



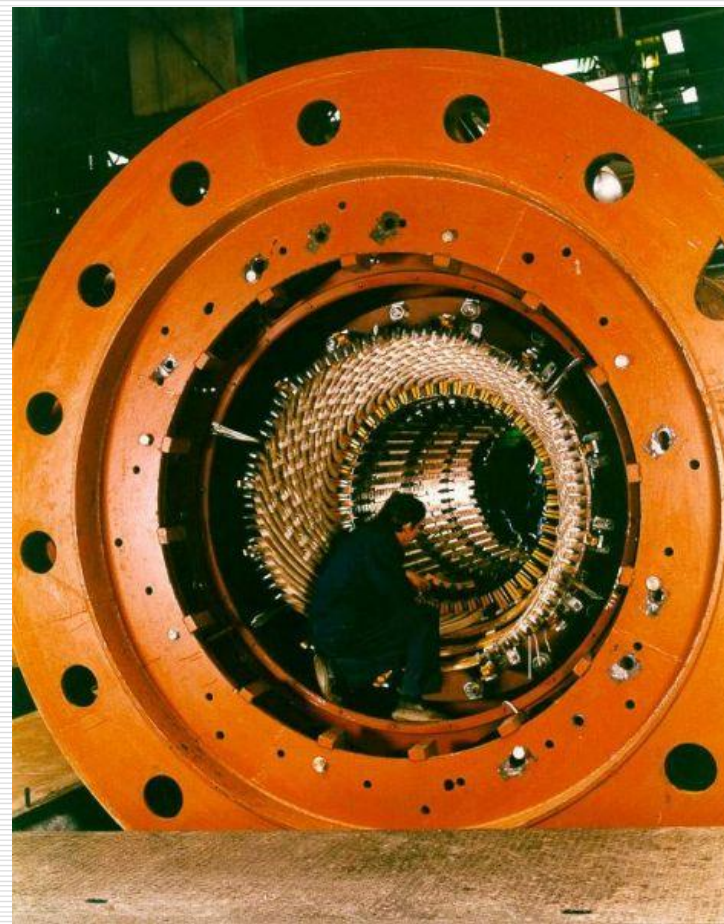
Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем

Лекция № 13

Защита синхронных машин

Составил: Пономарев Е.А.,
ассистент каф. ЭСС ЭНИН

Внешний вид генератора



Составил: Понамарев Е.А.,
ассистент каф. ЭСС ЭНИН

Повреждения генераторов

Повреждения в обмотке статора:

- Многофазные КЗ;
- Однофазные замыкания на землю (на корпус);
- Двойные замыкания на землю;
- Замыкание между витками одной фазы (для СГ с выведенными параллельными ветвями).

Повреждения в обмотке ротора (в обмотке возбуждения):

- Замыкание на землю (тело ротора) в одной точке;
- Замыкание на землю в двух точках цепи возбуждения.

Ненормальные режимы работы генераторов

- Перегрузка статора синхронного генератора (симметричная и несимметричная).
- Сверхтоки при внешних КЗ.
- Повышение напряжения на выводах обмотки статора.
- Асинхронный режим.

Требования к РЗ генераторов

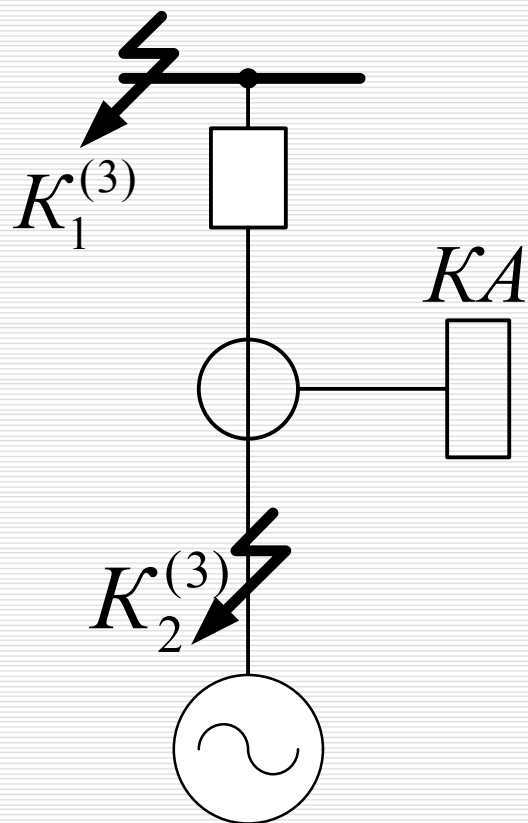
Селективность - защита должна отключать генератор только при тех повреждениях и режимах, которые представляют действительную опасность для генератора.

