



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
H02H 3/08 (2022.02)

(21)(22) Заявка: 2021122626, 28.07.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.07.2021

Дата регистрации:
28.09.2022

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 28.07.2021

(45) Опубликовано: 28.09.2022 Бюл. № 28

Адрес для переписки:

656038, Алтайский край, г. Барнаул, пр-кт
Ленина, 46, ФГБОУ ВО "Алтайский
государственный технический университет им.
И.И. Ползунова" (АлтГТУ), отдел правового
обеспечения и использования результатов
интеллектуальной деятельности (ОПОИРИД)

(72) Автор(ы):

Полишук Владимир Иосифович (RU),
Исабеков Даурен Джамбулович (KZ),
Постоянкова Ксения Юрьевна (RU),
Темиратаев Ильяс Аскарлович (KZ),
Шувалова Алена Александровна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Алтайский государственный
технический университет им. И.И.
Ползунова" (АлтГТУ) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2614243 C1, 24.03.2017. RU
2705213 C1, 06.11.2019. RU 150814 U1, 27.02.2015.
KZ 22076 A4, 15.12.2009. US 5844493 A1,
01.12.1998.

(54) Устройство дифференциальной защиты

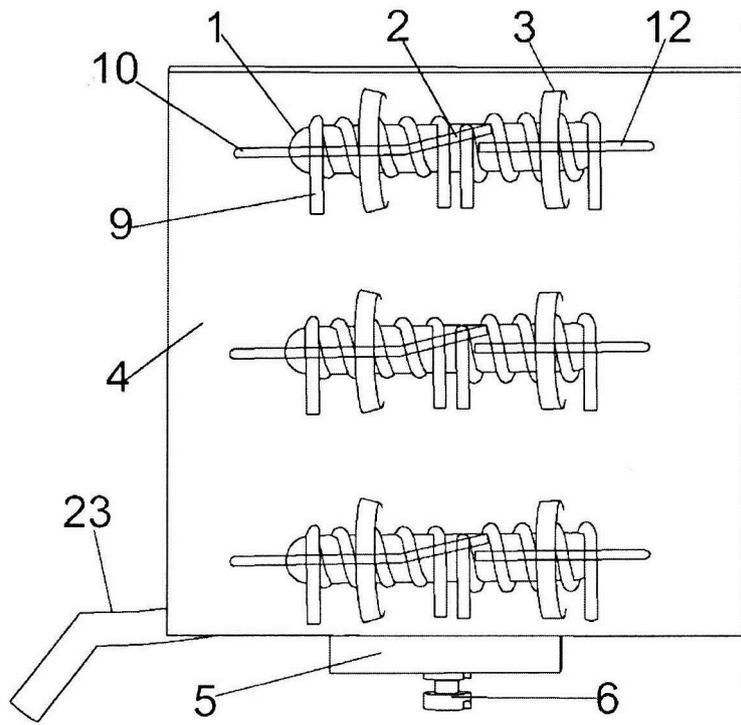
(57) Реферат:

Использование: в области электротехники для защиты силовых трансформаторов. Технический результат – упрощение технической реализации устройства защиты. Устройство дифференциальной защиты содержит исполнительный орган, токопроводы переменного тока, в качестве которых выступают токоведущие шины ячеек ЗРУ и КРУ, три геркона с обмотками управления, два регулируемых резистора. В устройство введены планка для крепления герконов, первые, вторые и третьи хомуты для крепления герконов к планке, первая и вторая поддерживающие стойки, катушка отключения выключателя силового трансформатора, панель защиты ячейки ЗРУ-110

кВ, шесть катушек индуктивностей, три обмотки управления герконами, шесть усилителей напряжения, четыре регулируемых резистора, соединительный кабель, автоматический выключатель, промежуточное и указательное реле, первые и вторые контактные сердечники замыкающего контакта герконов, блок усилителей напряжения и релейный блок. Вторая поддерживающая стойка со вторыми и третьими хомутами дает возможность перемещения катушек индуктивностей относительно плоскости поперечного сечения токоведущих шин, позволяя тем самым осуществлять дополнительную регулировку уставок срабатывания дифференциальной защиты. 8 ил.

