



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015103287/28, 02.02.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
02.02.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 02.02.2015

(45) Опубликовано: 10.02.2016 Бюл. № 4

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2381513 C1, 10.02.2010. RU 2275645
C2, 27.04.2006. RU 35897 U1, 10.02.2004. US
2005231217 A1, 20.10.2005. RU 2528270 C2,
10.09.2014.

Адрес для переписки:

428003, Чувашская Респ., г. Чебоксары, пр. И.
Яковлева, 3, ООО НПП "ЭКРА", технический
отдел Э16, специалисту по интеллектуальной
собственности Макаровой Светлане
Владимировне

(72) Автор(ы):

Верендеев Михаил Николаевич (RU),
Галкин Игорь Александрович (RU),
Иванов Алексей Борисович (RU),
Лопатин Андрей Анатольевич (RU),
Малышев Андрей Борисович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью
научно-производственное предприятие
"ЭКРА" (RU)

(54) УСТРОЙСТВО ИЗМЕРЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ТОКА

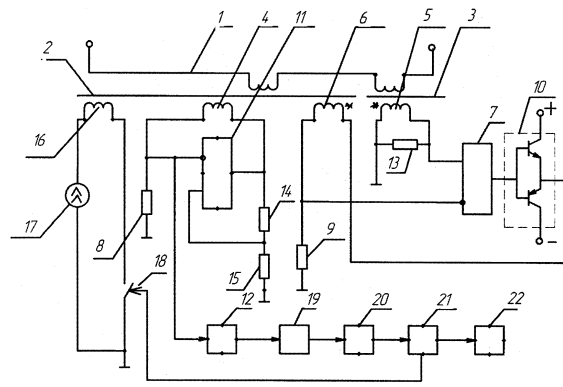
(57) Реферат:

Изобретение относится к электротехнике. Особенностью заявленного устройства является то, что в него дополнительно введен второй магнитопровод с намотанной на нем измерительной обмоткой, причем витки «плюсового» и «минусового» проводов присоединения первого магнитопровода проходят сквозь окно второго магнитопровода, при этом на первом магнитопроводе дополнительно намотана компенсирующая обмотка, а измерительная обмотка на втором магнитопроводе одним выводом подсоединена к неинвертирующему входу усилителя, другим выводом - к нулевому выводу источника питания, параллельно измерительной обмотке на втором

магнитопроводе подсоединен введенный четвертый резистор, выход усилителя подсоединен к входу введенного усилителя мощности, выход которого подсоединен к одному из выводов компенсирующей обмотки, расположенной на первом магнитопроводе, второй вывод которой подсоединен через введенный пятый резистор к нулевому выводу источника питания, общая точка соединения пятого резистора и компенсирующей обмотки подсоединена к инвертирующему входу усилителя. Техническим результатом является повышение точности измерения дифференциального тока. 3 з.п. ф-лы, 2 ил.

1
С
0
4
1
5
7
5
2
R
U

R
U
2
5
7
5
1
4
0
C
1



Фиг. 1

RU 2575140 C1

RU 2575140 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2015103287/28, 02.02.2015

(24) Effective date for property rights:
02.02.2015

Priority:

(22) Date of filing: 02.02.2015

(45) Date of publication: 10.02.2016 Bull. № 4

Mail address:

428003, Chuvashskaja Resp., g. Cheboksary, pr. I. Jakovleva, 3, OOO NPP "EhKRA", tekhnicheskij otdel Eh16, spetsialistu po intellektual'noj sobstvennosti Makarovoj Svetlane Vladimirovne

(72) Inventor(s):

Verendeev Mikhail Nikolaevich (RU),
Galkin Igor' Aleksandrovich (RU),
Ivanov Aleksej Borisovich (RU),
Lopatin Andrej Anatol'evich (RU),
Malyshev Andrej Borisovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju nauchno-proizvodstvennoe predpriyatje "EhKRA" (RU)

(54) **DIFFERENTIAL CURRENT MEASUREMENT DEVICE**

(57) Abstract:

