



Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем

Лекция № 2

Измерительные преобразователи. Трансформаторы тока.

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

Внешний вид трансформаторов тока

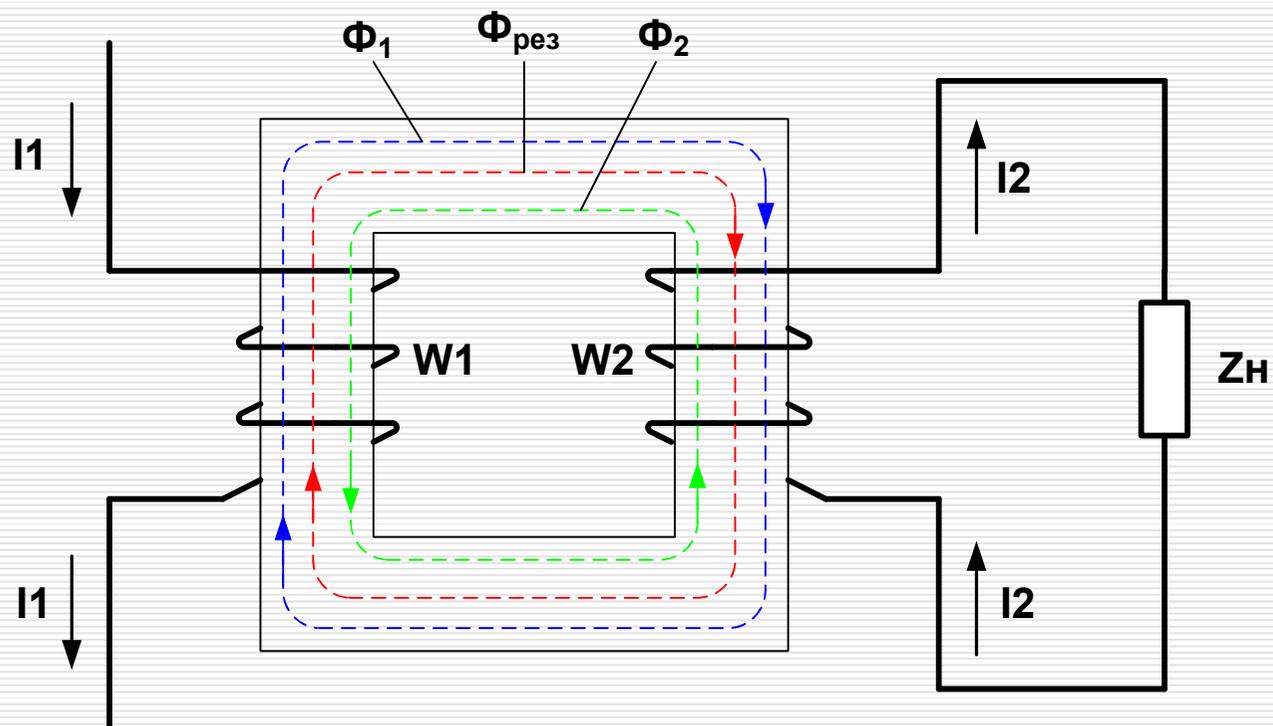


ТЗЛУ-70, ТЗЛУ-70-1



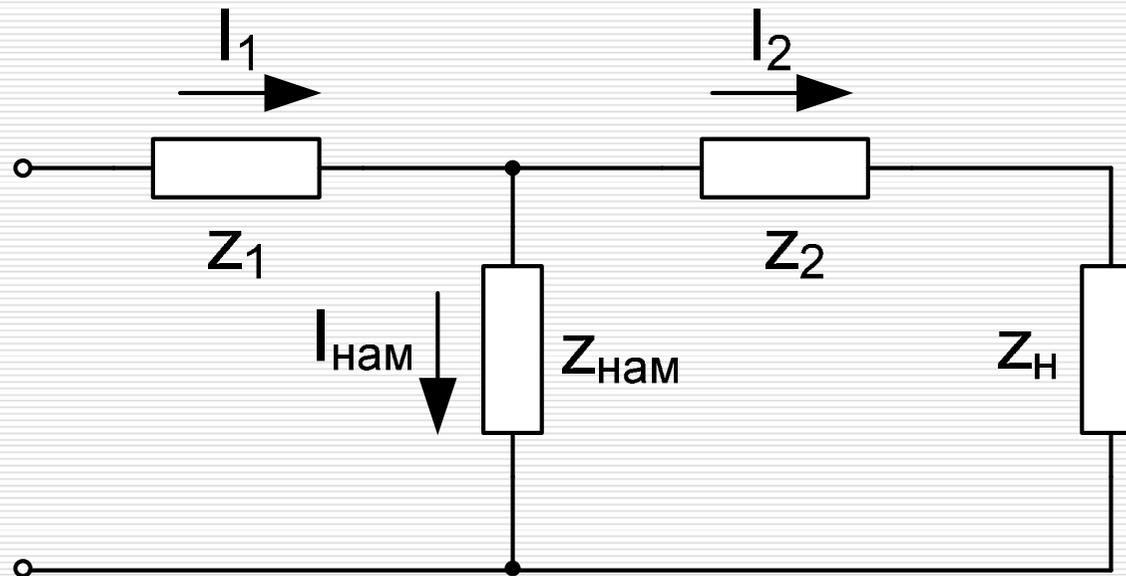
