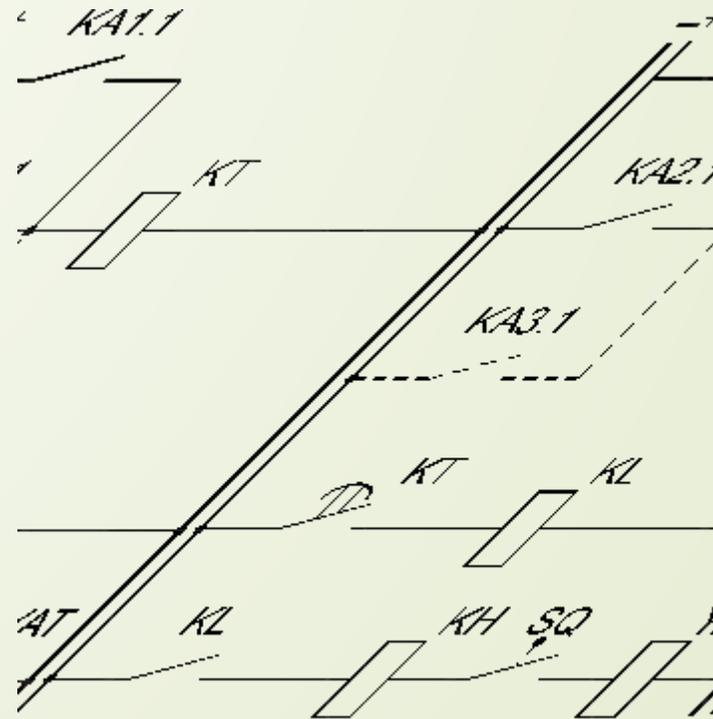
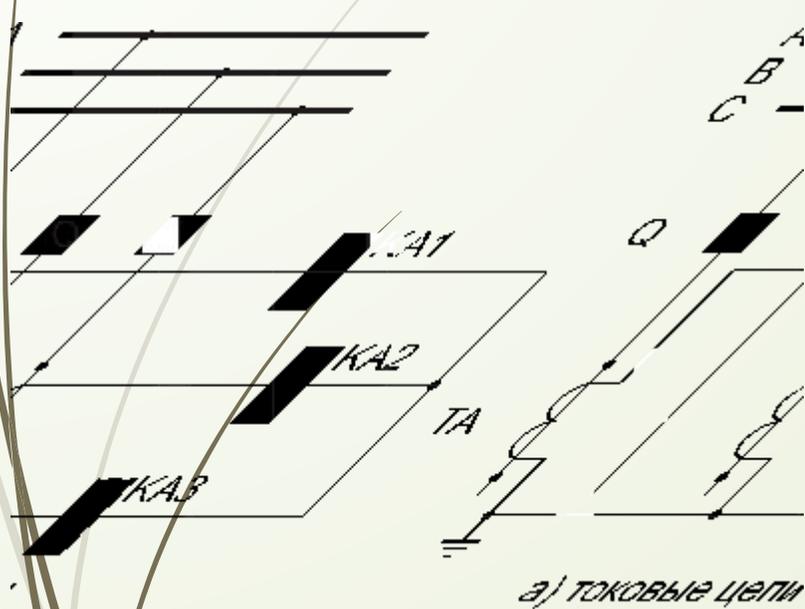


Рис.6

## 2. Двухфазные схемы защиты на постоянном оперативном токе

Применяется для защиты от междуфазных КЗ



### Достоинства

1. Схема реагирует на все междуфазные КЗ на линиях.
2. Экономичнее трехфазной схемы.

### Недостатки

Меньшая чувствительность при 2х – фазных КЗ за трансформатором с соединением обмоток Y/Δ–11 гр. (В два раза меньше чем у трехфазной схемы).