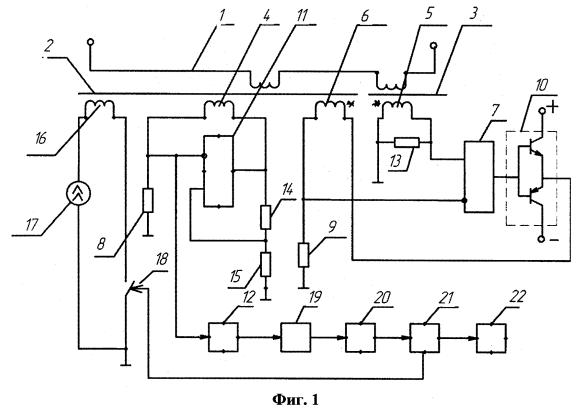
FIELD: electricity.

SUBSTANCE: specificity of the claimed device consists in introduction of additional second magnet core with test coil wound on it, at that turns of positive and negative wire for connection of the first magnet core pass through the aperture of the second magnet core, at that at the first magnet core restoring coil is wound additionally and the test coil at the second magnet core is connected by its one output to non-inverting input of the amplifier and by its second output to zero lead of the power supply source, in parallel to the testing coil at the second magnet core there is the fourth resistor introduced additionally, the amplifier output is connected to input of the introduced power amplifier, which output is coupled to one of outputs of the restoring coil placed at the first magnet core and which second output is coupled via the introduced fifth resistor to zero lead of the power supply source,

common connection point of the fifth resistor and restoring coil is connected to inverting input of the amplifier.

EFFECT: improved measurement of differential current.

4 cl, 2 dwg



C 1 0 4 1 5 7 5 2 R U

R U 2 5 7 5 1 4 0 C 1

Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано при создании устройств контроля сопротивления изоляции присоединений в сети оперативного постоянного тока.

5 Известно устройство измерения дифференциального тока (RU 2114439 C1, опубликовано 27.06.1998 г.), содержащее первый и второй трансформаторы тока, каждый из которых имеет магнитный сердечник, первичную обмотку или проводник и вторичную обмотку, связанную с магнитным сердечником, первичные обмотки соединены так, чтобы проводить измеряемый ток, генератор тока, выход которого 10 подключен к вторичной обмотке первого трансформатора тока для питания его током, содержащим составляющую тока намагничивания, способную переводить соответствующий магнитный сердечник попеременно в противоположные состояния насыщения.

Недостатком аналога является сложность электрической схемы, наличие второго сердечника для компенсации ондуляции тока первичной обмотки, а также низкая 15 точность при наличии в дифференциальном токе, протекающем в контролируемых проводах присоединений переменных составляющих.

Известно устройство измерения дифференциального тока - датчик тока (RU 2431851 C1, опубликовано 20.10.2011 г.), содержащий тороидальный магнитный сердечник, первичную обмотку, через который протекает измеряемый ток и которая намотана 20 вокруг магнитного тороидального сердечника, а также вторичную обмотку, намотанную вокруг магнитного сердечника, подключенного к ней электронного генератора и схему для компенсации дисбаланса, создаваемой магнитодвижущей силой тока, протекающего через первичную обмотку.

Недостатком аналога является необходимость подбирать сопротивление резистора 25 для различных магнитопроводов, отсутствие интерфейсного устройства для передачи информации о величине измеряемого тока, а также низкая точность при наличии в дифференциальном токе, протекающем в контролируемых проводах присоединений переменных составляющих.

Наиболее близким аналогом к заявляемому изобретению является устройство 30 измерения дифференциального тока - дифференциальный датчик для устройства контроля изоляции сети постоянного тока с изолированной нейтралью (RU 2381513 C1, опубликовано 10.02.2010 г.), содержащий магнитопровод, включающий по одному витку «плюсового» и «минусового» проводов присоединения, измерительную обмотку, первый вывод которой подключен к выходу компаратора, а второй вывод подключен 35 к первому входу компаратора, первый резистор, подсоединенный одним концом к измерительной обмотке, а другим - к нулевому выводу источника питания компаратора, делитель напряжения, состоящий из второго и третьего резистора, подключенный одним концом к выходу компаратора, а другим концом - к нулевому выводу источника питания компаратора, общая точка второго и третьего резистора подсоединена ко 40 второму входу компаратора, фильтр низких частот, вход которого подсоединен ко второму выводу измерительной обмотки, первый усилитель, аналого-цифровой преобразователь, интерфейсное устройство. Магнитопровод содержит дополнительную обмотку, подключенную к источнику калибровочного тока. Датчик предназначен для измерений малых (порядка нескольких миллиампер) дифференциальных постоянных 45 токов.

