



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
G01R 31/083 (2020.02); H02H 3/042 (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2019140829, 11.12.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
11.12.2019

Дата регистрации:  
09.09.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 11.12.2019

(45) Опубликовано: 09.09.2020 Бюл. № 25

Адрес для переписки:  
305040, Курская обл., г. Курск, ул. 50 лет  
Октября, 94, ЮЗГУ УИР

(72) Автор(ы):

Куделина Дарья Васильевна (RU),  
Бирюлин Владимир Иванович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования. "Юго-Западный  
государственный университет" (ЮЗГУ) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2657290 C1, 13.06.2018. US  
2010194324 A1, 05.08.2010. RU 112525 U1,  
10.01.2012. RU 2478975 C1, 10.04.2013.

(54) Автоматизированная система контроля состояния изоляции силовых кабельных линий и режима неустойчивых замыканий на землю

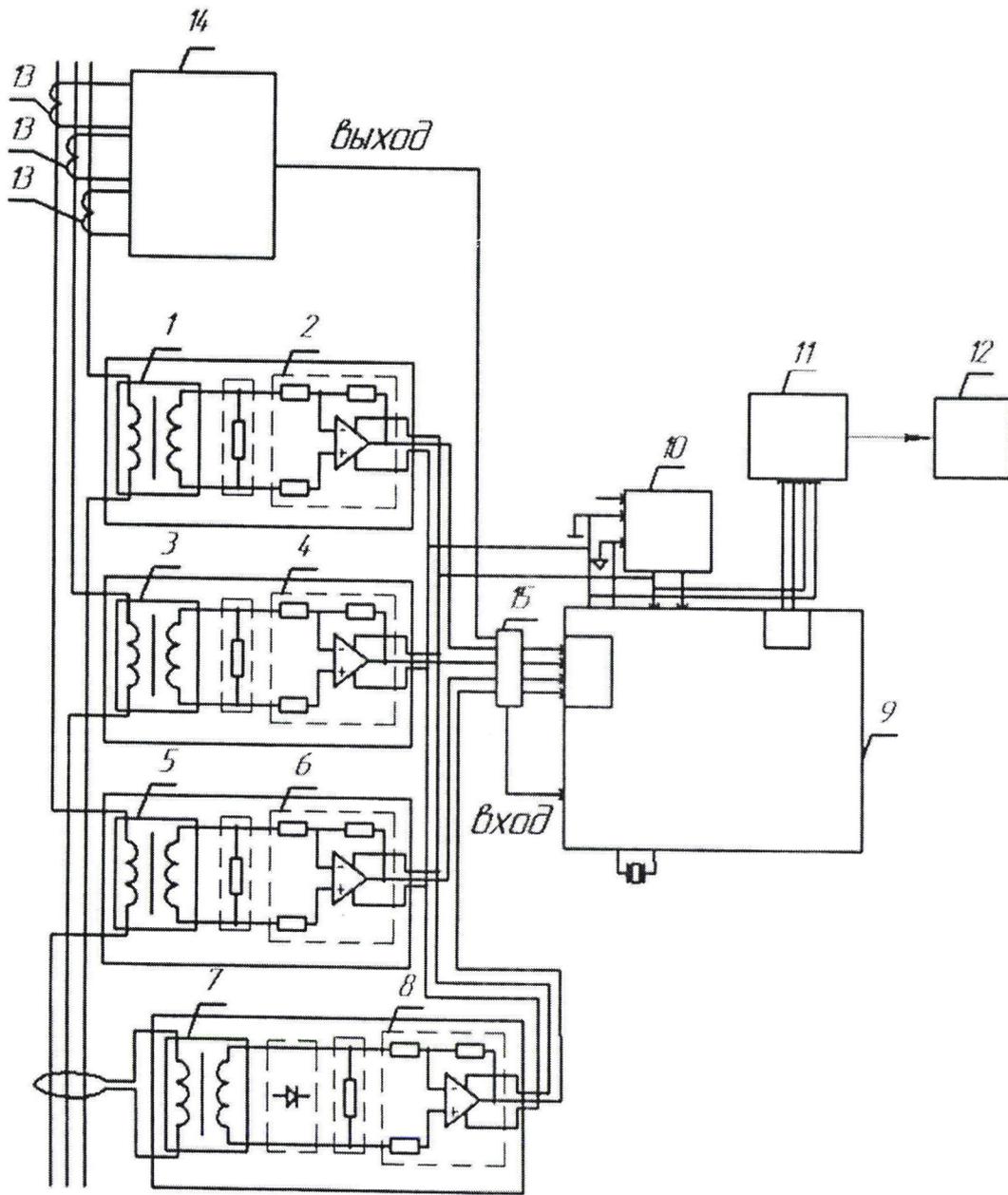
(57) Реферат:

Изобретение относится к электроизмерительной технике и может быть использовано в электроустановках, на электрических станциях и подстанциях, электрических сетях и сетях связи для определения состояния изоляции и прогнозирования ресурса изоляции. Технический результат заключается в определении расстояния до места локального дефекта изоляции и сопротивления этого дефекта без отключения оборудования по изменению параметров рабочего режима электрооборудования. В автоматизированную систему диагностики и контроля состояния изоляции силовых кабельных линий вводятся блоки контроля неустойчивых замыканий на землю. Блоки контроля неустойчивых замыканий на землю реагируют на появление в сети

регулярных кратковременных замыканий. Применение данных блоков позволяет сформировать сигнал о возникновении такого режима с последующей подачей его на вход микроконтроллера. Система содержит трансформаторы тока нулевой последовательности по числу присоединений; датчики тока нулевой последовательности; трансформатор напряжения нулевой последовательности; датчик напряжения нулевой последовательности; микроконтроллер; блок питания; преобразователь интерфейсов; персональный компьютер; трансформаторы тока; фильтр токов обратной последовательности; блоки контроля неустойчивых замыканий на землю. 1 ил.

RU 2 732 000 C1

RU 2 732 000 C1



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*G01R 31/08* (2006.01)  
*H02H 3/00* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*G01R 31/083* (2020.02); *H02H 3/042* (2020.02)

(21)(22) Application: **2019140829, 11.12.2019**

(24) Effective date for property rights:  
**11.12.2019**

Registration date:  
**09.09.2020**

Priority:  
(22) Date of filing: **11.12.2019**

(45) Date of publication: **09.09.2020** Bull. № 25

Mail address:  
**305040, Kurskaya obl., g. Kursk, ul. 50 let  
Oktyabrya, 94, YUZGU UIR**

(72) Inventor(s):  
**Kudelina Darya Vasilevna (RU),  
Biryulin Vladimir Ivanovich (RU)**

(73) Proprietor(s):  
**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya. "Yugo-Zapadnyj gosudarstvennyj  
universitet" (YUZGU) (RU)**

(54) **AUTOMATED CONTROL SYSTEM OF STATE OF POWER CABLE LINES INSULATION AND MODE OF UNSTABLE EARTH FAULTS**

(57) Abstract:

FIELD: electrical measuring equipment.

SUBSTANCE: invention relates to electric measuring equipment and can be used in electric installations, at electric stations and substations, electric networks and communication networks to determine insulation state and to predict insulation life. Automated system for diagnostics and control of insulation state of power cable lines introduces units of control of unstable earth faults. Unstable ground faults control units respond to occurrence of regular short-term faults in the network. Use of said units allows generating a signal on occurrence of such a mode with subsequent supply thereof to the input of the microcontroller.