Рис.7

# Ток срабатывания МТЗ

## Условия определения тока срабатывания защиты

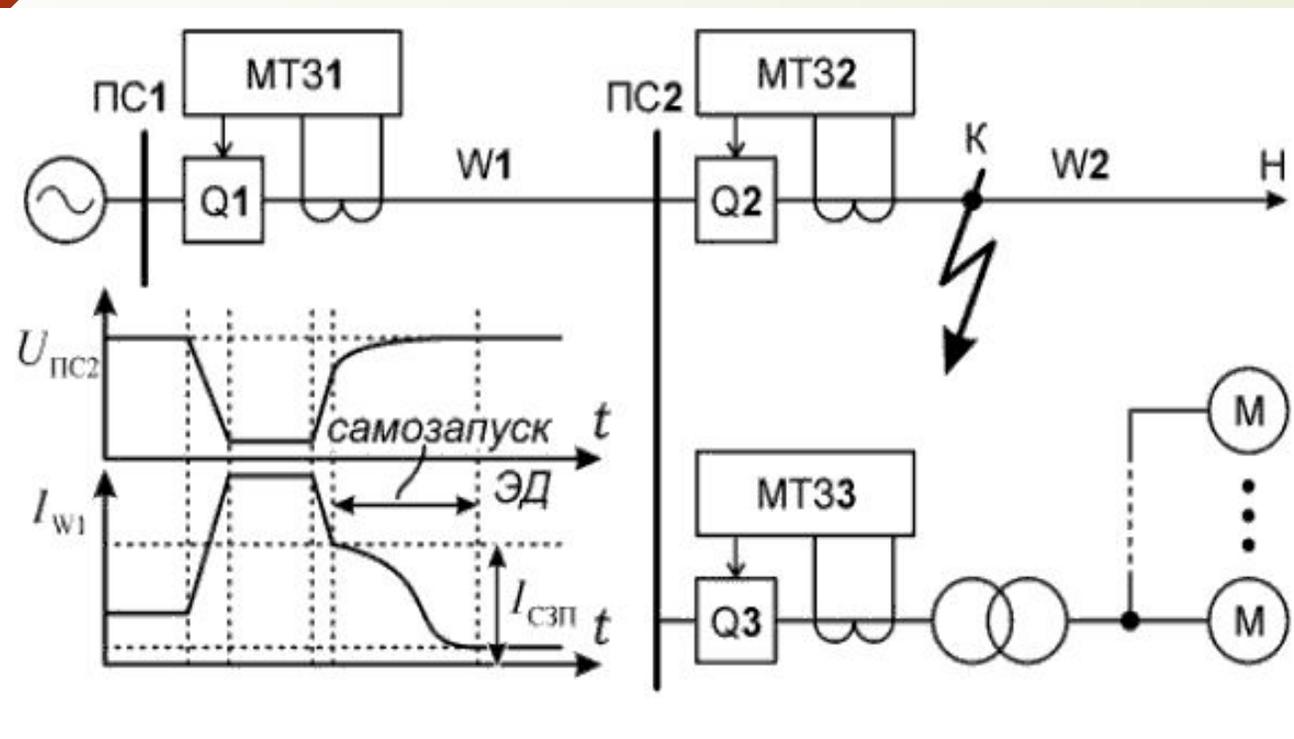
**Первое условие.** Токовые реле не должны приходить в действие от тока нагрузки:

$$I_{с.з} > I_{н.мах}$$

**Второе условие.** Токовые реле, сработавшие при КЗ в сети, должны надёжно возвращаться в исходное положение после отключения КЗ .

$$I_{воз} > k_3 I_{н.мах}$$

Защита не должна срабатывать при самозапуске двигателей, поэтому  $I_{C3}$  рассчитывают с учетом  $k_3$ .



$$I_{C3} = \frac{k_H k_3}{k_B} I_{Hmax}$$

$$I_{CP} = \frac{k_H k_3 k_{CX}}{k_B K_I} I_{Hmax}$$

где  $k_3$  - коэффициент самозапуска двигателей,  $k_3 = 3-6$ ;

$k_H$  - коэффициент надежности отстройки,  $k_H = 1,1 - 1,25$ .

**Третье условие.** Защита должна надёжно действовать при КЗ на защищаемом участке и иметь коэффициент чувствительности не менее 1,5, а на резервируемом - не менее 1,2 .

$$k_{\text{Ч}} = I_{k, \text{min.}} / I_{C.3.}$$

# Вывод:

**МТЗ применяется** для защиты ЛЭП, генераторов, трансформаторов и двигателей от межфазных КЗ.

Для радиальных сетей до 10 кВ она является основной защитой и резервной - в сетях всех напряжений.

**МТЗ срабатывает при токе больше максимального тока нагрузки, т.е. отстраивается** от максимального тока нагрузки  $I_{Hmax}$ .

## Достоинства

1. Простота
2. Надежность
3. Небольшая стоимость
4. Селективность в радиальных сетях с односторонним питанием.

## Недостатки

1. **Большие выдержки времени** вблизи источников питания.
2. **Недостаточная чувствительность при КЗ** в разветвленных сетях с большим числом параллельных цепей и значительными токами нагрузки.

# Вопросы для самопроверки

1. Назовите виды токовых защит и объясните почему они называются токовыми?