RU 2 780 658 C1

RU 2 780 658 C1



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
H02H 3/08 (2022.02)

(21)(22) Application: **2021122626, 28.07.2021**

(24) Effective date for property rights:
28.07.2021

Registration date:
28.09.2022

Priority:

(22) Date of filing: **28.07.2021**

(45) Date of publication: **28.09.2022** Bull. № 28

Mail address:

**656038, Altajskij kraj, g. Barnaul, pr-kt Lenina, 46,
FGBOU VO "Altajskij gosudarstvennyj
tehnicheskij universitet im. I.I. Polzunova"
(AltGTU), otdel pravogo obespecheniya i
ispolzovaniya rezultatov intellektualnoj
deyatelnosti (OPOIRID)**

(72) Inventor(s):

**Polishchuk Vladimir Iosifovich (RU),
Isabekov Dauren Dzhambulovich (KZ),
Postoyankova Kseniya Yurevna (RU),
Temirataev Ilyas Askarovich (KZ),
Shuvalova Alena Aleksandrovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Altajskij gosudarstvennyj
tehnicheskij universitet im. I.I. Polzunova"
(AltGTU) (RU)**

(54) **DIFFERENTIAL PROTECTION DEVICE**

(57) Abstract:

FIELD: electrical engineering.

SUBSTANCE: invention relates to electrical engineering for the protection of power transformers. The differential protection device contains an actuating device, AC current lines, which are the current-carrying buses of the indoor switchgear and switchgear cells, three reed switches with control windings, two adjustable resistors. The device includes a plate for attaching reed switches, the first, second and third clamps for attaching reed switches to the plate, the first and second supporting racks, a power transformer switch-off coil, a protection panel for the ZRU-110 kV indoor switchgear cell, six inductors, three reed control

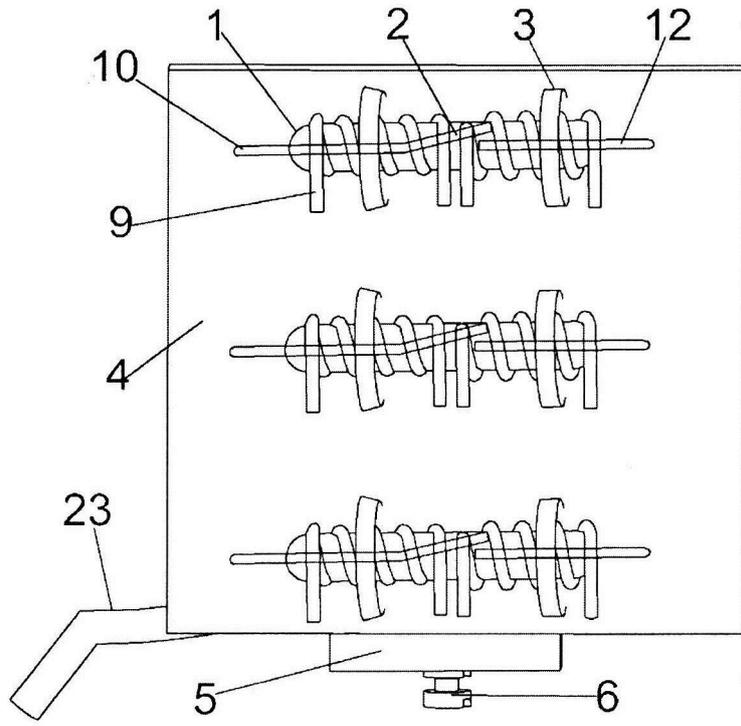
windings, six voltage amplifiers, four adjustable resistors, a connecting cable, a circuit breaker, intermediate and indicating relays, the first and second contact cores of the closing contact of the reed switches, a voltage amplifier unit and a relay unit. The second supporting rack with the second and third clamps makes it possible to move the inductors relative to the cross-sectional plane of the current-carrying buses, thereby providing additional adjustment of the differential protection pickup settings.

