

## ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТА С УРАВНОВЕШЕННЫМИ НАПРЯЖЕНИЯМИ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА

**Проус В.Р., к.т.н., доц.**

*(Донской государственной технической университет, г. Ростов-на-Дону, Россия)*

В автономных электроэнергетических системах (АЭС) в качестве первичных преобразователей тока устройств релейной защиты и автоматики (РЗА) находят применение разъемные трансреакторные преобразователи с магнитоэлектрическими магнитопроводами (МПТ) [1]. Последние работают в режиме близком к холостому ходу, что обеспечивает им не критичность к длине и сечению соединительных линий связи и малые массогабаритные параметры. С учетом этого также дифференциальная защита с МПТ строится по схеме равновесия их выходных напряжений.

Распределительная сеть АЭС выполняется, как правило, с изолированной нейтралью, а силовые трансформаторы применяются без масляного заполнения, что продиктовано специфическими условиями эксплуатации.

Дифференциальная защита силового трансформатора с соединением обмоток по схеме звезда-треугольник 11 ( $Y/\Delta-11$ ) может быть выполнена в двухфазном односистемном исполнении. Компенсация углового сдвига между вторичными напряжениями достигается путем попарного соединения выходных обмоток МПТ, установленных на стороне высшего напряжения с выходными обмотками МПТ разноименных фаз, установленных на стороне низшего напряжения соответственно [2]. Причем выходные обмотки МПТ могут быть соединены последовательно встречно или согласно, важно лишь, чтобы соединение выходных обмоток их было одинаковым для обеих пар преобразователей.

Векторные диаграммы выходных напряжений МПТ, пропорциональных токам на стороне высшего напряжения (звезды) и на стороне низшего напряжения (треугольника), представлены на рисунке 1 а и б.

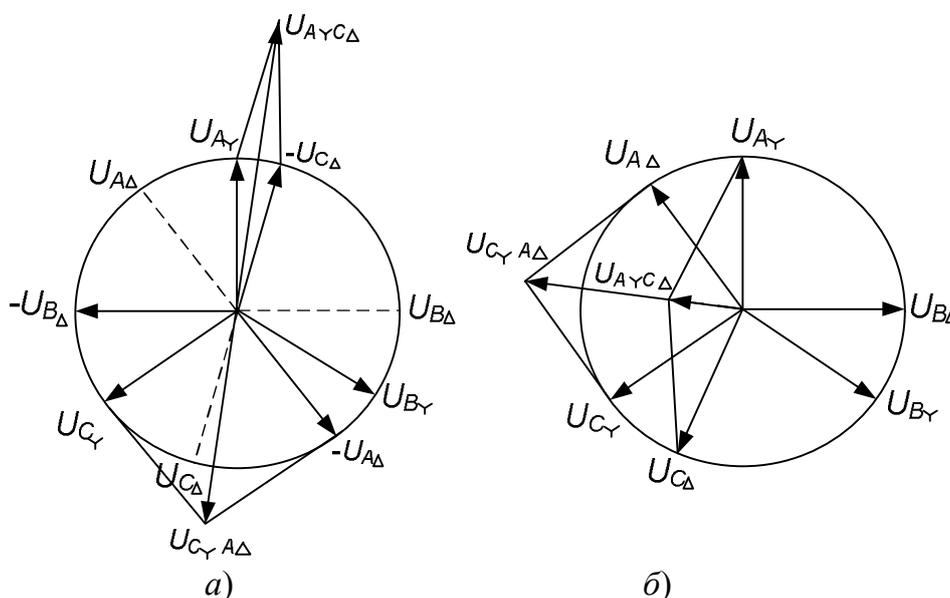


Рисунок 1 – Векторные диаграммы напряжений силового трансформатора в режимах внешнего а и внутреннего б КЗ

Для анализа примем, что выходные обмотки МПТ соединены между собой последовательно и встречно. Тогда векторная диаграмма соответствует режимам силового трансформатора: нормальному эксплуатационному и внешнему трехфазному симметричному коротким замыканиям (КЗ) (рисунок 1 а); внутреннему симметричному трехфазному КЗ (рисунок 1б). Суммарные векторы напряжений для фаз А и С  $U_{AYCA}$  и  $U_{CYAA}$  соответственно находятся или в противофазе при КЗ вне зоны (рисунок 1а), или совпадают при внутренних замыканиях (рисунок 1б).

Соединенные выходными обмотками пары преобразователей МПТ1- МПТ2 и МПТ3- МПТ4 подключены к первичным обмоткам разделительных трансформаторов напряжения Т1 и Т2 соответственно (рисунок 2).

Концы вторичных обмоток трансформаторов Т1 и Т2 подключены к входам двухполупериодного выпрямительного моста М1, подсоединенного выходами относительно земли к входам пороговых органов ПО1 и ПО2, выходы которых через логический элемент (Н) «неравнозначность» (исключающее ИЛИ) подключены к элементу выдержки времени ЭВВ.

