Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

Направление подготовки

140400.62 «Электроэнергетика и электротехника»

Квалификация выпускника: бакалавр

Презентации разработаны в рамках реализации гранта «Подготовка высококвалифицированных кадров в сфере электроэнергетики и горно-металлургической отрасли для предприятий Амурской области»

Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

Тема лекции:

Дистанционные защиты

Канд. техн. наук КОЗЛОВ А.Н.

Презентации разработаны в рамках реализации гранта «Подготовка высококвалифицированных кадров в сфере электроэнергетики и горно-металлургической отрасли для предприятий Амурской области»

Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

Презентации по курсу лекций обсуждены на заседании кафедры энергетики

«15» _____11_____2013__ г., протокол № ___4_____
Заведующий кафедрой Н.В. Савина

Презентации по курсу лекций одобрены на заседании учебно-методического совета направления подготовки 140400.62 – «Электроэнергетика и электротехника»

«16» _____12_____2013__ г., протокол № ___5_____

Председатель Ю.В. Мясоедов

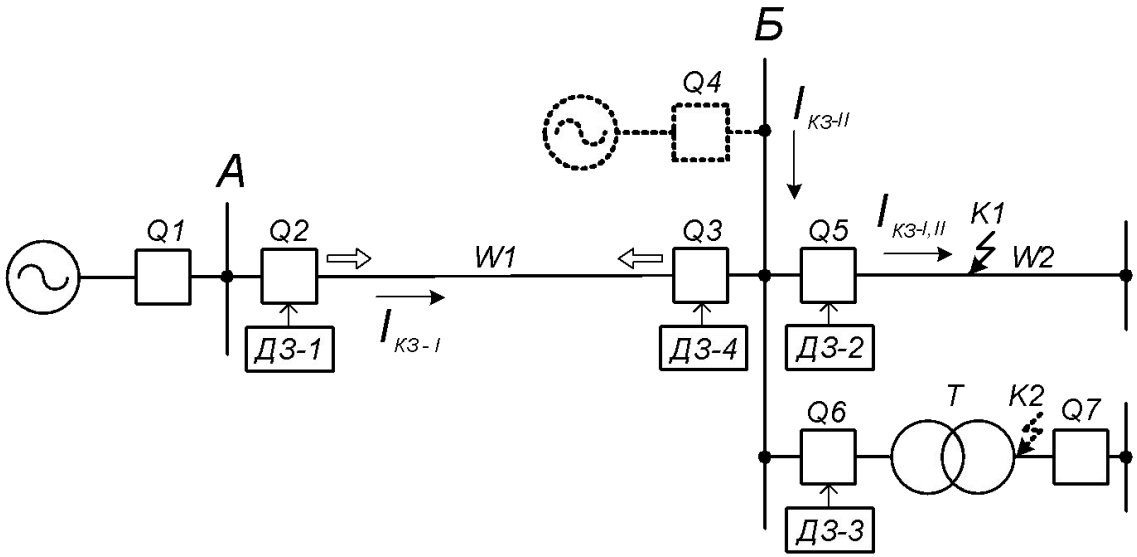
Рецензент: А.А. Андро, директор по информационно-технологическому сопровождению филиала ОАО «Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы» (ОАО «ФСК ЕЭС») – Магистральные электрические сети Востока (МЭС Востока)

