



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)

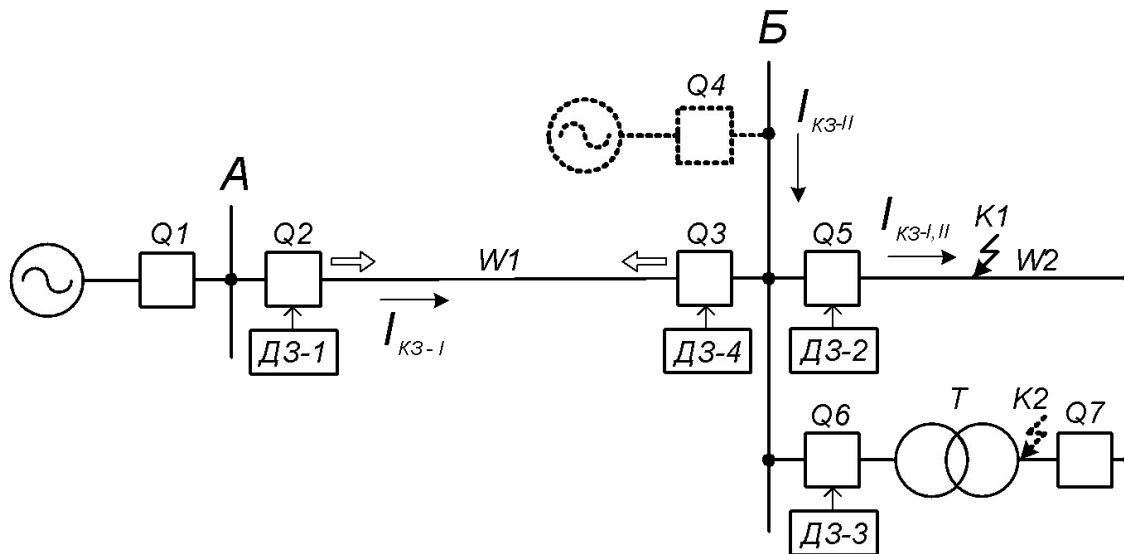


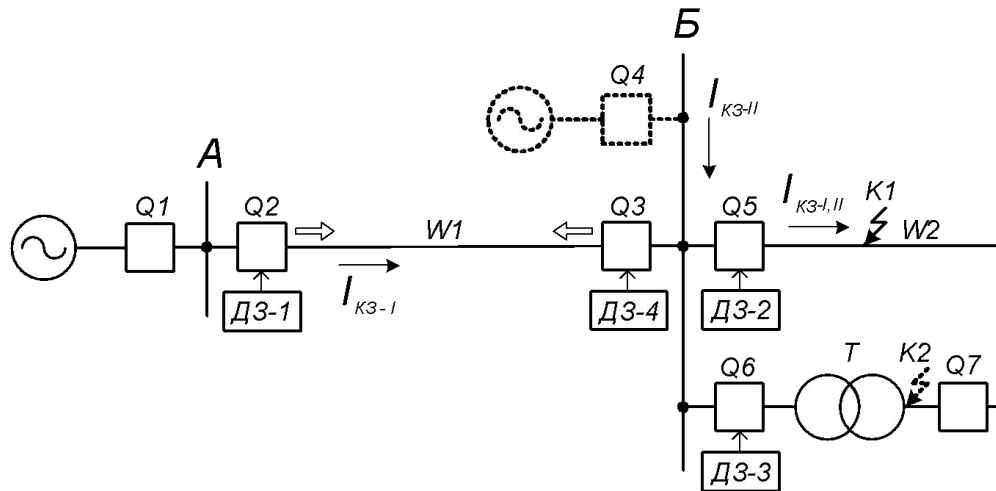
Презентации разработаны в рамках реализации гранта «Подготовка высококвалифицированных кадров в сфере электроэнергетики и горно-металлургической отрасли для предприятий Амурской области»

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 скорости 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.