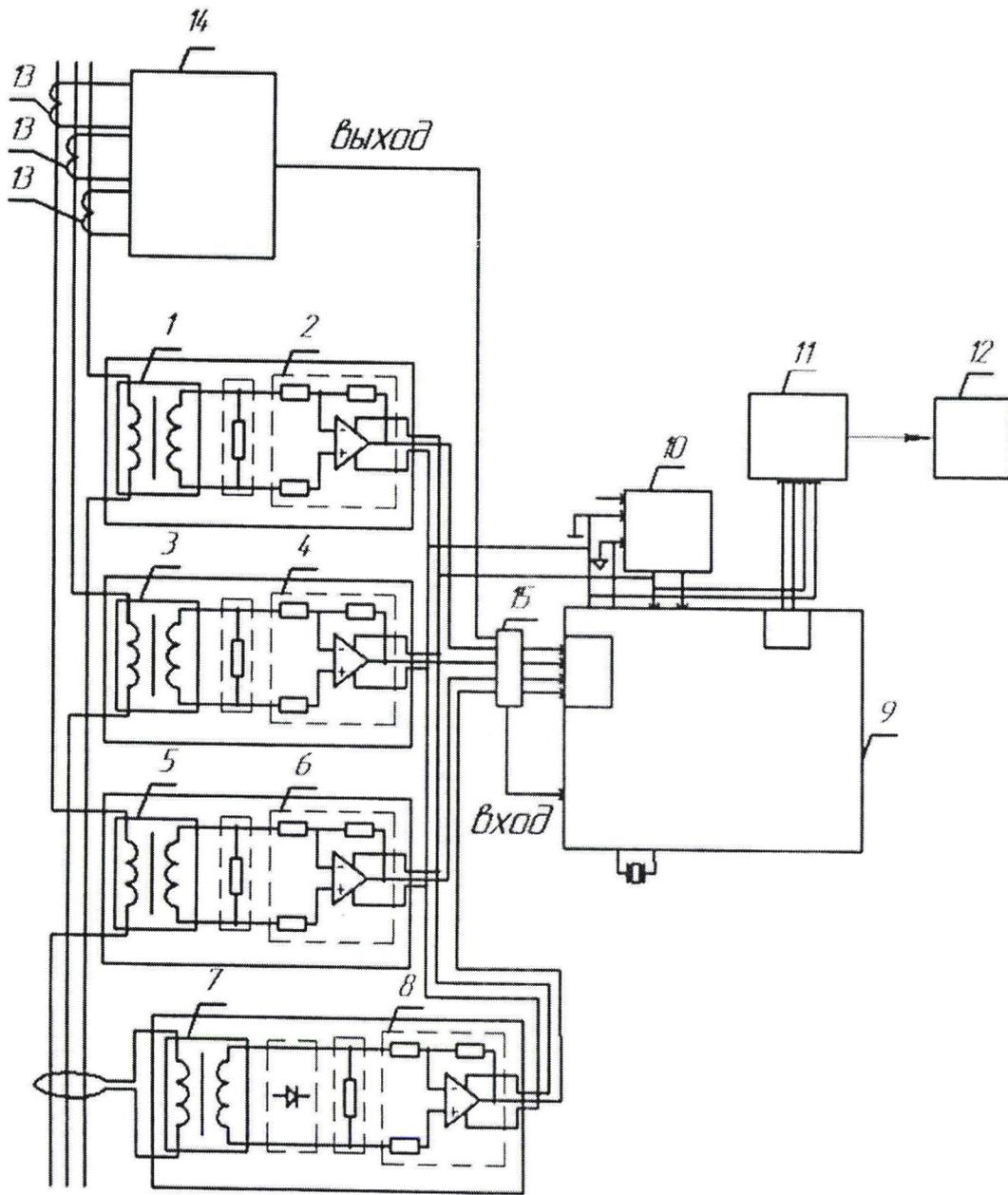
System comprises zero sequence current transformers by number of connections; zero-sequence current sensors; zero-sequence voltage transformer; zero-sequence voltage sensor; microcontroller; power supply unit; interface converter; personal computer; current transformers; negative sequence currents filter; Unstable ground faults control units.

EFFECT: technical result consists in determination of distance to place of local defect of insulation and resistance of this defect without disconnection of equipment to change parameters of operating mode of electrical equipment.

1 cl, 1 dwg

RU 2 732 000 C1

RU 2 732 000 C1



Фиг. 1

Изобретение относится к электроизмерительной технике и может быть использовано в электроустановках, на электрических станциях и подстанциях, электрических сетях и сетях связи для определения состояния изоляции и прогнозирования ресурса изоляции.

Известна автоматизированная система диагностики и контроля состояния изоляции силовых кабельных линий (Патент РФ № 112525. Автоматизированная система диагностики и контроля состояния изоляции силовых кабельных линий / Полуянович Н.К., Стульнева А.В., Дубяго М.Н. Оpubл. 10.01.2012 Бюл. №1), содержащая по числу присоединений трансформаторы тока нулевой последовательности, датчики тока нулевой последовательности, измерительный трансформатор напряжения нулевой последовательности, датчик напряжения нулевой последовательности, микроконтроллер, персональный компьютер, отличающаяся тем, что в нее введен преобразователь интерфейсов, блок питания микроконтроллера, выходы трансформаторов тока нулевой последовательности соединены с входами соответствующих датчиков тока нулевой последовательности, соответствующие выходы датчиков тока нулевой последовательности соединены с первыми входами микроконтроллера, выход трансформатора напряжения нулевой последовательности соединен со входом датчика напряжения нулевой последовательности, выход датчика напряжения нулевой последовательности соединен со вторыми входами микроконтроллера, преобразователь интерфейсов соединен с первым выходом микроконтроллера, второй выход микроконтроллера соединен с блоком питания, вход персонального компьютера соединен с выходом преобразователя интерфейсов.