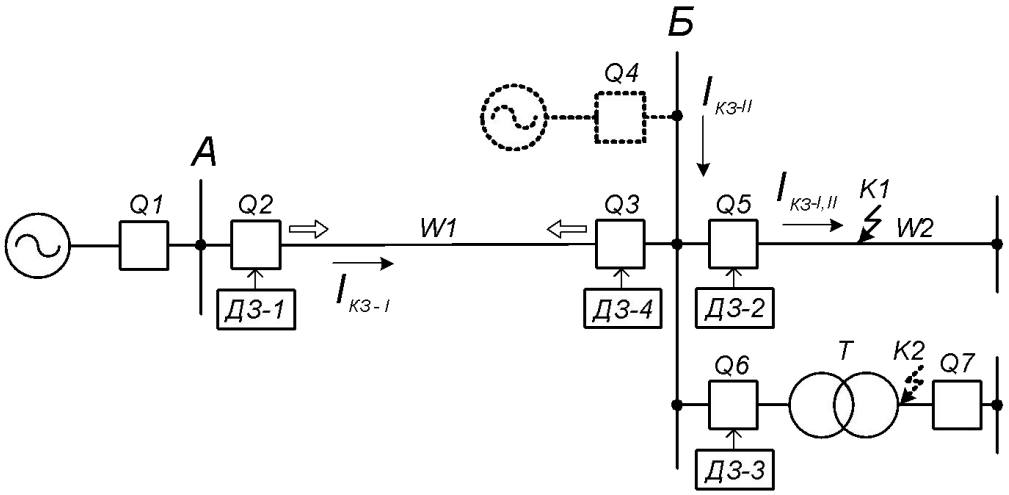
Презентации разработаны в рамках реализации гранта «Подготовка высококвалифицированных кадров в сфере электроэнергетики и горно-металлургической отрасли для предприятий Амурской области»

ДИСТАНЦИОННЫЕ ЗАЩИТЫ

В сетях напряжением до 35 кВ дистанционные защиты применяются в качестве основных в случае, если максимальные токовые защиты в сочетании с токовой отсечкой не обеспечивают требуемой селективности и чувствительности, и в качестве резервных – для параллельных линий с одно- и двусторонним питанием, в том числе и с ответвлениями.

Кроме того, дистанционные защиты применяются в качестве основных в замкнутых и радиальных сетях более высоких напряжений с несколькими источниками питания в случае, если токовые отсечки по току и напряжению со ступенчатой характеристикой выдержек времени не удовлетворяют требованиям чувствительности, селективности и быстроты действия, и в качестве резервных – для линий, оборудованных высокочастотными и продольными дифференциальными защитами, если токовые отсечки по току и напряжению со ступенчатой характеристикой выдержек времени не удовлетворяют требованиям чувствительности.





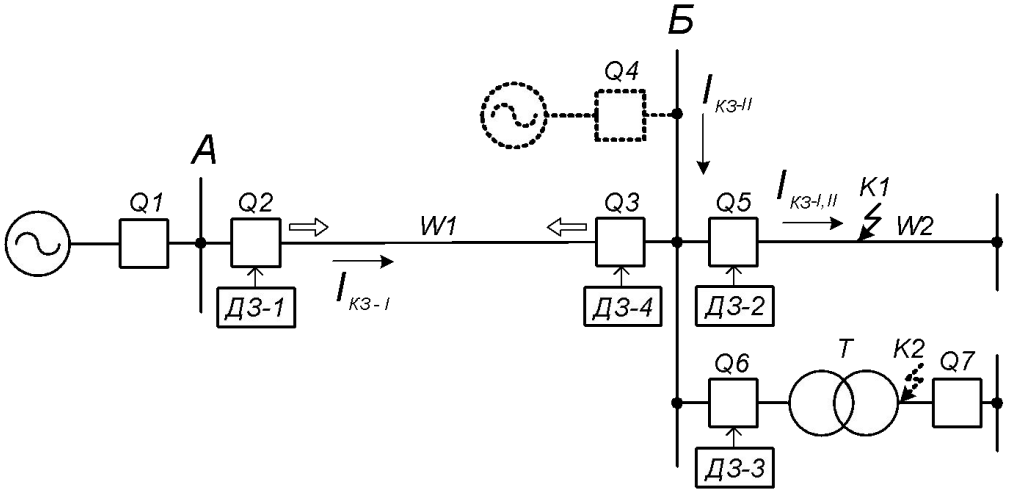
Сопротивление срабатывания первой ступени защиты *ДЗ-1* и *ДЗ-4* для линии *W1*

$$z'_{с.з.1} = 0,85 \cdot z_{W1},$$

где z_{W1} – сопротивление прямой последовательности защищаемой линии.