Быстродействие – чтобы уменьшить размеры повреждения машины и не допустить нарушения устойчивости параллельной работы генераторов и систем.

Чувствительность – ко всем видам повреждений в СГ, а также к КЗ на смежных элементах для резервирования защит и выключателей этих элементов в случае их бездействия.

Защита должна воздействовать не только на Q, но и ***на устройство АГП*** для прекращения тока КЗ, посылаемого самим генератором.

Токовая отсечка без выдержки времени

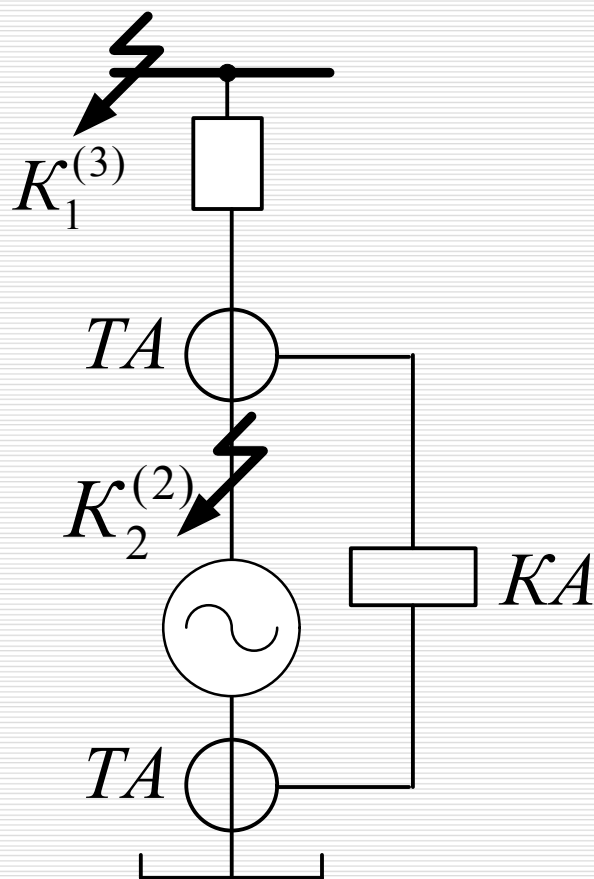


Применяется в качестве основной защиты для генераторов с мощностью менее 1 МВт от многофазных КЗ в обмотке статора. Устанавливается со стороны выводов к сборным шинам.

$$I_{C3} = K_H I_{K1}^{(3)}$$

$$K_{ч} = \frac{I_{K2}^{(2)}}{I_{C3}} \geq 2$$

Продольная дифференциальная защита



Применяется в качестве основной защиты для генераторов с мощностью более 1 МВт от многофазных КЗ в обмотке статора.

ТА устанавливается со стороны шинных выводов и со стороны нейтрали.

