DOI: 10.17117/na.2015.09.666

<http://ucom.ru/doc/na.2015.09.666.pdf>

Поступила (Received): 29.09.2015

Абылгазиев Ж.С., Иманакунова Ж.С., Айдарова А.Р. Контроль параметров режима электрической сети с использованием измерительного трансформатора нового типа

Abylgaziev Zh.S., Imanakunova Zh.S., Aidarova A.R.
**Control of parameters of the mode of electric network
with the use of measuring transformer of new type**

Приводится краткий анализ влияния измерительных трансформаторов на релейную защиту от однофазного замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью, а также описание конструкции регулируемого многофункционального измерительного трансформатора нового типа предназначенного для контроля режима электрической сети

Ключевые слова: изолированный нейтраль, замыкание на землю, измерительные трансформаторы

A brief analysis of the impact of instrument transformers at relaying from a single phase earth fault in networks with isolated neutral, as well as the construction of multi-adjustable instrument transformer designed for a new type of control mode power supply

Key words: isolated neutral, ground fault, measuring transformers

Абылгазиев Жыргалбек Сагындыкович
Инженер производственной службы релейной защиты и автоматики
Северэлектро
Кыргызская Республика, Аламудунский район,
с. Лебединовка, ул. Чкалова 3

Abylgaziev Zhyrgalbek Sagyndykovich
Manufacturing Engineer Service Protection and Automation
Severelektro
Kyrgyz Republik, Alamudun region, Lebedinovka vil.,
Chkalov st., 3

Иманакунова Женишгуль Сартбаевна
Кандидат технических наук
Кыргызский Государственный Технический Университет им. И. Раззакова
Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Мира, 66

Imanakunova Zhenishkul Sartbaevna
Candidate of Technical Sciences
Kyrgyz State Technical University I. Razzakova
Kyrgyz Republic, Bishkek, Mira st., 66

Айдарова Айгерим Рашидовна
Инженер по учету электроэнергии
Северэлектро
Кыргызская Республика, Аламудунский район,
с. Лебединовка, ул. Чкалова 3

Aidarova Aigerim Rashidovna
Engineer for electricity metering
Severelektro
Kyrgyz Republik, Alamudun region, Lebedinovka vil.,
Chkalov st., 3

Современный этап развития устройств релейной защиты и автоматики (РЗА) характеризуется широким применением цифровых реле, обладающих многими функциональными возможностями: они реализуются на микропро-

цессорной базе, которые обладают рядом достоинств перед своими предшественниками, например, они более компактны, в них легче реализовать требуемую логику, функции телемеханики и телеуправления, конфигурация микропроцессорного устройства поддается кодировки и программированию, а также позволяет контролировать параметры сети в режиме реального времени.

Источниками информации для контроля параметров сети являются измерительные трансформаторы: трансформаторы тока (ТТ) и трансформаторы напряжения (ТН), однако они не претерпели существенных изменений с точки зрения современного развития устройств РЗА и, соответственно, выдают искаженную информацию о первичных параметрах сети. Особенно это чувствуется в сетях с изолированной нейтралью, где сложно и важно контролировать величину тока замыкания на землю.

Практика показывает, что на базе традиционных ТТ и ТН обеспечить селективную защиту от однофазного замыкания на землю очень сложно. Это объясняется погрешностью фазных ТТ, фильтров тока нулевой последовательности (ФТНП) и некоторыми эксплуатационными факторами.

Причиной искажения первичных сигналов на существующих измерительных трансформаторах тока является несовпадение вольтамперных характеристик (ВАХ), при их использовании для создания ФТНП, что в свою очередь, обуславливает появление тока небаланса.

Кроме этого, для контроля тока нулевой последовательности, в эксплуатации используется специальный измерительный трансформатор тока нулевой последовательности (ТТНП), состоящий из тороидального магнитопровода, на котором располагается вторичная обмотка. В ТТНП роль первичной обмотки выполняет кабель, на который надет тороидальный магнитопровод. Недостатком ТТНП является появление тока небаланса на вторичной обмотке из-за несимметричного относительно к сердечнику расположения жил силового кабеля.

К тому же, функционирование указанных выше ТТНП в переходных режимах, а также на высших гармониках, особенно при больших вторичных нагрузках, исследовано недостаточно [1]. По этому, на сегодняшний день актуальной задачей становится обеспечение микропроцессорных устройств достоверной информацией о первичных контролируемых ими процессах.

В связи с этим, требуется разработка чувствительного и регулируемого многофункционального измерительного трансформатора (РМИТ), обеспечивающего непрерывной информацией о режимах работы сети.

Поставленная задача решается тем, что РМИТ (рис.1,а) содержит набранный из кольцевых дисков цилиндрический наружный сердечник 1 из магнитомягкого материала. В наружном сердечнике 1 по кругу под углом в 120° по отношению друг к другу имеются отверстия, через которые проходят токоведущие стержни фаз А, В, С проходных изоляторов 2, 3, 4, играющих роль первичных обмоток, вокруг которых образуются магнитные потоки Φ_A , Φ_B , Φ_C . Напротив проходных изоляторов 2, 3, 4 имеются отверстия, на которых расположены внутренние сердечники 5, 6, 7 из магнитомягкого материала, состоящие из кольцевых дисков. Вторичные обмотки 8, 9, 10 наматываются на рамки

11, 12, 13 и устанавливаются в расточке внутренних сердечников 5, 6, 7 соответственно напротив фаз A, B, C . Фазы расположены таким образом, что плоскости этих рамок находятся в зоне результирующего вращающегося магнитного поля Φ , которое образуется от токов нагрузок I_A, I_B, I_C , протекающих по первичным обмоткам устройства, т.е. по проходным изоляторам 2, 3 и 4. Внутренние сердечники 5, 6, 7 с одной стороны соединены с зубчатыми механизмами (на рисунке не показано).