EFFECT: simplification of the technical implementation of the protection device.

1 cl, 8 dwg

RU 2 780 658 C1

RU 2 780 658 C1



Фиг. 1

Изобретение относится к электротехнике, а именно к релейной защите -непосредственно к дифференциальной и может быть использовано для защиты силовых трансформаторов от внутренних коротких замыканий.

5 Известно устройство максимальной токовой защиты электрической установки [RU №2705213, Н02Н 3/28, Н02Н 7/08, опубл. 06.11.2019 г.], содержащее датчик тока, представляющий собой помещенный в электроизолирующий корпус измерительный преобразователь в виде плоской катушки индуктивности и подключенный к нему кабельный усилитель, реагирующий орган в виде диодного моста, к одной диагонали которого через электрический конденсатор подключен кабельный усилитель, а к другой
10 диагонали реле с регулируемым порогом срабатывания.

Недостатком этого устройства является размещение датчика тока в непосредственной близости от токоведущих частей защищаемой электрической установки с помещением его в электроизолирующий корпус из фарфора на максимально близком расстоянии от токоведущей шины, и при замене вышедших из строя датчиков тока и кабельного
15 усилителя необходимо будет демонтировать электроизолирующий корпус.

Наиболее близким к заявленному изобретению по технической сущности и достигаемому результату (прототипом) является устройство дифференциальной защиты на герконах и магниторезисторе для преобразовательной установки с трансформатором и выпрямителем [RU №2614243, Н02Н 7/10, опубл. 24.03.2017 г.], содержащее геркон,
20 исполнительный орган, выход которого подключен в цепь отключения выключателя электроустановки, первый, второй и третий герконы с управляющими обмотками, первый и второй регулируемые резисторы, к первому выходу которых подключены концы управляющих обмоток первого, второго и третьего герконов.

Недостатком данного устройства является невозможность его эффективного
25 применения как заявляемого устройства дифференциальной защиты силовых трансформаторов вследствие использования в нем значительного количества элементов, усложняющих работоспособность.

Техническая проблема, решение которой обеспечивается при осуществлении данного изобретения, заключается в создании упрощенного устройства, осуществляющего
30 дифференциальную защиту силовых трансформаторов от внутренних коротких замыканий, выполненной на принципе сравнения напряжений с использованием катушек индуктивностей, установленных в ячейках закрытого распределительного устройства (ЗРУ) и комплектного распределительного устройства (КРУ) с двух сторон трансформатора.

35 Решение данной технической проблемы достигается тем, что в устройство дифференциальной защиты силовых трансформаторов, содержащее исполнительный орган, токопроводы переменного тока, три геркона с обмотками управления, два регулируемых резистора (R_1 и R_2), дополнительно введены планка для крепления герконов, первые хомуты - для крепления герконов к планке, установленной на первом
40 конце первой поддерживающей стойки с помощью первого винта, катушка отключения выключателя силового трансформатора. Второй конец первой поддерживающей стойки крепится к панели защиты ячейки ЗРУ-110 кВ с помощью второго винта, вторая поддерживающая стойка со вторыми (состоящими из двух разборных половинок) и третьими хомутами, имеющих первое и второе болтовое-гаечное соединения. Высота
45 второй поддерживающей стойки совместно со вторыми и третьими хомутами в ячейках ЗРУ-110 кВ составляет 700 мм, а в ячейке КРУ-10 кВ - 120 мм. Вторая поддерживающая стойка с помощью второго болтового-гаечного соединения присоединена к токопроводам переменного тока, в качестве которых выступают токоведущие шины