Расчет параметров продольной дифференциальной защиты

Ток срабатывания защиты:

$$I_{C3} = K_H K_A K_{ODN} \varepsilon I_{K1}^{(3)}$$

Обычно, в зависимости от мощности генератора, ток срабатывания защиты находится в пределах:

$$I_{C3} = (1,3 - 1,4) I_{НОМ G}, \quad P_G < 30 \text{ МВт}$$

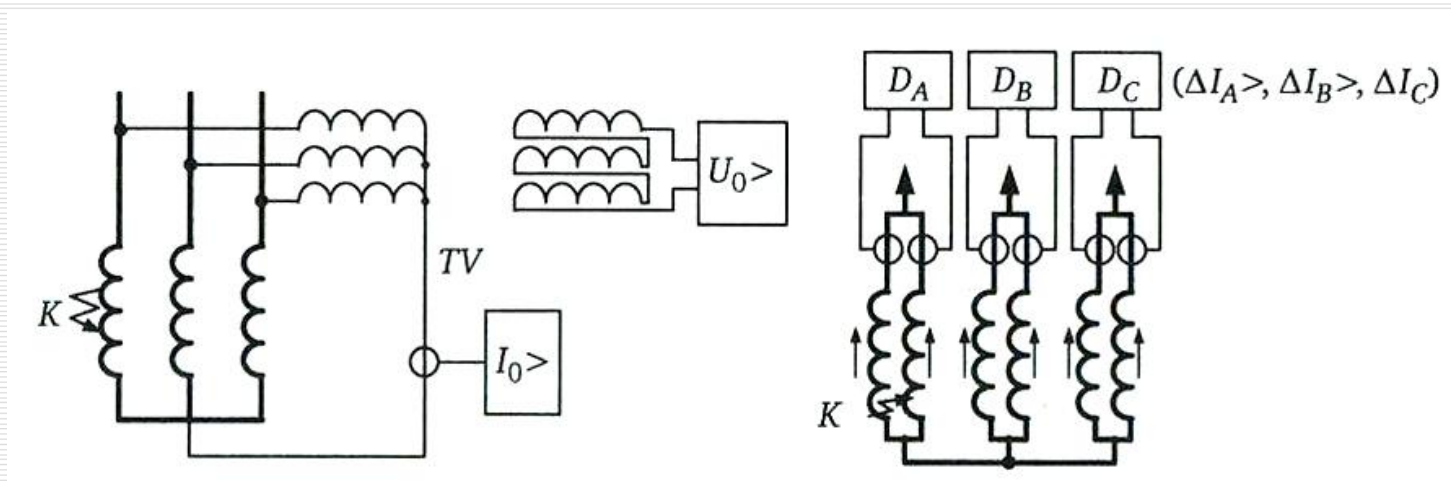
$$I_{C3} = 0,6 I_{НОМ G}, \quad P_G > 30 \text{ МВт}$$

Проверка чувствительности защиты:

$$K_{\text{ч}} = \frac{I_{K2}^{(2)}}{I_{C3}} \geq 2$$

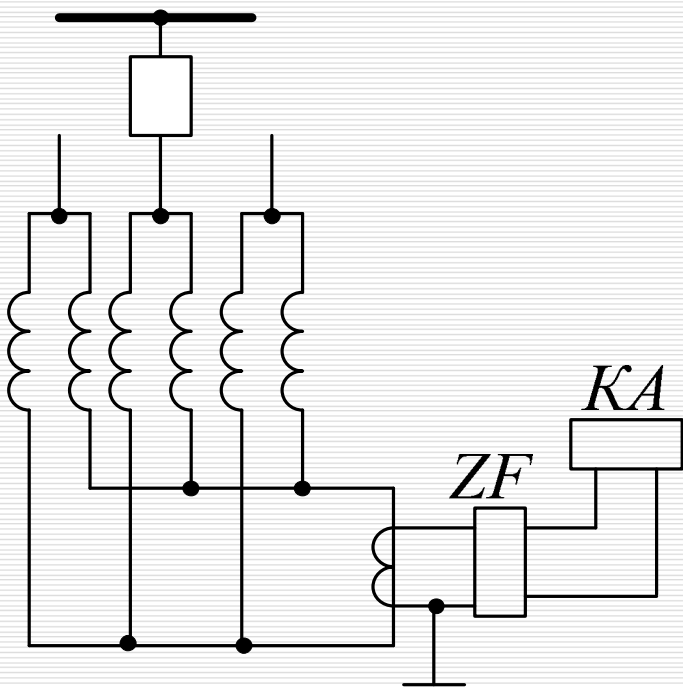
Поперечная дифференциальная защита

Применяется в качестве основной защиты для генераторов с мощностью более 1 МВт от витковых КЗ. Резервирует продольную дифференциальную защиту при многофазных КЗ в обмотке статора.