Работа устройства основана на измерении уровня тока нулевой последовательности (ТНП) в контролируемом присоединении и напряжения нулевой последовательности в кабельной линии. При ослаблении фазной изоляции увеличивается ток нулевой последовательности (амплитуда и фаза тока нулевой последовательности). Данные о состоянии кабельной линии обрабатываются микроконтроллером, в нем же полученные данные сравниваются с допустимой амплитудой вектора ТНП и, если имеет место превышение ее значения, определяется угол между вектором ТНП и вектором межфазного напряжения, в результате чего определяется, соответствует ли возникший ток дефекту изоляции и, если не соответствует, то произошло замыкание на землю.

По значению этого угла с заданными диапазонами определяется, в какой из фаз произошел дефект. Полученные данные проходят обработку в математической модели, и система определяет расстояние до дефекта и сопротивление дефекта или, если дефект только намечается, система прогнозирует время, через которое случится пробой.

Данная система обеспечивает отыскание повреждений, оценка состояния силовых кабельных линиях, благодаря определению сопротивления дефекта и расстояния до дефекта, прогнозирование намечающегося повреждения кабельной линии.

Недостаток данной системы состоит в том, что она контролирует только фазную изоляцию, что позволяет обнаруживать появление и следить за развитием процессов возникновения замыканий фазы на землю. Но в электрических сетях нередко возникают процессы снижения электрической прочности межфазной изоляции, что приводит в итоге к возникновению коротких замыканий между фазами и нарушению электроснабжения. Замыкания между фазами (двухфазные и трехфазные) не сопровождаются появлением токов нулевой последовательности, поэтому данное устройство не обеспечивает заблаговременного выявления таких повреждений и прогнозирования ресурса междуфазной изоляции.

Также данная система не позволяет определить с достаточной точностью место возникновения повреждения, так как снижение электрической прочности изоляции

может возникнуть вне линии на небольшом расстоянии от ее конца и в этом случае сложно определить истинное место возникновения повреждения.

Наиболее близким к изобретению по использованию, технической сущности и достигаемому техническому результату является автоматизированная система диагностики и контроля состояния изоляции силовых кабельных линий (Патент РФ № 2657290. Автоматизированная система диагностики и контроля состояния изоляции силовых кабельных линий / Бирюлин В.И., Куделина Д.В. Оpubл. 13.06.2018).

Эта система содержит трансформаторы тока нулевой последовательности; датчики тока нулевой последовательности; трансформатор напряжения нулевой последовательности; датчик напряжения нулевой последовательности; микроконтроллер; блок питания; преобразователь интерфейсов; персональный компьютер; трансформаторы тока; фильтр токов обратной последовательности.

Устройство позволяет определять расстояние до места локального дефекта изоляции и сопротивление этого дефекта без отключения оборудования по изменению параметров рабочего режима электрооборудования, а также прогнозировать появление дефектов в силовых кабельных линиях.

Недостаток данной системы состоит в том, что она контролирует только устойчивые повреждения фазной и междуфазной изоляции кабельных линий. Но известно, что в сети могут появляться неустойчивые повреждения фазной изоляции. Эти повреждения сопровождаются кратковременным снижением уровня сопротивления изоляции с последующим его восстановлением. В ходе первоначального развития такого процесса амплитуда токов таких повреждений может быть сравнительно небольшой, что не обеспечит срабатывания системы и отключения защищаемой линии, но такой режим опасен для изоляции электрической сети из-за возникновения перенапряжений.

Техническая задача предполагаемого изобретения заключается в расширении функциональных возможностей автоматизированной системы диагностики и контроля состояния изоляции силовых кабельных линий – осуществлении контроля режима неустойчивых замыканий на землю.

Задача достигается тем, что в автоматизированную систему диагностики и контроля состояния изоляции силовых кабельных линий вводятся блоки контроля неустойчивых замыканий на землю, реагирующие на появление в сети регулярных кратковременных замыканий, пусть даже и меньшей амплитуды, чем допустимое для токов нулевой последовательности. Применение данных блоков позволяет сформировать сигнал о возникновении такого режима с последующей подачей его на вход микроконтроллера.