Недостатком прототипа является низкая точность при наличии в дифференциальном токе, протекающем в контролируемых проводах присоединений переменных составляющих. Проведенные исследования показали, что в сети оперативного

постоянного тока многих электростанций и подстанций имеются переменные составляющие дифференциальных токов, величина которых достигает несколько сотен миллиампер, что связано с применением зарядно-подзарядных устройств с большой пульсацией. Доля переменных составляющих полного дифференциального тока может достигать 99%, что приводит к невозможности измерения дифференциального постоянного тока данным устройством.

Технический результат заявляемого изобретения повышение точности измерения постоянного дифференциального тока за счет исключения составляющей магнитного поля в сердечнике, связанной с переменной составляющей измеряемого тока, повышение помехозащищенности датчиков дифференциального тока, применяемых в системе контроля изоляции сети оперативного постоянного тока.

Технический результат достигается тем, что в устройство измерения дифференциального тока, содержащее магнитопровод, включающий по одному витку «плюсового» и «минусового» проводов присоединения, измерительную обмотку, первый вывод которой подключен к выходу компаратора, а второй вывод подключен к первому входу компаратора, первый резистор, подсоединенный одним концом к измерительной обмотке, а другим - к нулевому выводу источника питания компаратора, делитель напряжения, состоящий из второго и третьего резистора, подключенный одним концом к выходу компаратора, а другим концом - к нулевому выводу источника питания компаратора, общая точка второго и третьего резистора подсоединена ко второму входу компаратора, фильтр низких частот, вход которого подсоединен ко второму выводу измерительной обмотки, первый усилитель, аналого-цифровой преобразователь, интерфейсное устройство, причем магнитопровод содержит дополнительную обмотку, подключенную к источнику калибровочного тока, дополнительно введен второй магнитопровод с намотанной на ней измерительной обмоткой, причем витки «плюсового» и «минусового» проводов присоединения первого магнитопровода проходят сквозь окно второго магнитопровода, при этом на первом магнитопроводе дополнительно намотана компенсирующая обмотка, а измерительная обмотка на втором магнитопроводе одним выводом подсоединена к неинвертирующему входу введенного второго усилителя, другим выводом - к нулевому выводу источника питания, параллельно измерительной обмотке на втором магнитопроводе подсоединен введенный четвертый резистор, выход введенного второго усилителя подсоединен к входу введенного усилителя мощности, выход которого подсоединен к одному из выводов компенсирующей обмотки, расположенной на первом магнитопроводе, второй вывод которой подсоединен через введенный пятый резистор к нулевому выводу источника питания, общая точка соединения пятого резистора и компенсирующей обмотки подсоединена к инвертирующему входу введенного второго усилителя. Величина сопротивления четвертого резистора, например, в десять раз меньше индуктивного сопротивления измерительной обмотки второго магнитопровода. Величина сопротивления пятого резистора выбирается таким образом, что напряжения на инвертирующем входе и неинвертирующем входе второго усилителя совпадают. Направление намотки компенсирующей обмотки первого магнитопровода и измерительной обмотки второго магнитопровода выполнено таким образом, что вектор напряженности магнитного поля в них имеют противоположные направления.