ячеек ЗРУ и КРУ, шесть катушек индуктивностей (КИ₁-КИ₆), разделенных на две (первую и вторую) группы, так как используются две ячейки: ЗРУ и КРУ, три обмотки управления герконами, в результате чего на каждый геркон приходится по две обмотки, включенных встречно друг другу, шесть усилителей напряжения, к которым подключены выходы катушек индуктивностей, размещенных в магнитном поле токоведущих шин, а выходы самих усилителей напряжения подключены к обмоткам управления герконов, четыре регулируемых резистора (R_{3,4} и R_{5,6}), соединительный кабель, автоматический выключатель. На каждую токоведущую шину ячейки ЗРУ приходится по одному усилителю напряжения, регулируемому резистору и одному геркону с двумя обмотками управления, а на каждую токоведущую шину ячеек ЗРУ и КРУ приходится по одной катушке индуктивности. Вторая поддерживающая стойка со вторыми и третьими хомутами дает возможность осуществления перемещения катушек индуктивностей относительно плоскости поперечного сечения токоведущих шин, позволяя тем самым осуществлять дополнительную регулировку (при необходимости) уставок срабатывания дифференциальной защиты. В качестве исполнительного органа выступает промежуточное реле. Первые контактные сердечники замыкающего контакта герконов подключены к полюсу «плюс» автоматического выключателя, а ко вторым контактными сердечникам замыкающего контакта герконов подключен первый вывод обмотки промежуточного реле. Второй вывод обмоток данных реле подключен к полюсу "минус" автоматического выключателя. К контакту на замыкание промежуточного реле, подключенного к полюсу «плюс» автоматического выключателя, посредством указательного реле подключена катушка отключения выключателя силового трансформатора. Второй вывод катушки отключения выключателя подключен к полюсу «минус» автоматического выключателя. Шесть усилителей напряжения совместно с шестью регулируемыми резисторами размещены в блоке усилителей напряжения, а промежуточное и указательное реле, установленные в релейном блоке, также как планка с тремя герконами и автоматический выключатель размещены и закреплены на панели защиты ЗРУ-110 кВ. Защищаемым объектом является силовой трансформатор. В качестве ЗРУ используется блочно-модульное БМ ЗРУ-110 кВ, а в качестве КРУ - ячейка серии К-63.

На фиг. 1 показана планка с герконами и ее вид спереди; на фиг. 2 - вид сзади планки с герконами; на фиг. 3 показано размещение на панели защиты автоматического выключателя, блока усилителей напряжения, планки с герконами и релейного блока; на фиг. 4 представлена вторая поддерживающая стойка с вторыми и третьими хомутами, а также с катушкой индуктивности.

На фиг. 5 представлено размещение катушек индуктивностей в ячейках ЗРУ-110 кВ; на фиг. 6 - размещение катушек индуктивности в ячейках КРУ-10 кВ, б); на фиг. 7 показана структурная схема дифференциальной защиты силовых трансформаторов.

На фиг. 8 представлен общий вид подключения защищаемого силового трансформатора к ячейкам ЗРУ и КРУ, при реализации его дифференциальной защиты.

Заявляемое устройство дифференциальной защиты выполняет защиту силового трансформатора, посредством сравнения напряжений, протекающих по токоведущим шинам двух ячеек (ЗРУ и КРУ) с помощью катушек индуктивностей, установленных на тех же шинах.

Устройство дифференциальной защиты силовых трансформаторов содержит три геркона 1, с замыкающим контактом 2, которые с помощью первых хомутов 3 закреплены на планке 4, установленной на первом конце первой поддерживающей стойки 5 с помощью первого винта 6 (фиг. 1, 2). Второй конец этой стойки 5 крепится