На фигуре 1 приведена схема автоматизированной системы контроля состояния изоляции силовых кабельных линий и режима неустойчивых замыканий на землю, на которой обозначены: 1, 3, 5 – трансформаторы тока нулевой последовательности по числу присоединений; 2, 4, 6 – датчики тока нулевой последовательности; 7 – трансформатор напряжения нулевой последовательности; 8 – датчик напряжения нулевой последовательности; 9 – микроконтроллер; 10 – блок питания; 11 – преобразователь интерфейсов; 12 – персональный компьютер; 13 – трансформаторы тока; 14 – фильтр токов обратной последовательности; 15 – блоки контроля неустойчивых замыканий на землю (БКНЗЗ). Выходы трансформаторов тока нулевой последовательности 1, 3, 5 соединены с входами соответствующих датчиков тока нулевой последовательности 2, 4, 6, соответствующие выходы датчиков тока нулевой последовательности 2, 4, 6 соединены с входами БКНЗЗ 15, выход трансформатора напряжения нулевой последовательности 7 соединен со входом датчика напряжения нулевой последовательности 8, выход датчика напряжения нулевой последовательности

8 соединен с входами БКНЗЗ 15, преобразователь интерфейсов 11 соединен с первым выходом микроконтроллера 9, второй выход микроконтроллера 9 соединен с блоком питания 10, вход персонального компьютера 12 соединен с выходом преобразователя интерфейсов 11, выходы трансформаторов тока нулевой последовательности 1, 3, 5 и трансформатора напряжения нулевой последовательности 7 соединены с входами фильтра токов обратной последовательности 14, выходы фильтра токов обратной последовательности 14 соединены с входами БКНЗЗ 15, выходы БКНЗЗ 15 соединены со входами микроконтроллера 9.

Работает устройство следующим образом. Трансформаторы тока нулевой последовательности 1, 2, 3 измеряют уровень тока нулевой последовательности (ТНП) в контролируемой линии, датчики тока нулевой последовательности 2, 4, 6 считывают информацию о состоянии изоляции силовой кабельной линии (ток и фаза тока нулевой последовательности), трансформатор напряжения нулевой последовательности 7 передает информацию датчику напряжения нулевой последовательности 8 о напряжении в кабельной линии, трансформаторы тока 13 измеряют токи фаз защищаемой линии, на выходе фильтра тока обратной последовательности 14 образуется сигнал тока обратной последовательности.

БКНЗЗ 15, подключенные к выходам датчиков тока нулевой последовательности 2, 4, 6, срабатывают при появлении в ТНП соответствующей фазы кратковременных бросков этого тока, появляющихся при неустойчивых замыканиях на землю.

Данные о состоянии кабельной линии предаются в микроконтроллер 9, который запрашивается от блока питания 10, в микроконтроллере полученные данные по ТНП сравниваются с допустимой амплитудой вектора ТНП (для контроля фазной изоляции) и если имеет место превышение ее значения, определяется угол между вектором ТНП и вектором межфазного напряжения, в результате чего определяется, соответствует ли возникший ток дефекту изоляции, и если соответствует, то произошло замыкание на землю. По значению этого угла с заданными диапазонами определяется, в какой из фаз возник дефект. Аналогичным образом контролируется уровень тока обратной последовательности. Если он больше допустимого значения, то определяется, соответствует ли возникший ток дефекту изоляции, и если соответствует, то произошло замыкание между фазами линии.

Появление режима неустойчивых замыканий на землю определяется БКНЗЗ 15, сигналы с выхода которых подаются на входы микроконтроллера 9. Микроконтроллер передает информацию о возникновении этого режима на персональный компьютер 12.

Полученные данные проходят обработку в математической модели, и система определяет расстояние до дефекта и сопротивление дефекта, или, если дефект только намечается, система прогнозирует время, через которое возникнет пробой либо фазной, либо межфазной изоляции. Данные через преобразователь интерфейсов 11 передаются на персональный компьютер 12, на котором они отображаются в виде зависимости амплитуды векторов токов нулевой и обратной последовательности от времени с окном прогнозирования дефекта, а также в виде таблицы данных (расстояние до дефекта, сопротивление дефекта, амплитуды векторов токов нулевой и обратной последовательности, тип дефекта, фаза дефекта).