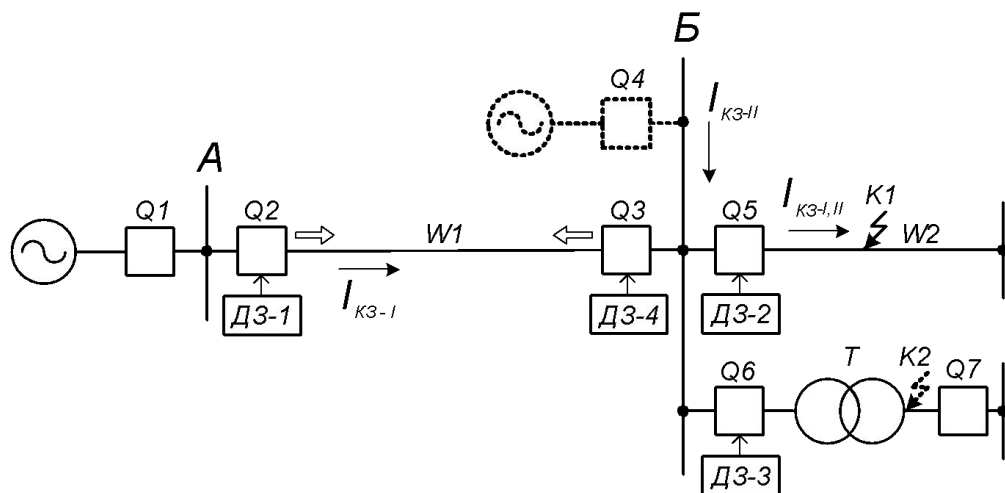
Сопротивление срабатывания первой ступени защиты $DЗ-1$ и $DЗ-4$ для линии $W1$

$$z'_{c.з.1} = 0,85 \cdot z_{W1},$$

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

Выдержка времени первой ступени

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



Сопротивление срабатывания второй ступени защиты $ДЗ-1$:
согласуется по чувствительности с первой ступенью защиты следующей
линии:

$$z''_{c.z.1} \leq 0,85 \cdot (z_{W1} + k \cdot z'_{c.z.2});$$

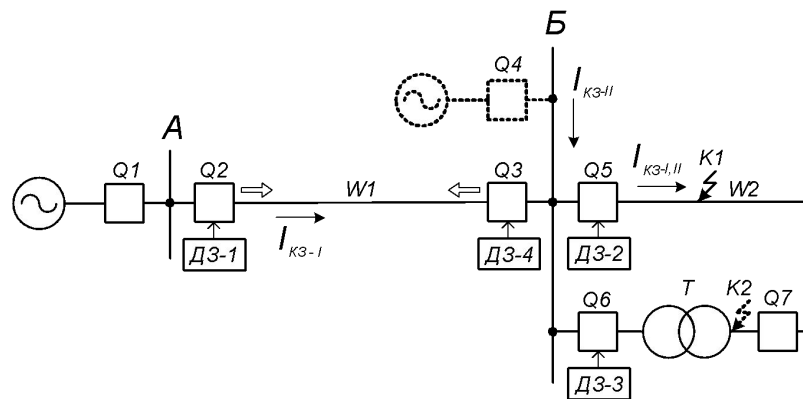
отстраняется от КЗ на шинах среднего или низшего напряжения
подстанции Б (за трансформатором Т):

$$z''_{c.z.1} \leq 0,85 \cdot (z_{W1} + z_{T_{мин}}),$$

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

$z'_{c.z.2}$ – сопротивление срабатывания первой ступени защиты после-
дующей линии