В соответствии с прототипом настоящее устройство для измерения дифференциального тока содержит магнитопровод, включающий по одному витку «плюсового» и «минусового» проводов присоединения, измерительную обмотку первый вывод которой подключен к выходу компаратора, а второй вывод подключен к первому

входу компаратора, первый резистор, подсоединенный одним концом к измерительной обмотке, а другим - к нулевому выводу источника питания компаратора, делитель напряжения, состоящий из второго и третьего резистора, подключенный одним концом к выходу компаратора, а другим концом - к нулевому выводу источника питания компаратора, общая точка второго и третьего резистора подсоединена ко второму входу компаратора, фильтр низких частот, вход которого подсоединен ко второму выводу измерительной обмотки, первый усилитель, аналого-цифровой преобразователь, интерфейсное устройство, дополнительную обмотку, подключенную к источнику калибровочного тока. Задача уменьшения влияния переменных составляющих измеряемого постоянного дифференциального тока в предлагаемом устройстве решается за счет введения в устройство второго усилителя, усилителя мощности, четвертого и пятого резисторов, второго магнитопровода с намотанной на ней измерительной обмоткой, причем витки «плюсового» и «минусового» проводов присоединения первого магнитопровода проходят сквозь окно второго магнитопровода, при этом дополнительно на первом магнитопроводе намотана компенсирующая обмотка, измерительная обмотка на втором магнитопроводе одним выводом подсоединена к неинвертирующему входу введенного второго усилителя, а другим - к нулевому выводу источника питания, параллельно обмотке подсоединен четвертый резистор, выход введенного второго усилителя подсоединен к входу усилителя мощности, выход усилителя мощности подсоединен к одному из выводов компенсирующей обмотки, расположенной на первом магнитопроводе, второй вывод которой подсоединен через пятый резистор к нулевому выводу источника питания, общая точка соединения пятого резистора и компенсирующей обмотки подсоединена к инвертирующему входу введенного второго усилителя.

Сущность предлагаемого изобретения состоит в том, что в предлагаемом устройстве с выводов измерительной обмотки на втором магнитопроводе снимается сигнал, пропорциональный производной изменения тока по времени в контролируемом присоединении. Так как параллельно измерительной обмотки подсоединен резистор малой величины, то напряжение на нем будет пропорционально переменной составляющей дифференциального тока в проводах присоединения. Этот сигнал подается на неинвертирующий вход введенного второго усилителя, с выхода введенного второго усилителя сигнал усиливается по мощности усилителем мощности и подается на последовательно соединенную компенсирующую обмотку, намотанную на первом магнитопроводе и пятый резистор. Ток в компенсирующей обмотке пропорционален переменной составляющей дифференциального тока в контролируемом присоединении. Величина этого тока определяется величиной пятого резистора. Общая точка соединения пятого резистора и компенсирующей обмотки первого магнитопровода подсоединена к инвертирующему входу введенного второго усилителя, что обеспечивает обратную связь усилителя по напряжению.

Направление намотки компенсирующей обмотки на первом магнитопроводе и измерительной обмотки на втором магнитопроводе выполнено таким образом, что вектора напряженности магнитного поля в них имеют противоположные направления.

Для уменьшения влияния напряжения на четвертом резисторе, связанного с производной изменения тока в проводах присоединения, величина сопротивления четвертого резистора выбирается много меньше индуктивного сопротивления измерительной обмотки второго магнитопровода, например в десять раз.

Напряжение на пятом резисторе пропорционально переменной составляющей дифференциального тока в проводах присоединения. Величина сопротивления пятого

резистора выбирается таким образом, чтобы напряжения на инвертирующем входе и неинвертирующем входе усилителя совпадали. При этом напряженность магнитного поля, создаваемого переменной составляющей тока в проводах присоединения равна напряженности магнитного поля, создаваемого током в компенсирующей обмотке
 5 первого магнитопровода, а суммарная составляющая переменного магнитного поля в первом магнитопроводе от тока в проводах присоединения и компенсирующей обмотки, намотанной на первом магнитопроводе равна нулю.