к панели защиты 7 с помощью второго винта 8. Герконы 1 размещены внутри обмоток управления 9, включенных встречно. Планка 4 с герконами 1 установлена и закреплена на панели защиты 7 ЗРУ-110 кВ (фиг. 3). Первые контактные сердечники 10 замыкающего контакта 2 герконов 1 подключены к полюсу «плюс» автоматического выключателя 11, а ко второму контактному сердечнику 12 замыкающего контакта 2 герконов 1 подключен первый вывод обмотки 13 промежуточного реле 14. Второй вывод обмоток 13 данных реле 14 подключен к полюсу "минус" автоматического выключателя 11. Шесть катушек индуктивностей (КИ₁₋₆) 15, посредством вторых хомутов 16 и с помощью первого болтового-гаечного соединения 17 крепятся ко второй поддерживающей стойке 18 (фиг. 4). Вторая поддерживающая стойка 18, посредством третьих хомутов 19 крепится с помощью второго болтового-гаечного соединения 20 к токоведущим шинам 21, токоведущие шины 21, шесть усилителей напряжения (У₁₋₆) 22, ко входам которым подключены выводы катушек индуктивностей 15, соединительный кабель 23, шесть регулируемых резистора (R_{1,2,3} и R_{4,5,6}) 24 (фиг. 5, 6, 7). Соединительный кабель 23 соединяет выводы первой и второй группы катушек индуктивностей (КИ₁₋₃ и КИ₄₋₆) 15 со входами первой и второй группы усилителей напряжения (У₁₋₃ и У₄₋₆) 22, выход данных усилителей 22 подключен к первому выводу обмоток управления 9 геркона 1. К контакту на замыкание 25 промежуточного реле 14, подключенного к полюсу «плюс» автоматического выключателя 11, посредством указательного реле 26 с обмоткой 27 подключена катушка отключения (КО) 28 выключателя, второй ее вывод подключен к полюсу «минус» автоматического выключателя 11 (фиг. 7). Шесть усилителей напряжения (У₁₋₆) 22 и регулируемых резистора (R₁₋₆) 24 размещены в блоке усилителей напряжения 29, а промежуточное 14 и указательное 26 реле размещены в релейном блоке 30. Блок усилителей напряжения 29 и релейный блок 30 размещены на панели защиты 7 ЗРУ-110 кВ. Защищаемым объектом является силовой трансформатор 31 (фиг. 8).

Устройство дифференциальной защиты работает следующим образом, с установкой ее элементов по последовательности, представленной ниже. На каждую токоведущую шину 21 ячеек ЗРУ-110 кВ, и КРУ-10 кВ с соблюдением минимально допустимого расстояния по ПУЭ для данных ячеек, равного 700 и 120 мм закрепляют вторую поддерживающую стойку 18 вместе с первой (на ячейке ЗРУ-110 кВ) КИ1-3 и второй (на ячейке КРУ-10 кВ) группой катушек индуктивностей КИ4-6 15 (фиг. 5, 6, 7). При этом в начале катушки индуктивности КИ 15 устанавливают внутрь разборных вторых хомутов 16 и с помощью первого болтового-гаечного соединения 17 закрепляют ко второй поддерживающей стойке 18 (фиг. 4). Саму же вторую поддерживающую стойку 18 с помощью третьих хомутов 19 используя второе болтовое-гаечное соединение 20 закрепляют на токоведущие шины 21. Перед установкой и закреплением катушек индуктивностей КИ15 в ячейках ЗРУ-110 кВ и КРУ - К-63, их устанавливают с учетом максимальных параметров магнитного поля, индуктируемых каждой токоведущей шиной 21 (в тех местах, где на токоведущих шинах имеется максимальное значение магнитной индукции) и удобством размещения КИ 15, при этом КИ15 расположены перпендикулярно плоскости поперечного сечения токоведущих шин 21 (фиг. 5, 6). Включают автоматический выключатель 11, установленный на панели защиты 7 и на первые контактные сердечники 10 геркона 1 подается потенциал «плюс» (фиг. 1, 3).

Принцип действия заявляемого устройства дифференциальной защиты основан на сравнении значений напряжений, которые протекают по его обмоткам, а соответственно и на токоведущих шинах 21, как в традиционной дифференциальной защите.