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



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

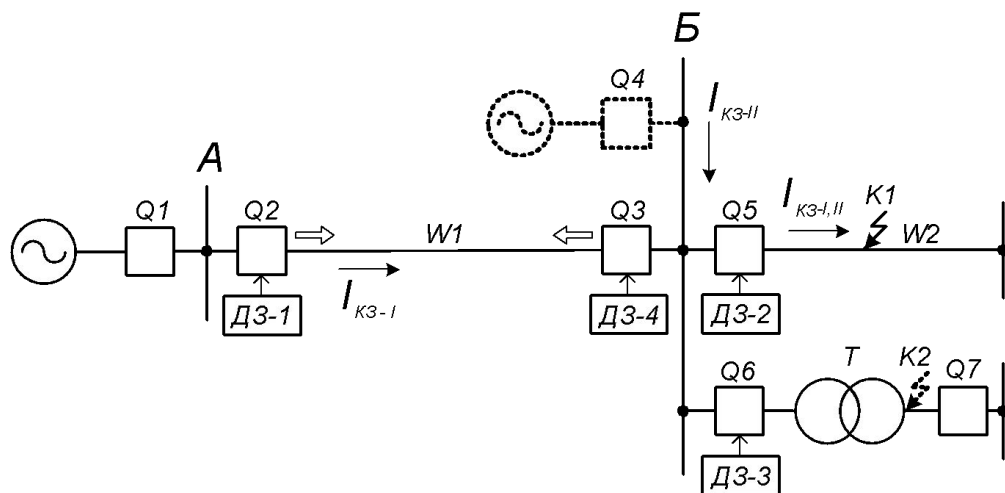
$$z''_{c.z.1} \leq 0,85 \cdot (z_{W1} + k \cdot z'_{c.z.2} \cdot k'_{m/p}),$$

$$z''_{c.z.1} \leq 0,85 \cdot (z_{W1} + z_{T_{мин.}} \cdot k''_{m/p}),$$

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

$$k_{m/p} = \frac{I_{КЗ_{посл.}}}{I_{КЗ_{пред.}}},$$

где $I_{КЗ_{посл.}}$ и $I_{КЗ_{пред.}}$ – 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)

$$t''_{C.3.1} \geq t'_{C.3.2} + \Delta t,$$

$$t''_{C.3.1} \geq t_{C.3.T(осн)} + \Delta t,$$

где $t'_{C.3.2}$ – выдержка времени первой ступени последующей защиты (ДЗ-2);

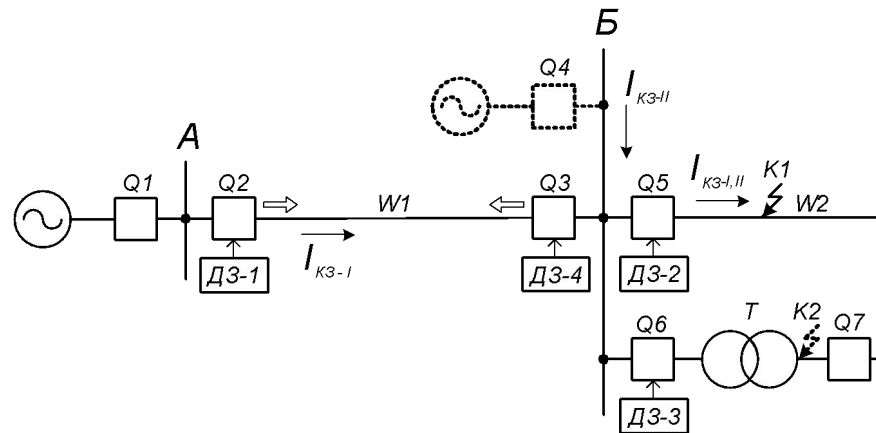
$t_{C.3.T(осн)}$ – выдержка времени основной защиты трансформатора T ;

Δt – степень селективности

Чувствительность второй ступени защиты

$$k''_y = \frac{z''_{C.3.1}}{z_{W1}}.$$

Коэффициент чувствительности должен быть не менее 1,25.



Сопротивление срабатывания третьей ступени

$$z_{с.з.1}'' = \frac{z_{раб.мин.}}{k_n \cdot k_g}$$

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

$k_g = 1,05 \div 1,2$ – 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

$$t_{c.з.1}''' \geq t_{c.з.2}''' + \Delta t,$$

$$t_{c.з.1}''' \geq t_{c.з.T(рез)} + \Delta t,$$

где $t_{c.з.2}'''$ – выдержка времени третьей ступени последующей защиты (ДЗ-2);

$t_{c.з.T(рез)}$ – выдержка времени резервной защиты трансформатора T .