Составил: Пономарев Е.А.,
ассистент каф. ЭСС ЭНИН

Схема однорелейной поперечной дифференциальной защиты



$$I_{C3} = (0, 2 - 0, 3) I_{НОМ G}$$

Трансформатор тока устанавливается в цепи между двумя нулевыми точками параллельных ветвей обмотки статора, соединенных в звезду .

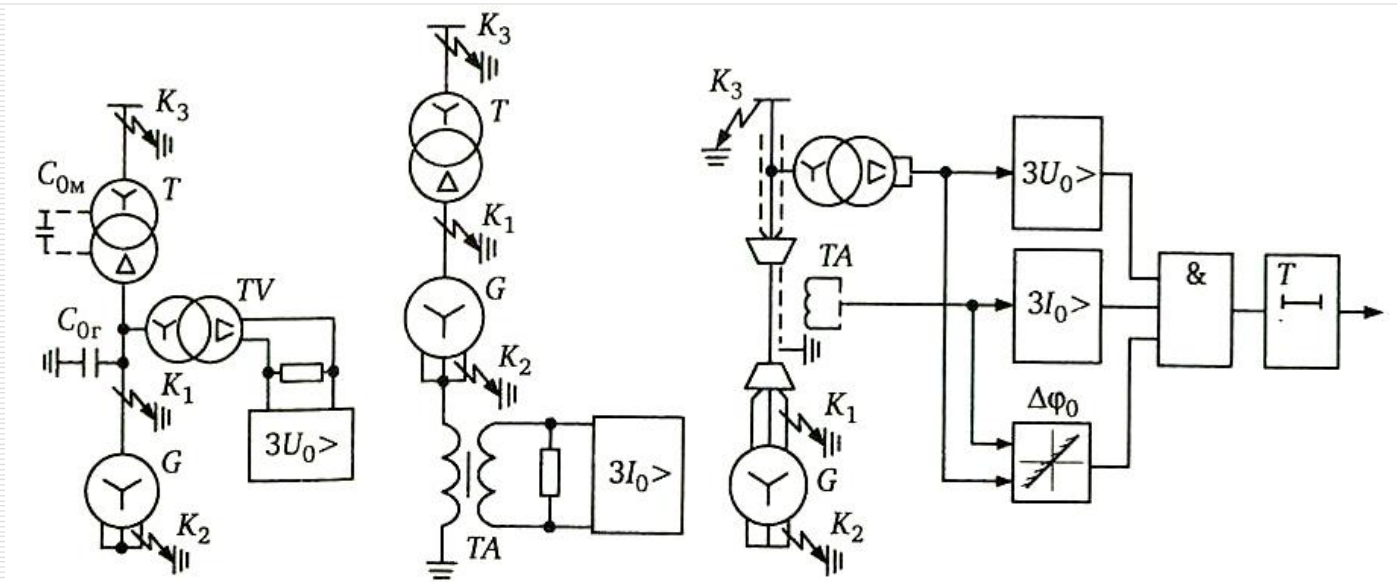
ZF – фильтр для отстройки от высших гармоник, протекающих в цепи нейтрали кратных трем.

Защиты от замыканий на землю в обмотке статора генераторов или на его выводах

1. Токовая направленная защита для генераторов, работающих в блоке с трансформатором на сеть с *изолированной нейтралью*.
2. Защита от замыканий на землю, использующая низкочастотные составляющие ТНП, порождаемые перемежающимся дуговым замыканием для генераторов, работающих на сеть с *компенсированной нейтралью*.
3. Защита от замыканий на землю для генераторов, работающих на сеть с *резистивно-заземленной нейтралью*.
4. Сигнализация при появлении однофазного замыкания на землю по напряжению нулевой последовательности.

