

**ОПИСАНИЕ  
ИЗОБРЕТЕНИЯ  
К ПАТЕНТУ**

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **11918**

(13) **С1**

(46) **2009.06.30**

(51) МПК (2006)

**G 01R 35/00**

(54)

**УСТРОЙСТВО ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ИЗМЕРЕНИЯ  
ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСФОРМАТОРА  
НАПРЯЖЕНИЯ**

(21) Номер заявки: а 20070788

(22) 2007.06.25

(43) 2009.02.28

(71) Заявитель: Учреждение образования "Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого" (ВУ)

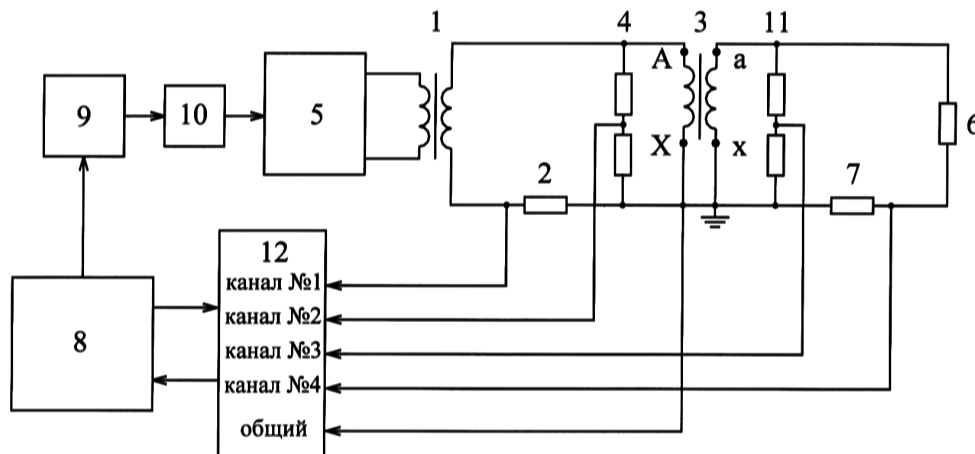
(72) Авторы: Широков Олег Геннадьевич; Лымарь Олег Владимирович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого" (ВУ)

(56) ВУ 8884 С1, 2007.  
SU 1453344 А1, 1989.  
SU 737883, 1980.

(57)

Устройство для автоматического измерения частотных характеристик трансформатора напряжения, содержащее повышающий трансформатор, первичная обмотка которого подключена к выходу усилителя мощности, а к его вторичной обмотке через датчик тока подключены первый делитель напряжения и первичная обмотка трансформатора напряжения, причем вывод первичной обмотки трансформатора напряжения, соединенный с общим выводом первого делителя напряжения и датчиком тока, а также соответствующий вывод вторичной обмотки трансформатора напряжения заземлены, нагрузку трансформатора напряжения, второй делитель напряжения, подключенный к вторичной обмотке трансформатора напряжения, при этом общий вывод второго делителя напряжения соединен с заземленным выводом вторичной обмотки трансформатора напряжения, блок управления



**ВУ 11918 С1 2009.06.30**

с подключенными к нему цифроаналоговым и аналого-цифровым преобразователями, причем входы аналого-цифрового преобразователя подключены к соответствующим выходам первого и второго делителей напряжения и датчика тока, **отличающееся** тем, что содержит второй датчик тока, включенный в цепь с заземленным выводом вторичной обмотки трансформатора напряжения, выход которого подключен к входу аналого-цифрового преобразователя, при этом нагрузка трансформатора напряжения подключена к вторичной обмотке трансформатора напряжения через второй датчик тока, фильтр нижних частот, вход которого подключен к выходу цифроаналогового преобразователя, а выход - к входу усилителя мощности.

---

Изобретение относится к электроизмерительной технике и может быть использовано при испытаниях трансформатора напряжения (ТН) для измерений его частотных характеристик и определения погрешностей. При производстве испытаний ТН на месте эксплуатации устройство позволяет также измерять его нагрузку.

Известно устройство для измерений частотных характеристик ТН [1], содержащее нагрузку ТН, лабораторный автотрансформатор, первичная обмотка которого подключена к электрической сети, а вторичная обмотка подключена к первичной обмотке изолирующего трансформатора, повышающий трансформатор, первичная обмотка которого через согласующее устройство подключена к вторичной обмотке изолирующего трансформатора, а вторичная обмотка подключена к делителю напряжения и первичной обмотке ТН, причем обе обмотки повышающего трансформатора и ТН заземлены, а общий вывод делителя напряжения соединен с заземленным выводом первичной обмотки ТН, усилитель мощности, вход которого подключен к звуковому генератору, а выход - к согласующему устройству.