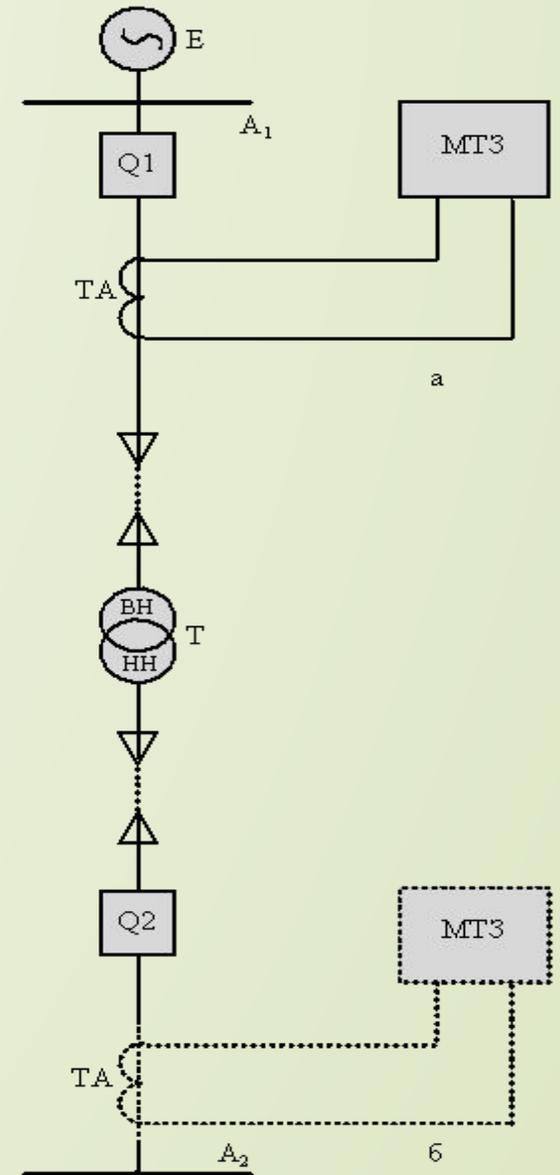
2. Выдержка времени МТЗ обеспечивается по

- 1) ступенчатому принципу;
- 2) линейному принципу;
- 3) дифференциальному принципу;
- 4) интегральному принципу.

3. На рис. показано размещение МТЗ понижающего трансформатора. Правильно ли размещена защита?

4. На трехобмоточном трансформаторе МТЗ устанавливается

- 1) только со стороны НН;
- 2) только со стороны ВН;
- 3) только со стороны СН;
- 4) со стороны каждой обмотки.





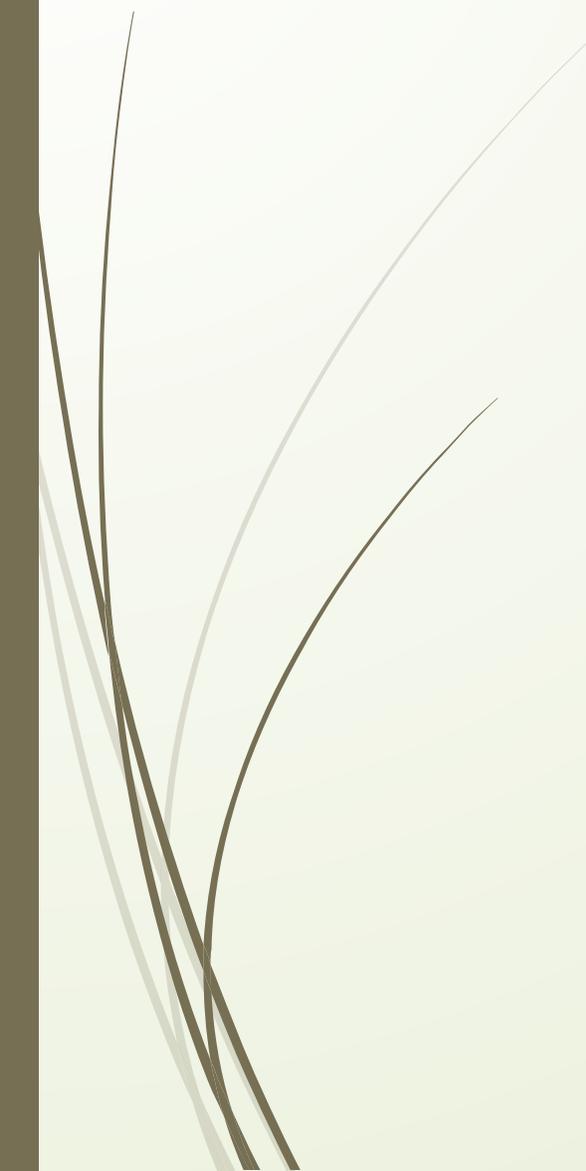
**5. Ток срабатывания МТЗ отстраивается от**

- 1) тока короткого замыкания;
- 2) минимального тока нагрузки;
- 3) максимального тока нагрузки;
- 4) тока небаланса.

**6. МТЗ наиболее удаленного участка от источника питания должна иметь:**

- 1) наибольший ток срабатывания и наименьшую выдержку времени;
- 2) наименьший ток срабатывания и наименьшую выдержку времени;
- 3) наибольший ток срабатывания и наибольшую выдержку времени;
- 4) наибольший ток срабатывания и наименьшую выдержку времени.

**Молодец!**



**Задание: законспектировать презентацию, придерживаясь опорного конспекта. Изучить материал и ответить на вопросы по пройденной теме и вопросы для самопроверки.**