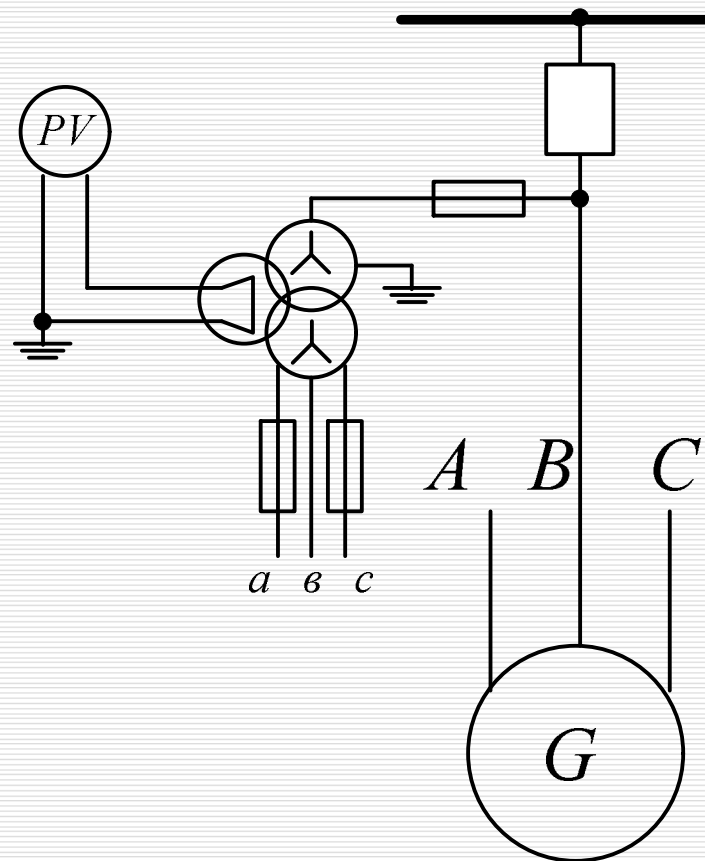
Защиты от замыканий на землю генераторов, работающих в сетях с изолированной или резонансно заземленной нейтралью

Защита от замыкания на землю имеет «*мертвую зону*» около 5% от сопротивления обмотки статора при замыкании вблизи нейтрали (точка K_2). Величины $3U_0$, $3I_0$ пропорциональны числу витков фазы между нейтралью и местом замыкания.



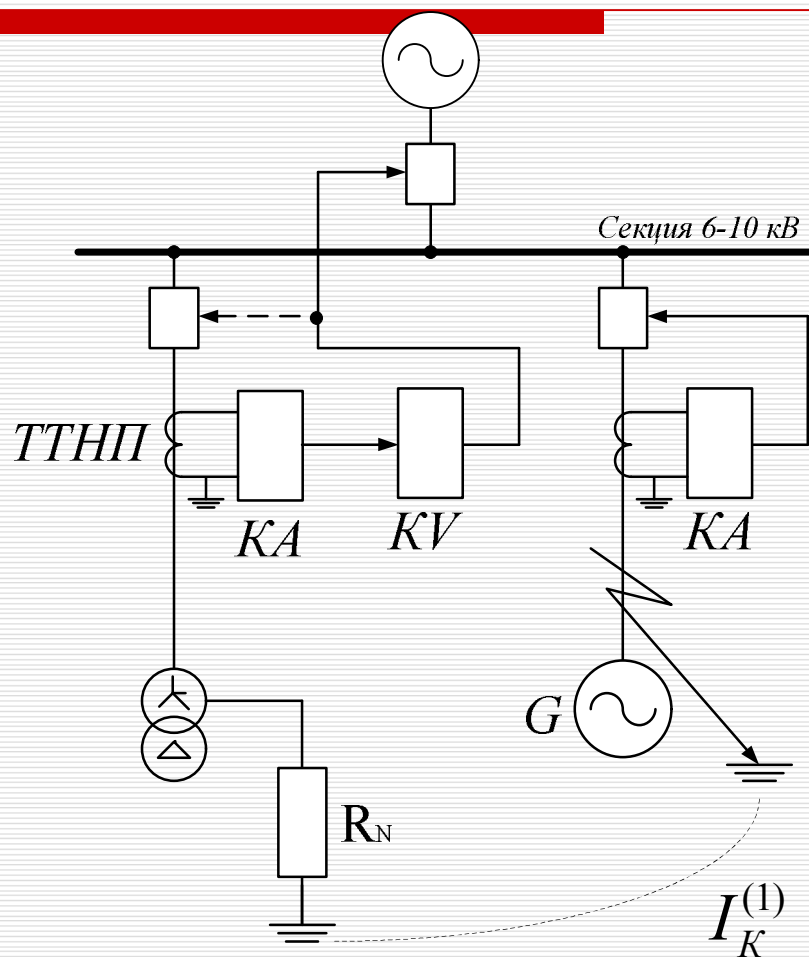
Составил: Понамарев Е.А.,
ассистент каф. ЭСС ЭНИН