ТФЗМ 110 Б - I У1

Принцип действия трансформатора тока



$$I_1 \cdot W_1 = I_2 \cdot W_2$$
$$I_1 = I_2 \cdot \frac{W_2}{W_1} \qquad \frac{W_2}{W_1} = n_{\text{ТТ}}$$

Схема замещения трансформатора тока

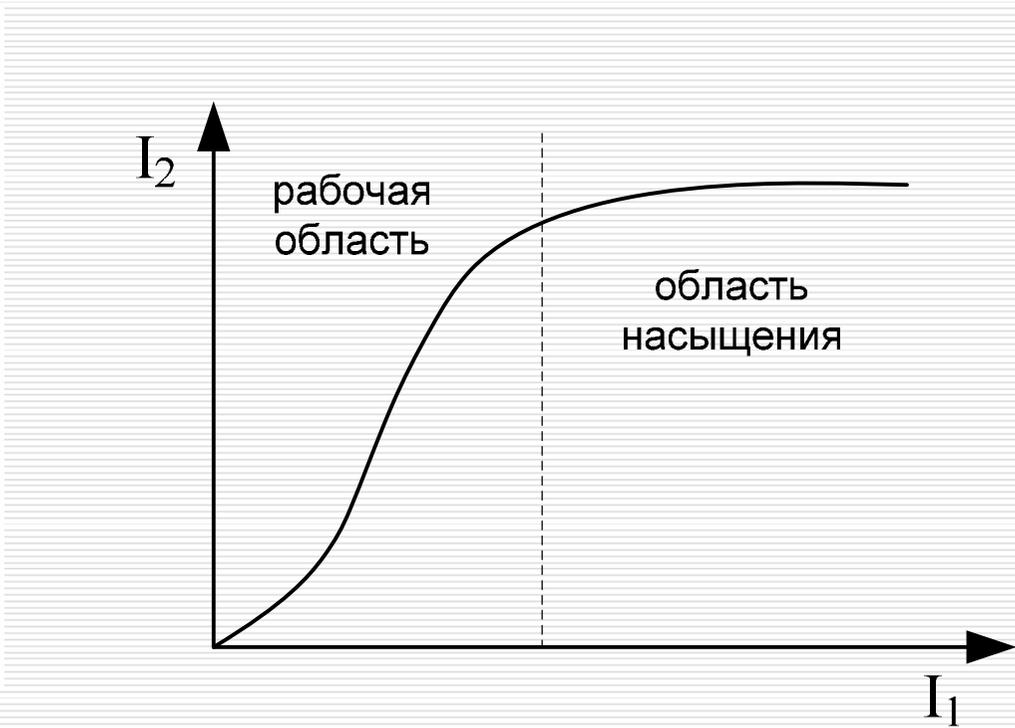
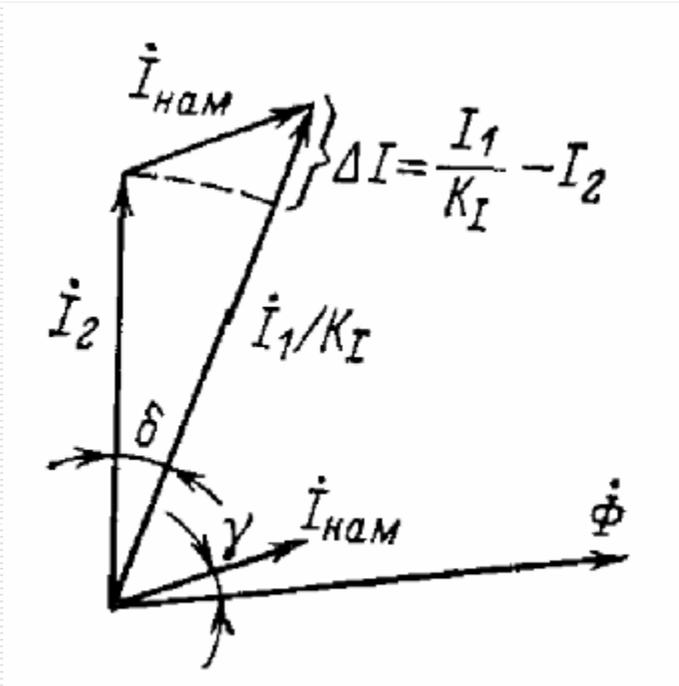