Недостатком устройства является принцип формирования испытательного напряжения, при котором фаза между гармониками промышленной частоты и накладываемой задается случайным образом, а в самом испытательном напряжении возможно присутствие посторонних гармоник, поступающих из сети, в связи с чем снижается точность измерений. Кроме этого, процесс измерений частотных характеристик ТН в данном устройстве не автоматизирован и отсутствует возможность измерения нагрузки ТН, которая оказывает существенное влияние на его частотные характеристики [2, с. 170] и погрешности.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому является устройство для автоматического измерения частотных характеристик ТН [3], содержащее нагрузку ТН, повышающий трансформатор, первичная обмотка которого подключена к выходу усилителя мощности, а к вторичной обмотке через датчик тока подключены первый делитель напряжения и первичная обмотка ТН, причем вывод первичной обмотки ТН, соединенный с общим выводом первого делителя напряжения и датчиком тока, а также соответствующий вывод вторичной обмотки ТН заземлены, второй делитель напряжения, подключенный к вторичной обмотке ТН, при этом общий вывод второго делителя напряжения соединен с заземленным выводом вторичной обмотки ТН, блок управления (БУ) с подключенными к нему цифроаналоговым (ЦАП) и аналого-цифровым (АЦП) преобразователями, причем выход ЦАП подключен к входу усилителя мощности, а входы АЦП подключены к соответствующим выходам первого и второго делителей напряжения и датчика тока.

Недостатками устройства являются наличие высокочастотных составляющих в испытательном напряжении, вызванных ступенчатой формой выходного сигнала ЦАП, и отсутствие возможности производства измерений нагрузки ТН. Присутствие в испытательном напряжении посторонних высокочастотных составляющих может вызвать:

выход из строя устройства из-за резонансных явлений в измерительной цепи [2, с. 171];

## ВУ 11918 С1 2009.06.30

дополнительные потери в повышающем трансформаторе и испытуемом ТН, а также сокращение срока службы их изоляции [2, с. 118];

дополнительные погрешности при измерениях, связанные с появлением эффекта ложных частот при дискретном преобразовании Фурье, в случае превышения посторонними высокочастотными составляющими испытательного напряжения частоты Найквиста для АЦП [2, с. 36].

Задачей, на решение которой направлено изобретение, является повышение надежности устройства и точности измерений, а также реализация возможности измерения нагрузки ТН.

Поставленная задача достигается тем, что в известное устройство, содержащее повышающий трансформатор, первичная обмотка которого подключена к выходу усилителя мощности, а к его вторичной обмотке через первый датчик тока подключены первый делитель напряжения и первичная обмотка ТН, причем вывод первичной обмотки ТН, соединенный с общим выводом первого делителя напряжения и первым датчиком тока, а также соответствующий вывод вторичной обмотки ТН заземлены, нагрузку ТН, второй делитель напряжения, подключенный к вторичной обмотке ТН, при этом общий вывод второго делителя напряжения соединен с заземленным выводом вторичной обмотки ТН, БУ с подключенными к нему ЦАП и АЦП, причем входы АЦП подключены к соответствующим выходам первого и второго делителей напряжения и первого датчика тока, согласно изобретению, введены второй датчик тока, включенный в цепь с заземленным выводом вторичной обмотки ТН, выход которого подключен к входу АЦП, при этом нагрузка ТН подключена к вторичной обмотке ТН через второй датчик тока, фильтр нижних частот (ФНЧ), вход которого подключен к выходу ЦАП, а выход - к входу усилителя мощности.

Такое построение устройства позволяет:

снизить содержание посторонних гармоник в испытательном напряжении, благодаря введению в устройство ФНЧ, и тем самым повысить надежность устройства и точность измерений;

производить измерения нагрузки ТН с помощью введенного в устройство второго датчика тока.