Автоматизированная система контроля состояния изоляции силовых кабельных линий и режима неустойчивых замыканий на землю позволяет определять расстояние до места локального дефекта изоляции и сопротивление этого дефекта без отключения оборудования по изменению параметров рабочего режима электрооборудования, прогнозировать появление дефектов в силовых кабельных линиях, выявлять

возникновение неустойчивых замыканий на землю.

(57) Формула изобретения

5 Автоматизированная система контроля состояния изоляции силовых кабельных  
линий и режима неустойчивых замыканий на землю, содержащая по числу присоединений  
трансформаторы тока нулевой последовательности, датчики тока нулевой  
последовательности, измерительный трансформатор напряжения нулевой  
последовательности, датчик напряжения нулевой последовательности, микроконтроллер,  
10 персональный компьютер, преобразователь интерфейсов, блок питания  
микроконтроллера, фильтр токов обратной последовательности, выходы  
трансформаторов тока нулевой последовательности соединены с входами  
соответствующих датчиков тока нулевой последовательности, выход трансформатора  
напряжения нулевой последовательности соединен со входом датчика напряжения  
15 нулевой последовательности, преобразователь интерфейсов соединен с первым выходом  
микроконтроллера, второй выход микроконтроллера соединен с блоком питания, вход  
персонального компьютера соединен с выходом преобразователя интерфейсов, выходы  
трансформаторов тока нулевой последовательности и трансформатора напряжения  
нулевой последовательности соединены с входами фильтра токов обратной  
20 последовательности, отличающаяся тем, что в систему введены блоки контроля  
неустойчивых замыканий на землю, подключенные к выходам датчиков тока и  
напряжения нулевой последовательности.

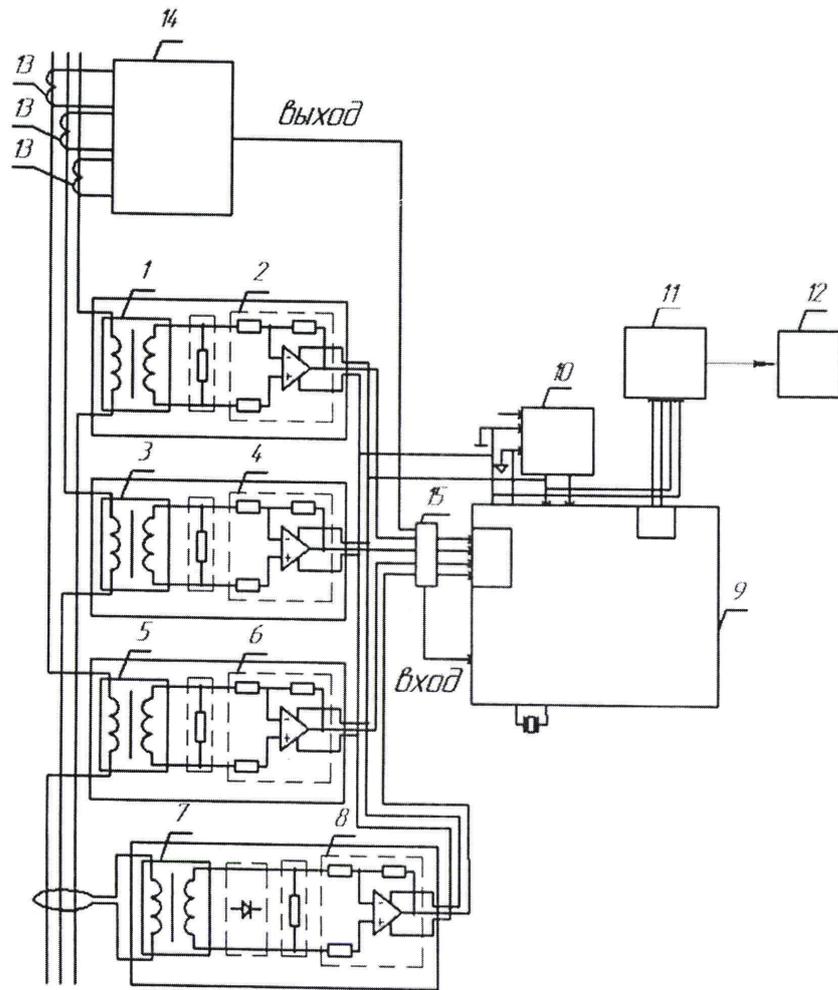
25

30

35

40

45



Фиг. 1