$$I_1 = (I_2 + I_{\text{нам}}) \cdot \frac{W_2}{W_1}$$

ИЛИ

$$I_2 = \frac{I_1 - I_{\text{нам}}}{n_{\text{ТТ}}}$$

Погрешности трансформатора тока



Упрощенная векторная диаграмма трансформатора тока

Кривая намагничивания трансформатора тока

Погрешности трансформатора тока

Токовая погрешность или погрешность в коэффициенте трансформации, определяется как арифметическая разность первичного тока, поделенного на номинальный коэффициент трансформации и измеренного действительного значения вторичного тока

$$\Delta I = \frac{I_1}{n_{\text{ТТ}}} - I_2$$

Токовая погрешность в процентах: $f = \frac{I_1 - (I_2 \cdot n_{\text{ТТ}})}{I_1} \cdot 100\%$

Фазовая или угловая погрешность определяется как угол сдвига вектора вторичного тока I_2 относительно вектора первичного тока I_1 , и считается положительной, когда I_2 опережает I_1 .

Классификация трансформаторов тока по допустимым погрешностям

Класс точности	Допустимая погрешность по току, %	Допустимая погрешность по углу, мин	Область применения
0,2	$\pm 0,2$	± 10	Точные лабораторные измерения
0,5	$\pm 0,5$	± 40	Приборы учета электроэнергии (счетчики)
1,0	$\pm 1,0$	± 80	Все типы защит и щитовые приборы
3,0	$\pm 3,0$	Не нормируется	Токовые защиты и амперметры

Порядок выбора трансформаторов тока для РЗ

1. Определяется рабочий ток защищаемого объекта **$I_{\text{раб}}$** .

2. По найденному значению тока и номинальному напряжению выбирается трансформатор тока (например из справочника).

3. Определяется максимально возможное значение тока повреждения защищаемого объекта **I_{kmax}** .

4. Рассчитывается кратность тока короткого замыкания как отношение

$$k = \frac{I_{\text{kmax}}}{I_{\text{раб}}}$$

Порядок выбора трансформаторов тока для РЗ

5. На основании технической документации поставщика оборудования или справочных материалов (кривые 10% -ой погрешности) и найденной кратности первичного тока определяется допустимая нагрузка **зн.доп.** для выбранного трансформатора тока.

6. Рассчитывается фактическая нагрузка трансформаторов тока **зн.факт.** и сравнивается с допустимой.

7. Если **зн.доп.** > **зн.факт.** считается, что трансформатор тока удовлетворяет требованиям точности и его можно использовать для данной схемы защиты.

Порядок выбора трансформаторов тока для РЗ

Если $Z_{н.доп.} < Z_{н.факт.}$, то необходимо принять меры для уменьшения нагрузки. В качестве таких мер можно назвать следующие:

- выбор трансформатора тока с увеличенным значением коэффициента трансформации;
- увеличение сечения контрольного кабеля;
- использование вместо одного трансформатора тока группу трансформаторов, соединенных последовательно.

Определение фактической нагрузки трансформаторов тока:

$$Z_{н.факт} = Z_p + Z_{приб.} + Z_{каб.} + Z_{пер.}$$

Работа трансформатора тока с разомкнутой вторичной обмоткой недопустима, а работа с замкнутой является частным случаем нормальной работы.



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