Согласно приведенной блок-схеме, заявляемое устройство содержит повышающий трансформатор 1, вторичная обмотка которого через первый датчик тока 2 подключена к первичной обмотке ТН 3 и к первому делителю напряжения 4, причем вывод первичной обмотки ТН 3 (например, X), соединенный с общим выводом первого делителя напряжения 4 и первым датчиком тока 2, а также один из выводов вторичной обмотки ТН 3 (соответственно x) заземлены, усилитель мощности 5, выход которого подключен к первичной обмотке повышающего трансформатора 1, нагрузку ТН 6, подключенную к вторичной обмотке ТН 3 через второй датчик тока 7, соединенный с заземленным выводом вторичной обмотки ТН 3, БУ 8 и подключенный к нему ЦАП 9, выход которого через ФНЧ 10 подключен к входу усилителя мощности 5, второй делитель напряжения 11, подключенный к вторичной обмотке ТН 3, причем общий вывод второго делителя напряжения 11 соединен с заземленным выводом вторичной обмотки ТН 3, АЦП 12, подключенный к БУ 8, причем входы АЦП 12 подключены к соответствующим выходам двух делителей напряжения и двух датчиков тока.

В основу работы устройства положен метод сличения испытуемого ТН 3 с первым делителем напряжения 4.

Измерения производятся в автоматическом режиме по алгоритму, реализованному в БУ 8. В соответствии с ним, при поступлении в БУ 8 сигнала на запуск измерений, последний подает команду ЦАП 9 на формирование сигнала испытательного напряжения, который проходит через ФНЧ 10, усиливается усилителем мощности 5 и поступает на первичную обмотку повышающего трансформатора 1. Испытательное напряжение с вто-

# BY 11918 C1 2009.06.30

ричной обмотки повышающего трансформатора 1 через первый датчик тока 2 подается на первый делитель напряжения 4 и первичную обмотку испытуемого ТН 3. Напряжение с вторичной обмотки ТН 3 подается на второй делитель напряжения 11 и через второй датчик тока 7 на нагрузку ТН 6. Значение испытательного напряжения регулируется БУ 8 путем изменения уровня сигнала с ЦАП 9 и для каждого цикла измерений начинается с минимального значения, изменяясь до максимального по определенному закону, например линейному. При этом с установленной периодичностью, по команде БУ 8, АЦП 12 производит преобразование в цифровой сигнал выделенных на датчиках тока 2 и 7 напряжений, пропорциональных току на первичной и вторичной сторонах ТН 3, а также выходных напряжений с обоих делителей напряжения. Цифровой сигнал с АЦП 12 поступает в БУ 8, где производится обработка полученных данных, при которой учитываются влияния делителей напряжения и датчиков тока на измерительную цепь. Если в процессе измерений ток в первичной обмотке ТН 3 превысит допустимое значение, что указывает на неисправность последнего, то по команде БУ 8 испытательное напряжение снижается до нуля, например, по линейному закону и дальнейшие измерения прекращаются. Определение погрешностей ТН 3 и измерение его нагрузки 6 производится при синусоидальном испытательном напряжении промышленной частоты, при котором определяются также гармонические искажения, вносимые ТН 3 в синусоидальный сигнал. Измерения частотных характеристик ТН 3 производятся либо при синусоидальном, либо при полигармоническом испытательном напряжении, содержащем, как минимум, гармонику промышленной частоты и одну из высших гармоник. После каждого цикла измерений, перед началом следующего и по окончании измерений, испытательное напряжение снижается до нуля по определенному закону, например линейному. Результаты измерений хранятся в энергонезависимой памяти БУ 8 и могут быть выведены на дисплей или другое периферийное устройство (например, принтер).

При осуществлении заявляемого устройства в качестве БУ 8 может быть использована персональная электронно-вычислительная машина.

Таким образом, по сравнению с существующими заявляемое устройство является более надежным и позволяет повысить точность измерений частотных характеристик ТН, а также измерять его нагрузку и определять погрешности. Оно может быть использовано при производстве испытаний ТН как в стационарных условиях, так и на месте его эксплуатации.

## Источники информации:

1. Ярославский В.Н., Боярин Н.А., Алексеев А.А. и др. Метод измерений частотных свойств трансформаторов напряжения, используемых для контроля ПКЭ. - В кн.: Метрологическое обеспечение электрических измерений в электроэнергетике. - М.: ВНИ-ИМС, 2000.
2. Арриллага Дж., Брэдли Д., Боджер П. Гармоники в электрических системах: Пер. с англ. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - С. 320.
3. Патент РБ 8884, МПК G 01R 35/00, 2007.