Выдержка времени первой ступени

$$t'_{с.з.1} = 0,1 \div 0,2 \text{ с.}$$



Сопротивление срабатывания второй ступени защиты *ДЗ-1*:

согласуется по чувствительности с первой ступенью защиты следующей линии:

$$z''_{с.з.1} \le 0{,}85 \cdot \left(z_{W1} + k \cdot z'_{с.з.2}\right);$$

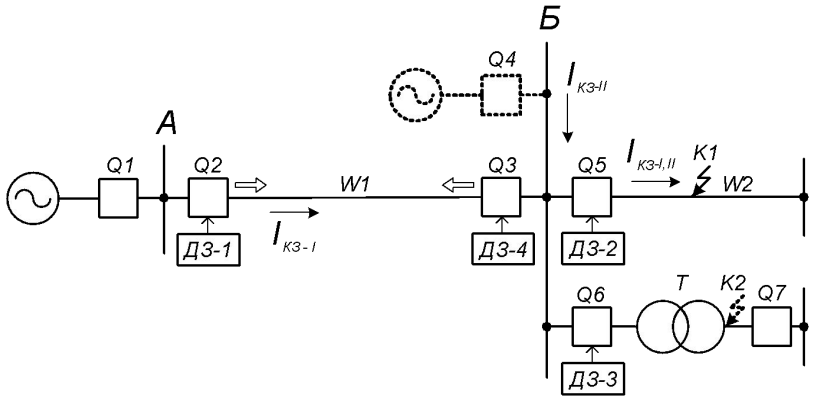
отстраивается от КЗ на шинах среднего или низшего напряжения подстанции *Б* (за трансформатором *Т*):

$$z''_{с.з.1} \le 0{,}85 \cdot \left(z_{W1} + z_{Тмин.}\right),$$

где k – коэффициент отстройки, равный 0,85-0,9;

$z'_{с.з.2}$ – сопротивление срабатывания первой ступени защиты последующей линии

$z_{Тмин.}$ – минимальное сопротивление трансформатора (с учетом действия РПН).



Если источников питания несколько (второй ИП – на подстанции *Б*) – сопротивление срабатывания второй ступени защиты определяется по формулам:

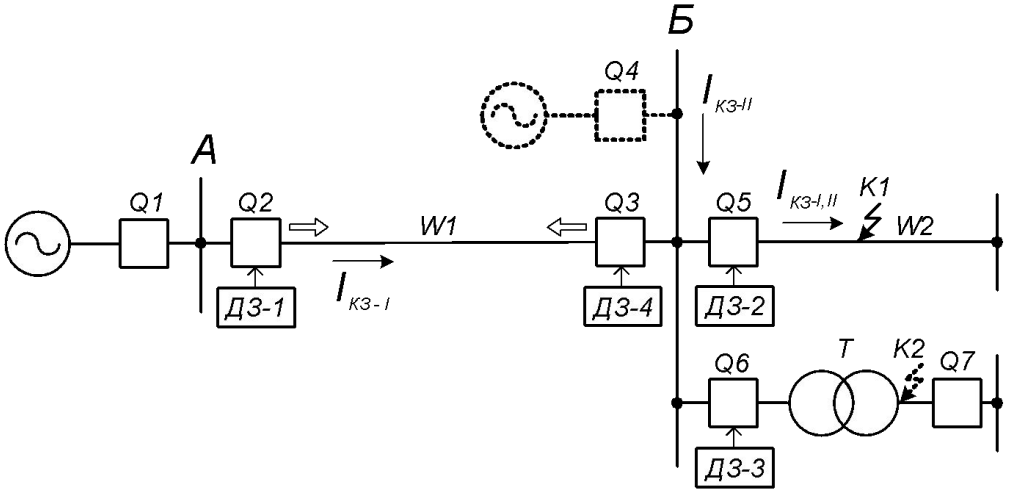
$$z''_{с.з.1} \le 0{,}85 \cdot \left(z_{W1} + k \cdot z'_{с.з.2} \cdot k'_{т/р} \right),$$

$$z''_{с.з.1} \le 0{,}85 \cdot \left(z_{W1} + z_{Тмин.} \cdot k''_{т/р} \right),$$