Чувствительность третьей ступени

$$k_{\chi}''' = \frac{z_{c.з.1}'''}{z_{КЗмакс.}'''},$$

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

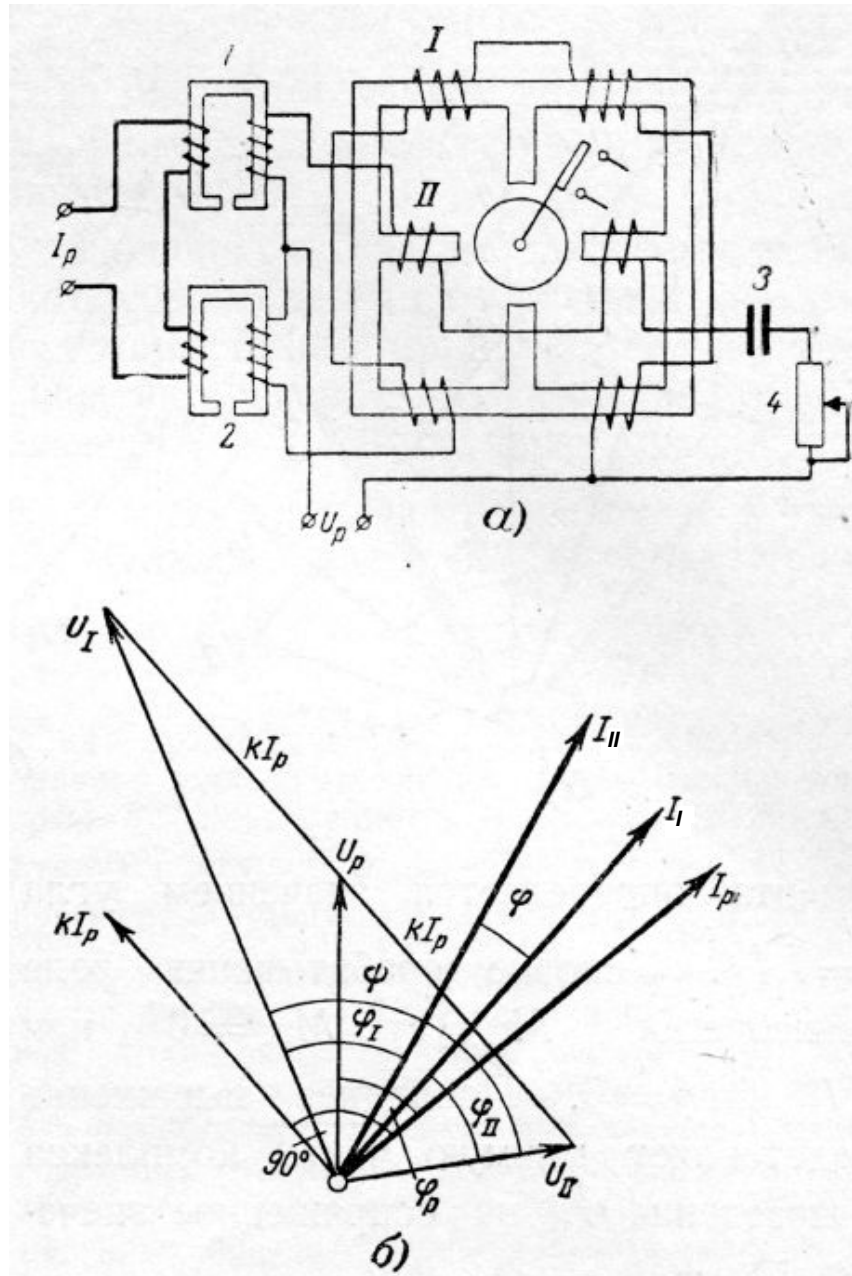
$$z_{КЗмакс.}''' = z_{W1} + z_{W2} \cdot k_{т/р.мин.},$$