Рис.1. Конструкция РМИТ

На каждую рамку вдоль них намотаны по две группы обмоток (рис.1, б): первая группа обмоток каждой рамки соединена между собой в звезду (рис.1,в), а вторая группа обмоток – в открытый треугольник (рис.1,г).

Концы обмоток, на рисунке 1, б отмеченные буквами $\{(a_1, a_2); (a_3, a_4)\}$, намотаны на рамку 11 соответственно для фазы A . Такое исполнение вторичных обмоток позволяет осуществлять гальваническое разделение вторичных сигналов трансформатора для каждой фазы отдельно.

Принцип действия предлагаемого РМИТ заключается в следующем.

При совпадении плоскостей вторичных обмоток 8, 9, 10 с направлением линий магнитной индукции, магнитные потоки Φ_A , Φ_B , Φ_C достигают своего максимума. По мере поворота рамок 11, 12, 13 на угол φ , магнитные потоки, пронизывающие вторичные обмотки 8, 9, 10, изменяются и соответственно меняются значения e_a , e_b , e_c $\varphi_A \cdot \varphi_B$ и φ_C - индуктируемых ЭДС на выводах вторичных обмоток 8, 9 и 10. Таким образом, изменяя угол φ_A , φ_B или φ_C , $\varphi_A \cdot \varphi_B$ и φ_C можно получить равные значения e_a , e_b , e_c e_A , e_B , e_C независимо от значения напряжения источника и от значения полного сопротивления линии.

При появлении тока утечки и обрыве одного из фазных проводов в сетях с изолированной нейтралью резко меняется значение выходного сигнала e_{ac} , что позволяет идентифицировать поврежденную линию.

После получения сигнала от вторичных обмоток 8, 9, 10 рамки 11, 12, 13 фаз A, B, C вращаются до положения $\varphi = 0$, после чего по значениям e_a , e_b и e_c определяется поврежденная фаза. При обрыве фазы A: $e_a = 0$, $e_b \neq 0$, $e_c \neq 0$. $e_a = 0$, $e_b \neq 0$, $e_c \neq 0$. При появлении тока утечки, например, на фазе A: $e_a \gg e_b \approx e_c$.

Особенность данного вращающего измерительного трансформатора заключается в том, что взаимоиндуктивность между его первичными и вторичными обмотками изменяется строго по синусоидальному (или косинусоидальному) закону в зависимости от угла поворота вторичной обмотки относительно первичной. При этом изменение амплитуды ЭДС первичных и вторичных обмоток подчиняется одному и тому же закону, чего не наблюдается у обычных измерительных трансформаторов, не имеющих подвижных частей [2, с.418].

Таким образом, предлагаемый РМИТ обеспечивает непрерывной информацией измерительную и логическую части устройств релейной защиты и автоматики, в том числе позволяет получать информацию об обрыве конкретной фазы на линии, а в сетях с изолированной нейтралью позволяет обнаружить присоединения, в которых произошло однофазное замыкание на землю и контролировать степень несимметрии по току и по напряжению с помощью значений e_a , e_b , e_c e_a , e_b и e_c , а обмотки, соединенные в открытый треугольник, могут служить для контроля тока утечки и можно их использовать в качестве пускового органа для запуска логической части защиты.

Исполнение трансформатора с симметричным расположением первичных обмоток в сердечнике, расположение вторичных обмоток на магнитомягком материале и минимальный воздушный зазор между первичной и вторичной обмотками позволяет минимизировать токи небаланса и повысить чувствительность устройств релейной защиты. Соединение вторичных обмоток с зубчатыми механизмами позволяет управлять устройством дистанционно, а при подключении данного устройства к интеллектуальным сетям возможна самонастройка РМИТ, согласно заданному алгоритму.

Результаты исследования на физической модели РМИТ и результаты компьютерного моделирования подтвердили работоспособность РМИТ.

По результатам исследования получено положительное решение Государственной службы интеллектуальной собственности и инноваций при пра-

вительстве Кыргызской Республики (Кыргызпатент) о выдаче патента на предложенное изобретение. Приоритет установлен с 11.09.2014 г.

Список используемых источников:

1. Шуин В.А. и др. Математическая модель кабельного трансформатора тока нулевой последовательности // Труды 4-й Международной научно-технической конференции «Современные направления развития систем релейной защиты и автоматики энергосистем». Екатеринбург, 3 – 7 июня 2013 года.
2. Юферов Ф.М. Электрические машины автоматических устройств. М., 1988. С.418-420.

© 2015, Абылгазиев Ж.С., Иманакунова Ж.С., Айдарова А.Р.

Контроль параметров режима электрической сети с использованием измерительного трансформатора нового типа

© 2015, Abylgaziev Zh.S., Imanakunova Zh.S., Aidarova A.R.

Control of parameters of the mode of electric network with the use of measuring transformer of new type