На фигуре 1 представлена структурная схема предлагаемого устройства измерения дифференциального тока, где приняты следующие обозначения:

- 10 1 - обмотка, включающая по одному витку «плюсового» и «минусового» проводов присоединения, в которых производится измерение дифференциального тока,
 2, 3 - соответственно первый и второй магнитопроводы,
 4, 6 - измерительная и компенсирующая обмотки, намотанные на первом магнитопроводе,
 15 5 - измерительная обмотка, намотанная на втором магнитопроводе,
 8, 14, 15 - первый, второй и третий резисторы,
 7 - введенный второй усилитель,
 9 - пятый резистор,
 10 - усилитель мощности,
 20 11 - компаратор,
 12 - фильтр низкой частоты,
 13 - четвертый резистор,
 16 - дополнительная обмотка,
 17 - источник калибровочного тока,
 25 18 - управляемый ключ,
 19 - первый усилитель,
 20 - аналого-цифровой преобразователь,
 21 - блок обработки информации датчика,
 22 - интерфейсное устройство.

30 На фигуре 2 представлены:

- 2а - осциллограмма переменной составляющей тока в обмотке 1, включающей по одному витку «плюсового» и «минусового» проводов присоединения;
 2б - осциллограмма напряжения на инвертирующем и неинвертирующем входах введенного второго усилителя 7;
 35 2с - осциллограмма напряжения на выходе компаратора 11;
 2д - осциллограмма напряжения на первом резисторе в случае отсутствия компенсации переменной составляющей дифференциального тока в обмотке 1;
 2е - осциллограммы напряжения на первом резисторе в случае компенсации переменной составляющей дифференциального тока в магнитопроводе 2 с помощью
 40 обмоток 5 и 6.

Как видно из осциллограмм, форма напряжения на инвертирующем входе введенного второго усилителя совпадает с формой переменной составляющей тока в обмотке 1. Напряжение на пятом резисторе пропорционально току в компенсирующей обмотке первого магнитопровода.

45 Напряжение на инвертирующем и неинвертирующем входах введенного второго усилителя совпадают, это обеспечивает полную компенсацию переменной составляющей магнитного поля в первом магнитопроводе.

Напряжение на входе фильтра 12 в случае компенсации переменной составляющей

в предлагаемом устройстве, а также в случае отсутствия переменной составляющей тока в обмотке 1 совпадают.

Как видно из осциллограмм, в предлагаемом устройстве с помощью обмоток 5, 6, а также схемы компенсации, включающей резисторы 9 и 13, введенный второй усилитель 7 и усилитель мощности 10 производится компенсация переменной составляющей дифференциального тока в магнитопроводе 2.

Описанное устройство (фигура 1) реализовано в датчиках дифференциального тока ДДТ-25, ДДТ-40 и ДДТ-70 системы контроля изоляции в сети оперативного постоянного тока «ЭКРА-СКИ», которые поставлены в опытную эксплуатацию на Камской ГЭС.