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

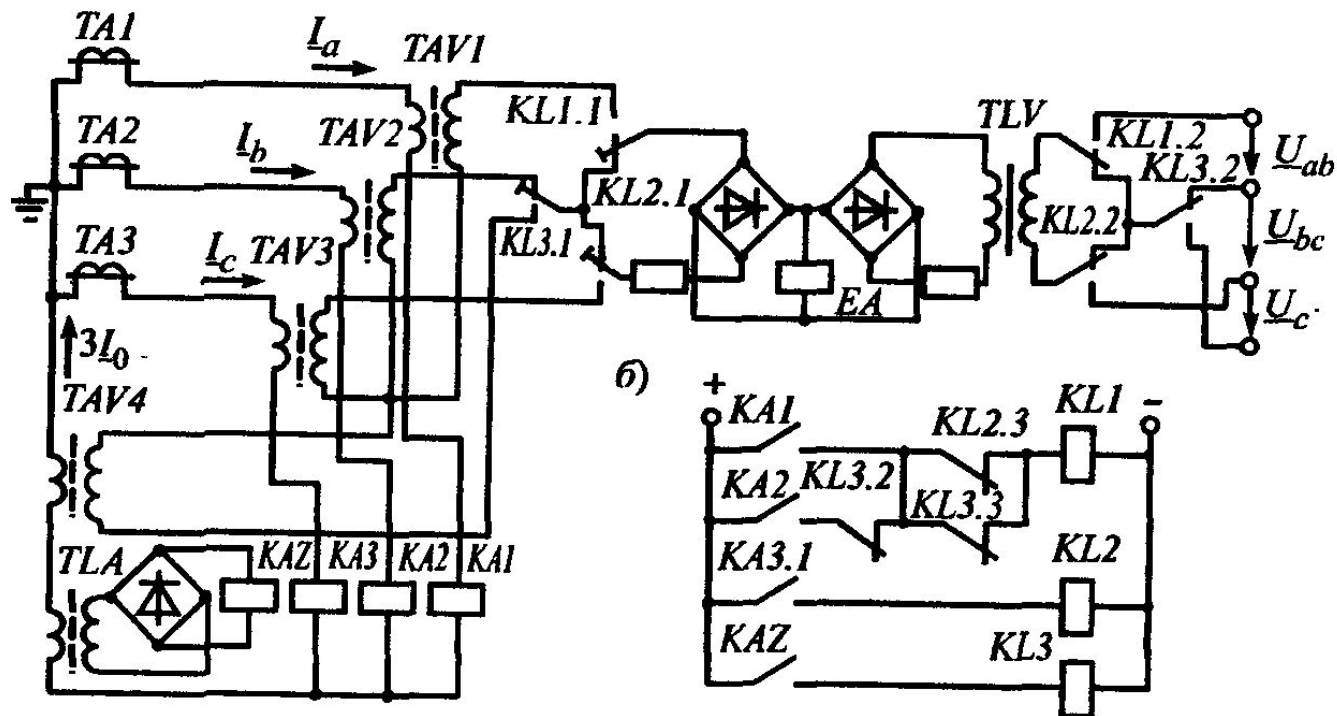
$k_{т/р.мин.}$ – коэффициент токораспределения, определяемый аналогично (11.7) при замыкании в конце зоны действия второй ступени последующей защиты.

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	I_p	U_p
A-B-C	KA1, KA2, KA3	KL1, KL2	$I_a - I_c$	U_{ac}
A-B	KA1, KA2	KL1	$I_a - I_b$	U_{ab}
B-C	KA2, KA3	KL2	$I_b - I_c$	U_{bc}
C-A	KA1, KA3	KL1, KL2	$I_a - I_c$	U_{ac}

Характеристики срабатывания реле сопротивления