где $k'_{т/р}$ и $k''_{т/р}$ – коэффициенты токораспределения, которые позволяют учесть неравенство токов КЗ, протекающих в разных комплектах дистанционной защиты. Общая формула для этих коэффициентов:

$$k_{т/р} = \frac{I_{КЗпосл.}}{I_{КЗпред.}},$$

где $I_{КЗпосл.}$ и $I_{КЗпред.}$ – токи короткого замыкания, проходящие по последующей и предыдущей линиям (считая от источника питания) при замыкании в конце зоны действия первой ступени последующей защиты в максимальном режиме работы предыдущей системы и минимальном режиме работы последующей системы.



Выдержка времени второй ступени (применительно к *ДЗ-1*)

$$t''_{с.з.1} \geq t'_{с.з.2} + \Delta t\ ,$$

$$t''_{с.з.1} \geq t_{с.з.Т\,(осн)} + \Delta t\ ,$$

где $t'_{с.з.2}$ – выдержка времени первой ступени последующей защиты (*ДЗ-2*);

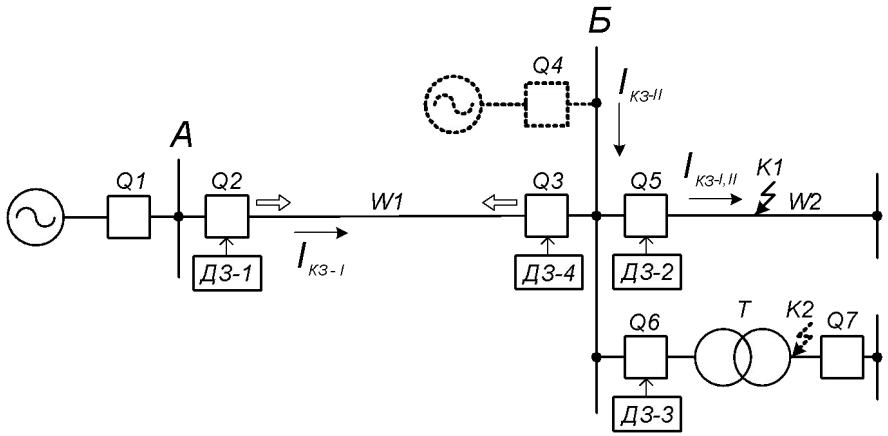
$t_{с.з.Т\,(осн)}$ – выдержка времени основной защиты трансформатора *Т*;

Δt – ступень селективности

Чувствительность второй ступени защиты

$$k''_{ч} = \frac{z''_{с.з.1}}{z_{W1}}\ .$$

Коэффициент чувствительности должен быть не менее 1,25.



Сопротивление срабатывания третьей ступени

$$z'''_{с.з.1} = \frac{z_{раб.мин.}}{k_н \cdot k_в}.$$

где $k_н = 1,1 \div 1,2$ – коэффициент надежности;

$k_в = 1,05 \div 1,2$ – коэффициент возврата реле;

$z_{раб.мин.}$ – минимальное рабочее сопротивление, определяемое по формуле

$$z_{раб.мин.} = \frac{U_{раб.мин.}}{\sqrt{3} \cdot k_{зап.} \cdot I_{раб.макс.}},$$

где $U_{раб.мин.}$ – минимальное значение междуфазного напряжения в месте установки защиты в условиях самозапуска электродвигателей, принимаемое равным $(0,8-0,9)U_{ном.}$;

$k_{зап.}$ – коэффициент запуска двигателей, принимаемый в ориентировочных расчетах равным 1,5 - 2,0; более точно определяется расчетом.