Сигнализация при появлении однофазного замыкания на землю по напряжению нулевой последовательности



Составил: Понамарев Е.А.,
ассистент каф. ЭСС ЭНИН

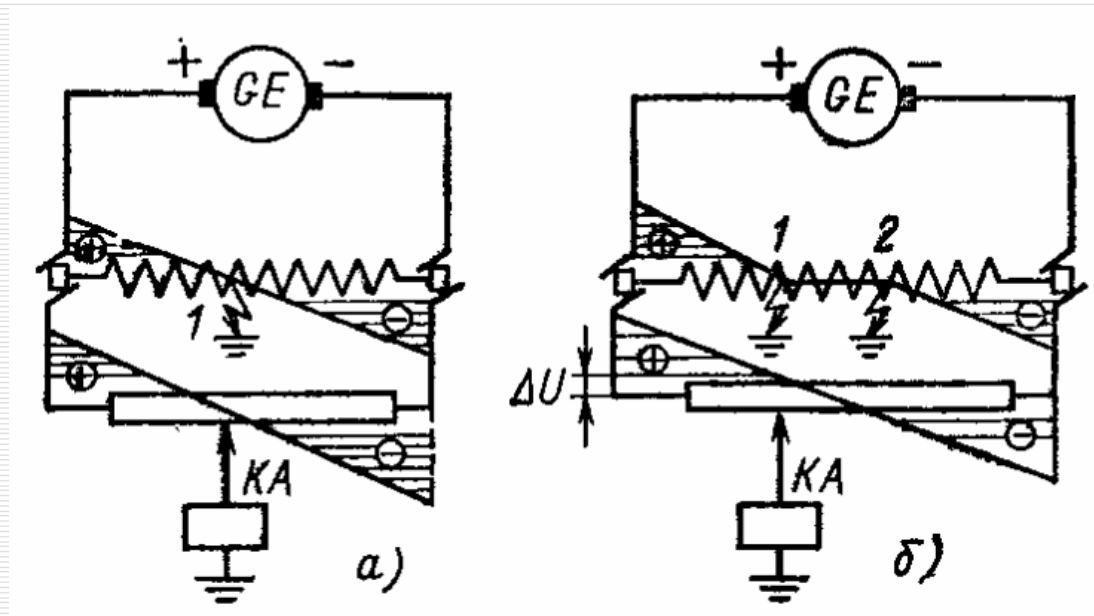
Защита от замыканий на землю для генераторов, работающих на сеть с резистивной заземленной нейтралью