Защищаемой зоной данного устройства является силовой трансформатор 31 (фиг. 8), расположенный между двумя группами катушек индуктивностей (КИ₁₋₃) и (КИ₄₋₆) 15, установленных с двух его сторон (на токоведущих шинах 21 ячеек ЗРУ-110 кВ и КРУ-10 кВ) и имеющих одинаковые параметры, то есть на токоведущей шине, к примеру фазы «А» двух ячеек (ЗРУ-110 кВ. и КРУ-10 кВ) установлено по одной (а суммарно две) катушки индуктивности КИ₁-КИ₄, то на двух других шинах 21 фаз «В» и «С» соответственно КИ₂-КИ₅ и КИ₃-КИ₆ (фиг. 5, 6, 7) Воздействие магнитных потоков Φ , созданных токами токоведущих шин 21 ячеек ЗРУ-110 кВ и КРУ-10 кВ на катушки индуктивности КИ 15 показано стрелками (фиг. 7). Усилитель напряжения ($У_{1-6}$) 22 усиливает значение напряжения, снимаемого с выводов катушек индуктивностей КИ 15 до необходимого значения (фиг. 7). При необходимости имеется возможность посредством второй поддерживающей стойки 18 перемещать катушки индуктивности КИ 15 относительно плоскости токоведущей шины 21, тем самым осуществляя дополнительную регулировку уставок срабатывания дифференциальной защиты (фиг. 5, 6).

В нормальном режиме работы силового трансформатора 31, параметры в дифференциальной защите силовых трансформаторов отрегулированы с помощью резисторов (R_{1-6}) 24 так, чтобы напряжения U_1 и U_2 совпадали по величине, а схема устройства реагировала лишь на внутренние короткие замыкания в силовом трансформаторе 31 и не реагировала на внешние короткие замыкания (за пределами защищаемого трансформатора 31) (фиг. 8).

При коротком замыкании внутри силового трансформатора 31 ток в токоведущих шинах 21 возрастает, катушка индуктивности КИ 15 реагируя на изменения магнитного поля вокруг данной шины 21 индуктирует некоторое значение напряжения (фиг. 5. 6). В силу того, что данное значение напряжения, снимаемое с выводов катушки индуктивности 15 мало (порядка $20 \div 25$ В), то оно повышается с помощью усилителя ($У_{1-6}$) 22 до значения напряжения, равного $U=220$ В. и подается на первый вывод обмотки управления 9 геркона 1 (фиг. 7). При этом возникает разность напряжений U_1 и U_2 от двух катушек индуктивностей 15, установленных в ячейках - ЗРУ-110 кВ и КРУ-10 кВ. Напряжения U_1 и U_2 направлены в разные стороны и не равны друг другу - они будут отличаться, а в связи с этим будут отличаться и токи в обмотках управления 9 герконов 1, создающих магнитный поток, воздействующий на данные герконы 1 (фиг. 1). В результате достижения данной разности между напряжениями U_1 и U_2 - величины достаточной для срабатывания геркона 1, он под воздействием магнитного поля, создаваемого обмоткой управления 9 срабатывает и замыкает между собой первый 10 и второй 12 свои контактные сердечники и посылает сигнал «+» поступающий с автоматического выключателя 11 на первый вывод обмотки 13 промежуточного реле 14 (фиг. 7). Данное реле 14 сработав, подает через подключенный к его контакту на замыкание 25 первый вывод обмотки указательного реле 26 сигнал на катушку отключения 28 выключателя силового трансформатора 31, размещенного в ячейке ЗРУ-110 кВ. В результате чего защищаемый силовой трансформатор 31 отключается (фиг. 8).

Заявляемое устройство дифференциальной защиты в своем составе не использующее реле, измерительные трансформаторы тока и напряжения с ферромагнитными сердечниками, применяемых для традиционной дифференциальной защиты, содержащих в своем составе дорогостоящие сталь, медь и высоковольтную изоляцию, имеющих

также значительные весогабаритные параметры, отвечает актуальному вопросу в релейной защите - ресурсосбережению и позволяют осуществлять заявляемую дифференциальную защиту силовых трансформаторов любого класса напряжения от внутренних коротких замыканий, выполненной на принципе сравнения напряжений с использованием катушек индуктивностей.