Выдержка времени третьей ступени

$$t'''_{с.з.1} \geq t'''_{с.з.2} + \Delta t\,,$$

$$t'''_{с.з.1} \geq t_{с.з.Т\,(рез)} + \Delta t\,,$$

где $t'''_{с.з.2}$ – выдержка времени третьей ступени последующей защиты (*ДЗ-2*);

$t_{с.з.Т\,(рез)}$ – выдержка времени резервной защиты трансформатора *Т*.

Чувствительность третьей ступени

$$k'''_{ч} = \frac{z'''_{с.з.1}}{z_{КЗмакс.}}\,,$$

где $z_{КЗмакс.}$ – наибольшее сопротивление на зажимах реле при коротком замыкании в расчетной точке. При коротком замыкании в конце защищаемой линии $z_{КЗмакс.} = z_{W1}$, а при коротком замыкании в конце зоны резервирования, т.е. в конце последующей линии

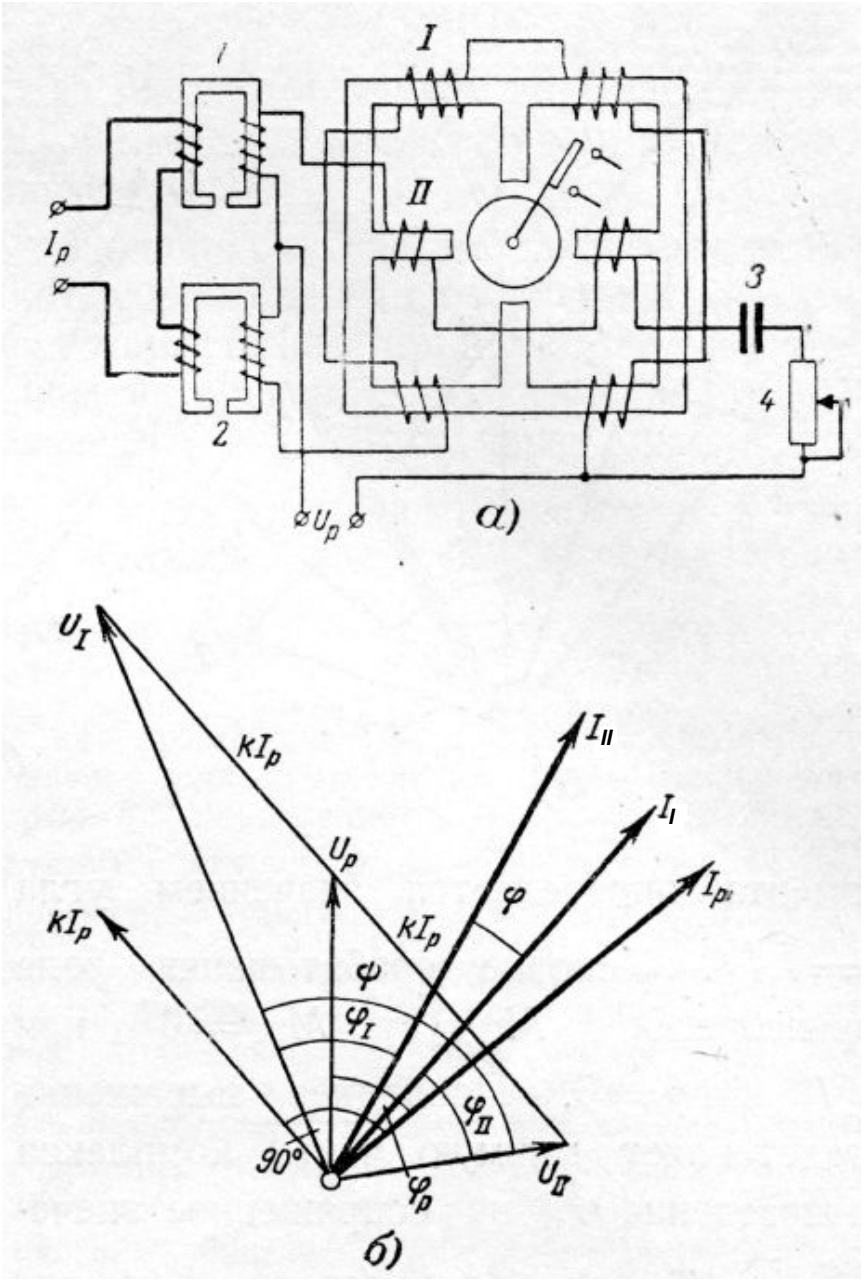
$$z_{КЗмакс.} = z_{W1} + z_{W2} \cdot k_{т/р.мин.}\,,$$