Формула изобретения

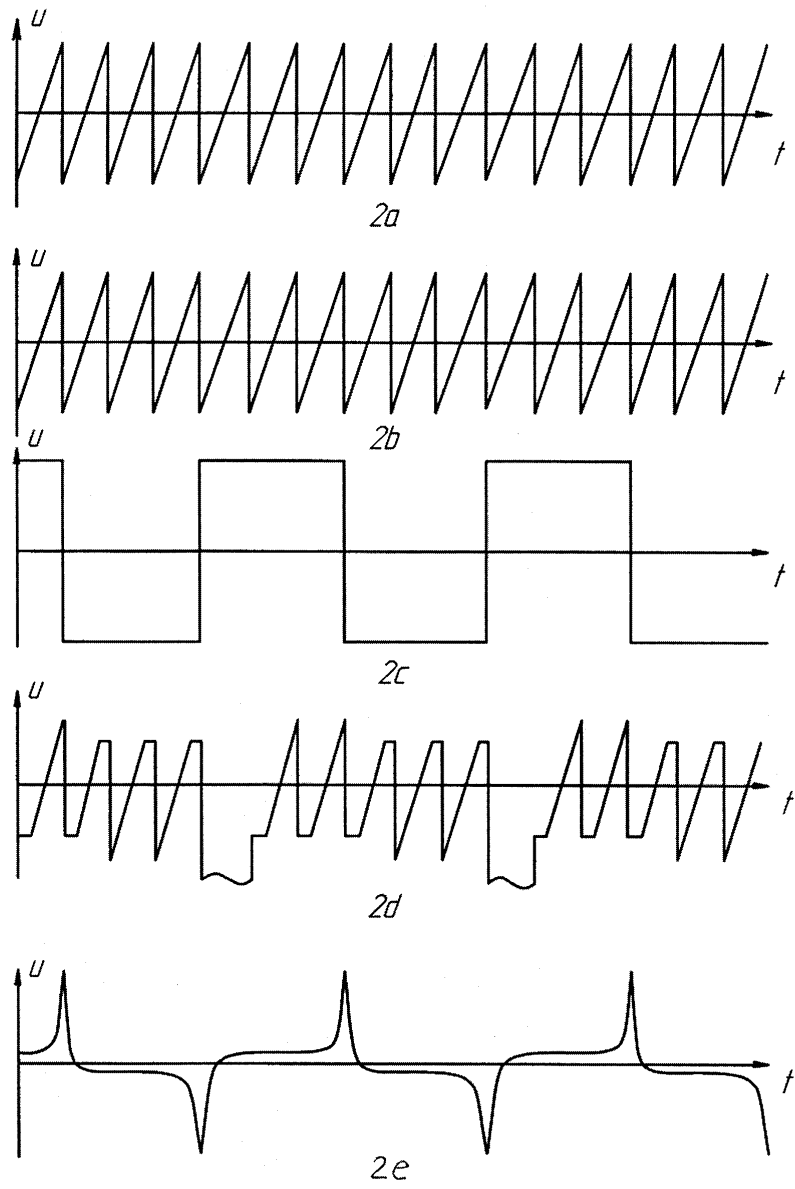
1. Устройство измерения дифференциального тока, содержащее магнитопровод, включающий по одному витку «плюсового» и «минусового» проводов присоединения, измерительную обмотку, первый вывод которой подключен к выходу компаратора, а второй вывод подключен к первому входу компаратора, первый резистор, подсоединенный одним концом к измерительной обмотке, а другим - к нулевому выводу источника питания компаратора, делитель напряжения, состоящий из второго и третьего резистора, подключенный одним концом к выходу компаратора, а другим концом - к нулевому выводу источника питания компаратора, общая точка второго и третьего резисторов подсоединена ко второму входу компаратора, фильтр низких частот, вход которого подсоединен ко второму выводу измерительной обмотки, первый усилитель, аналого-цифровой преобразователь, интерфейсное устройство, причем магнитопровод содержит дополнительную обмотку, подключенную к источнику калибровочного тока, отличающееся тем, что дополнительно введен второй магнитопровод с намотанной на нем измерительной обмоткой, причем витки «плюсового» и «минусового» проводов присоединения первого магнитопровода проходят сквозь окно второго магнитопровода, при этом на первом магнитопроводе дополнительно намотана компенсирующая обмотка, а измерительная обмотка на втором магнитопроводе одним выводом подсоединена к неинвертирующему входу введенного второго усилителя, другим выводом - к нулевому выводу источника питания, параллельно измерительной обмотке на втором магнитопроводе подсоединен введенный четвертый резистор, выход введенного второго усилителя подсоединен к входу введенного усилителя мощности, выход которого подсоединен к одному из выводов компенсирующей обмотки, расположенной на первом магнитопроводе, второй вывод которой подсоединен через введенный пятый резистор к нулевому выводу источника питания, общая точка соединения пятого резистора и компенсирующей обмотки подсоединена к инвертирующему входу введенного второго усилителя.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что величина сопротивления четвертого резистора, например, в десять раз меньше индуктивного сопротивления измерительной обмотки второго магнитопровода.

3. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что величина сопротивления пятого резистора выбирается таким образом, что напряжения на инвертирующем входе и неинвертирующем входе введенного второго усилителя совпадают.

4. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что направление намотки компенсирующей обмотки первого магнитопровода и измерительной обмотки второго магнитопровода выполнено таким образом, что вектора напряженности магнитного поля в них имеют противоположные направления.

УСТРОЙСТВО ИЗМЕРЕНИЯ
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ТОКА



Фиг. 2