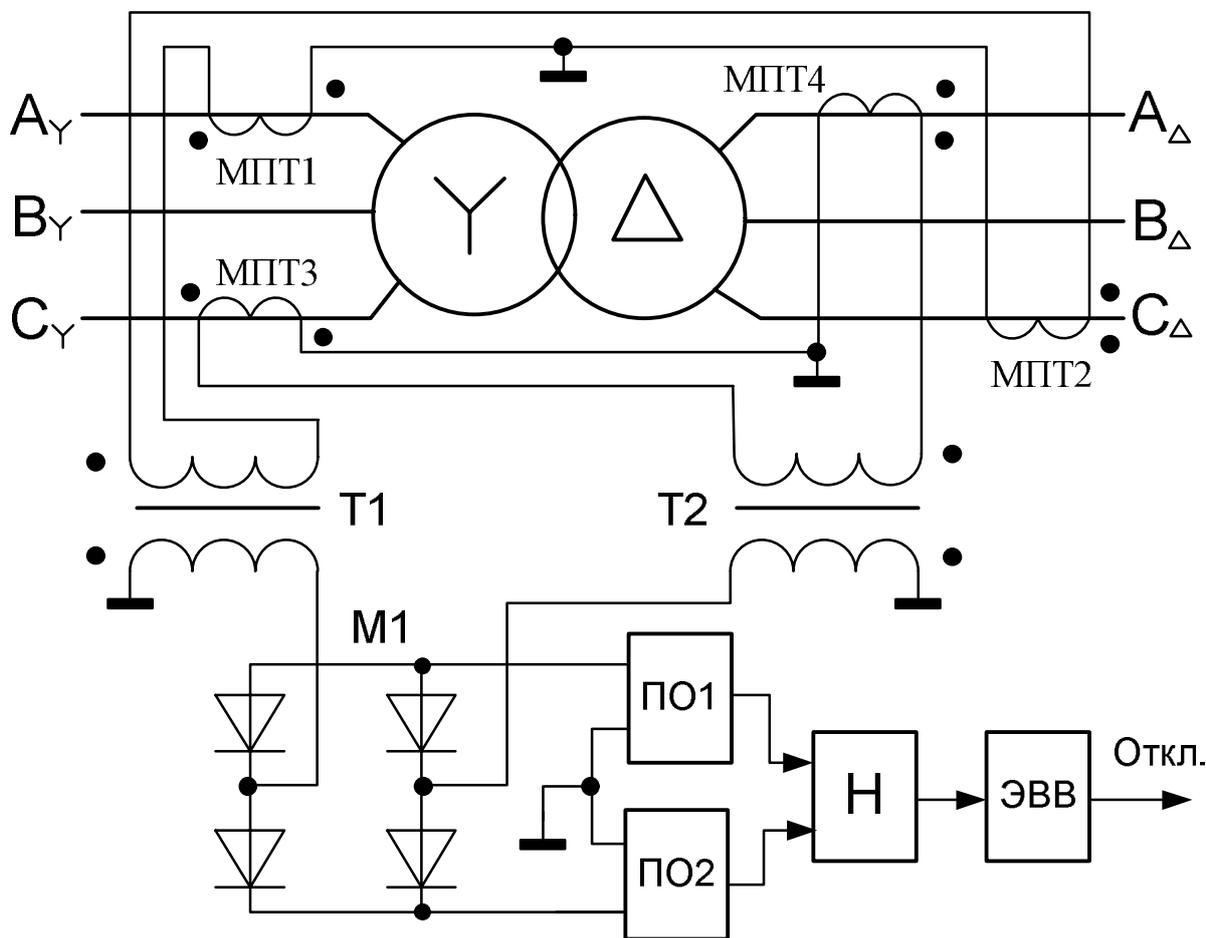


Рисунок 2 – Дифференциальная защита силового трансформатора

Компенсация неравенства первичных токов силового трансформатора достигается соответствующим выбором коэффициентов преобразования пар МПТ1, МПТ2 и МПТ3, МПТ4. Вторичная обмотка разделительного трансформатора Т2 выполнена понижающей в  $\sqrt{2} \cos 15^\circ$  раза. С учетом этого в нормальном эксплуатационном режиме силового трансформатора на входах моста М1 присутствуют сигналы, находящиеся в противофазе. При этом срабатывают ПО1 и ПО2 и на входы логического элемента Н поступают сигналы, соответствующие логической единице «1». Поэтому на выходе элемента Н присутствует сигнал,

соответствующий логическому нулю «0». В режиме внутреннего КЗ сигналы на входах моста М1 совпадают по фазе, в результате в каждый момент времени в сработавшем состоянии находится один из пороговых органов. Поэтому на выходе элемента Н будет присутствовать логическая единица «1» и через выдержку времени произойдет аварийное отключение силового трансформатора.

Для отстройки от бросков намагничивающего тока силового трансформатора использован времяимпульсный принцип, применение которого эффективно, вследствие близости к нулю угловых погрешностей МПТ [3].

#### Перечень ссылок

1. Темиров А.П. Разработка и создание элементов интегрированных корабельных электроэнергетических систем. – Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета, 2005. – 546 с.
2. А. с. 1145403 СССР. Устройство для дифференциальной защиты силового трансформатора / Е.Н. Габов, А.С. Дордий, В.Р. Проус. Оpubл. 15.03.85. Бюл. № 10.
3. Проус В.Р., Цыгулев Н.И. Метод оценки погрешности работы первичных трансреакторных преобразователей тока. Изв. вузов Электромеханика.– 2008. Специальный вып. С. 110-112.