где z_{W2} – сопротивление прямой последовательности последующей линии;

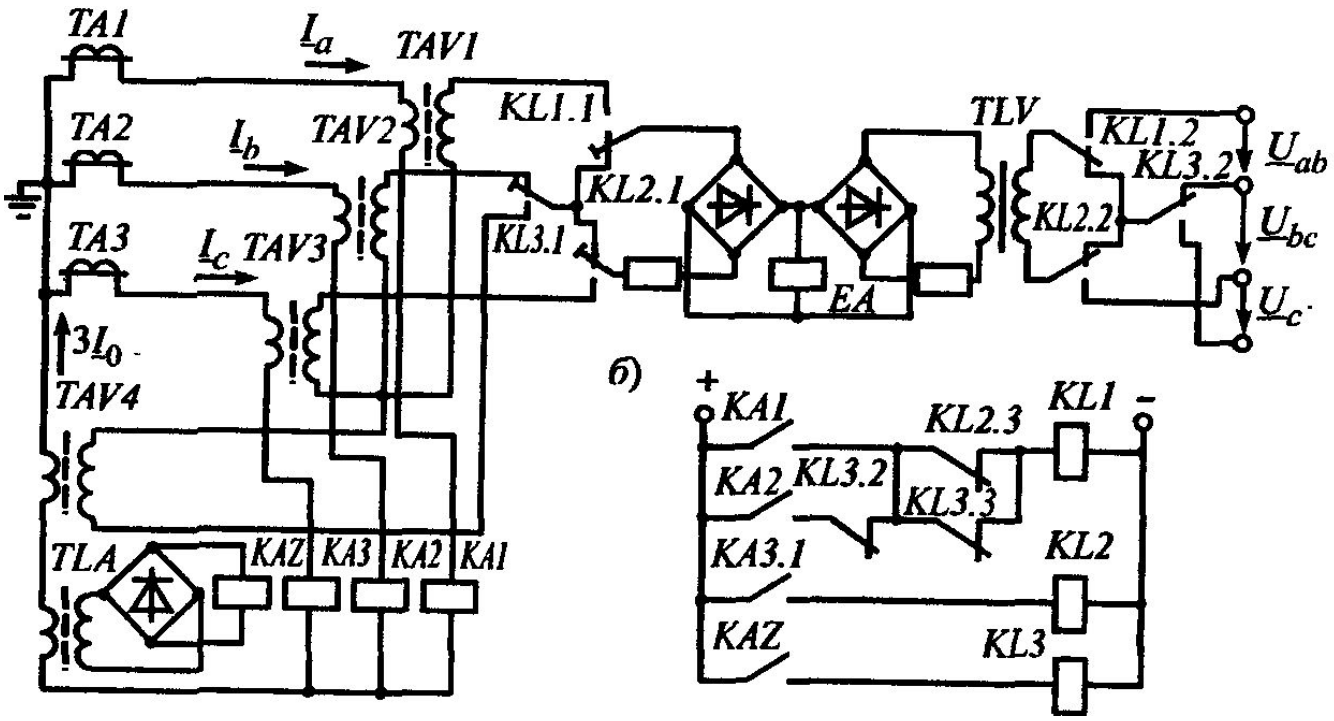
$k_{т/р.мин.}$ – коэффициент токораспределения, определяемый аналогично (11.7) при замыкании в конце зоны действия второй ступени последующей защиты.