Составил: Понамарев Е.А.,
ассистент каф. ЭСС ЭНИИ

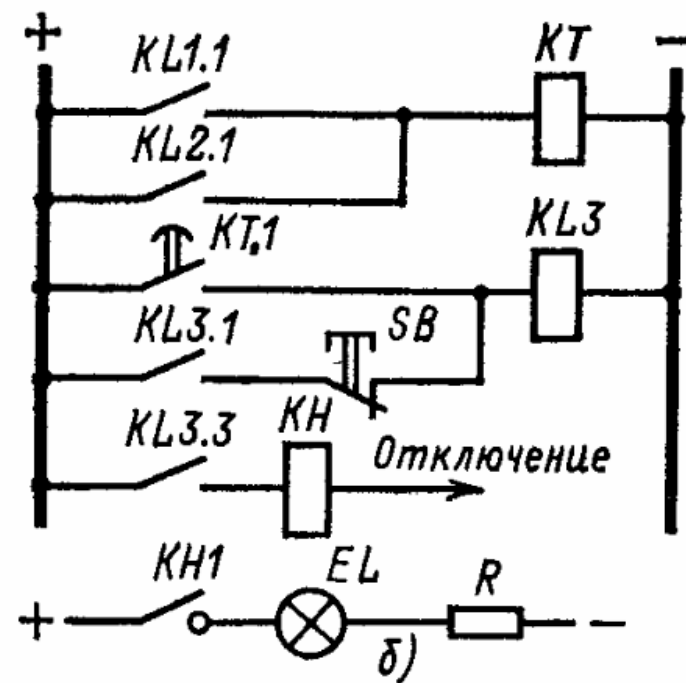
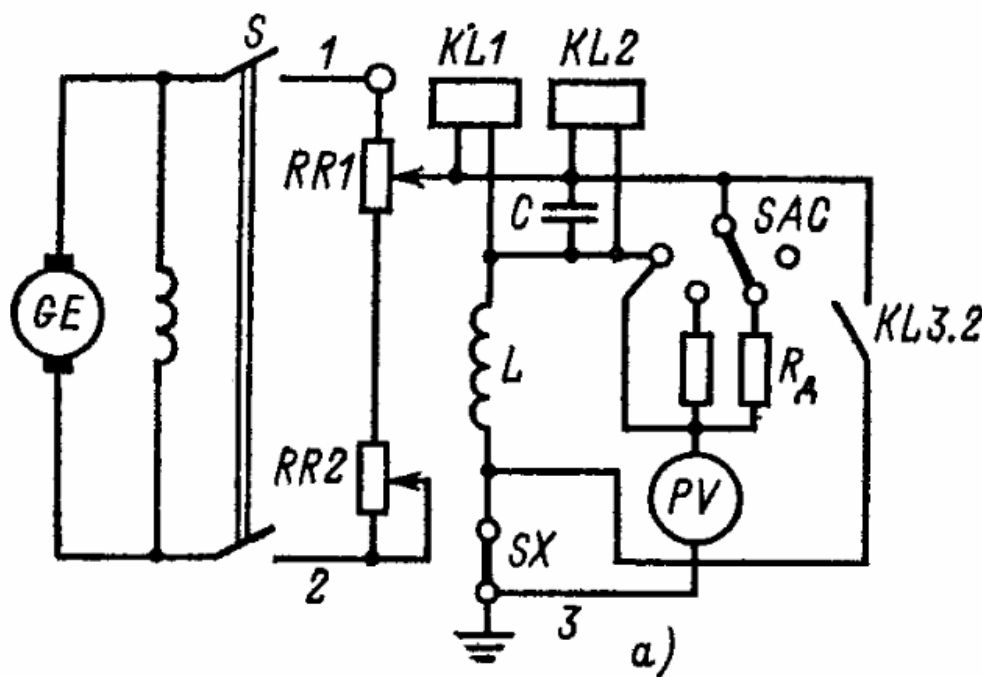
Защита от второго замыкания на землю в обмотке ротора

Распределение напряжения по обмотке ротора при замыканиях на землю.



а) в одной точке; б) в двух точках

Схема защиты генератора от замыканий в двух точках цепи возбуждения



а) цепи возбуждения; б) цепи оперативного тока