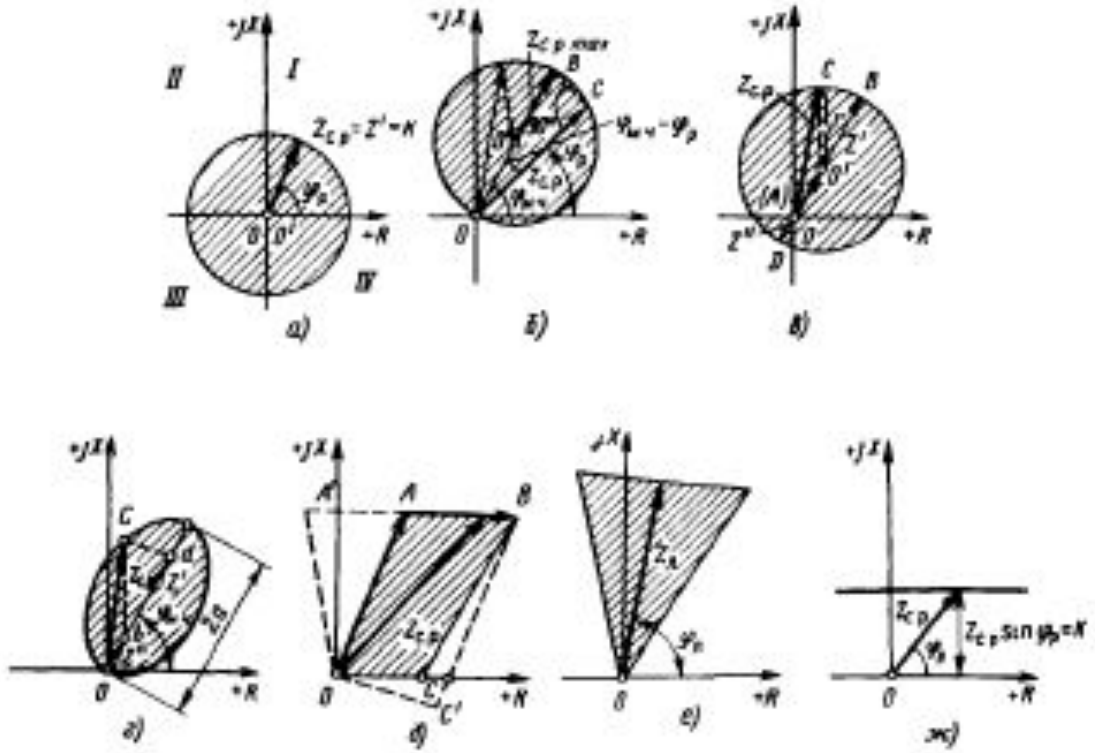
Коэффициент чувствительности при коротком замыкании в конце защищаемой линии должен быть не менее 1,5, а при коротком замыкании в зоне резервирования – не менее 1,2.

Принцип работы реле КРС-111



ДИСТАНЦИОННАЯ ЗАЩИТА ТИПА ПЗ-3



Поврежденные фазы	Срабатывают реле		Ток и напряжение, подводимые к реле сопротивления	
	тока	промежуточные	$\underline{I}_р$	$\underline{U}_р$
A–B–C	KA1, KA2, KA3	KL1, KL2	$\underline{I}_a - \underline{I}_c$	$\underline{U}_{ac}$
A–B	KA1, KA2	KL1	$\underline{I}_a - \underline{I}_b$	$\underline{U}_{ab}$
B–C	KA2, KA3	KL2	$\underline{I}_b - \underline{I}_c$	$\underline{U}_{bc}$
C–A	KA1, KA3	KL1, KL2	$\underline{I}_a - \underline{I}_c$	$\underline{U}_{ac}$

Характеристики срабатывания реле сопротивления