(57) Формула изобретения

Устройство дифференциальной защиты, содержащее исполнительный орган, токопроводы переменного тока, в качестве которых выступают токоведущие шины ячеек ЗРУ и КРУ, три геркона с обмотками управления, два регулируемых резистора, отличающееся тем, что в него введены планка для крепления герконов, на которой закреплен первый хомут, установленная на панели защиты ячейки ЗРУ-110 кВ с помощью первого винта и зафиксированная на первом конце первой поддерживающей стойки, второй винт, посредством которого прикреплен второй конец стойки, катушка отключения выключателя силового трансформатора, шесть катушек индуктивностей, первое и второе болтово-гаечные соединения и второй хомут, с помощью которых катушки индуктивности крепятся ко второй поддерживающей стойке, три обмотки управления герконами, первые контактные сердечники замыкающего контакта которых подключены к полюсу «плюс» автоматического выключателя, вторая поддерживающая стойка, посредством третьих хомутов закрепленная с помощью болтово-гаечного соединения к токоведущим шинам, шесть усилителей напряжения, к входам которых подключены выводы катушек индуктивности, шесть регулируемых резисторов, соединительный кабель, соединяющий выводы первой и второй группы катушек индуктивностей со входами первой и второй группы усилителей напряжения, первые и вторые контактные сердечники замыкающего контакта герконов, блок усилителей напряжения и релейный блок, автоматический выключатель, к полюсу «минус» которого подключен второй вывод катушки отключения, промежуточное и указательное реле, размещенные в релейном блоке и на панели защиты.

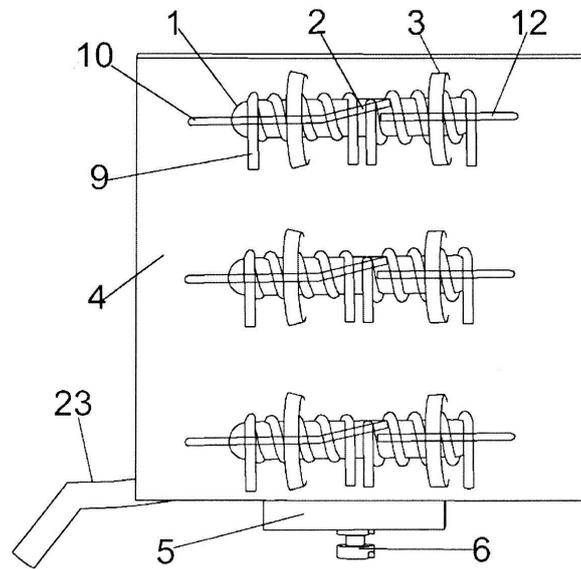
30

35

40

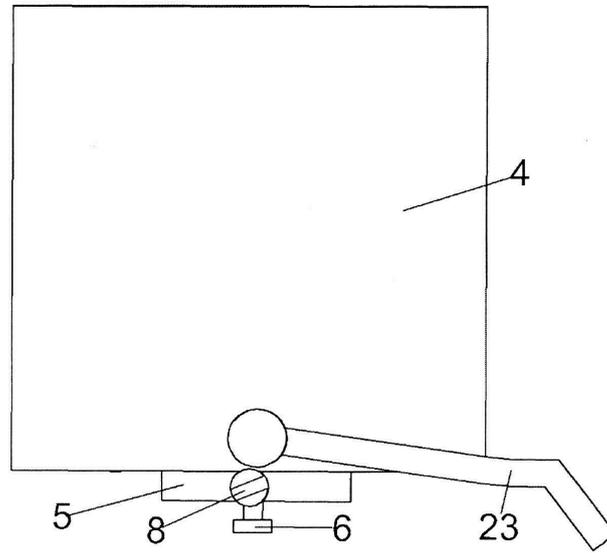
45

1

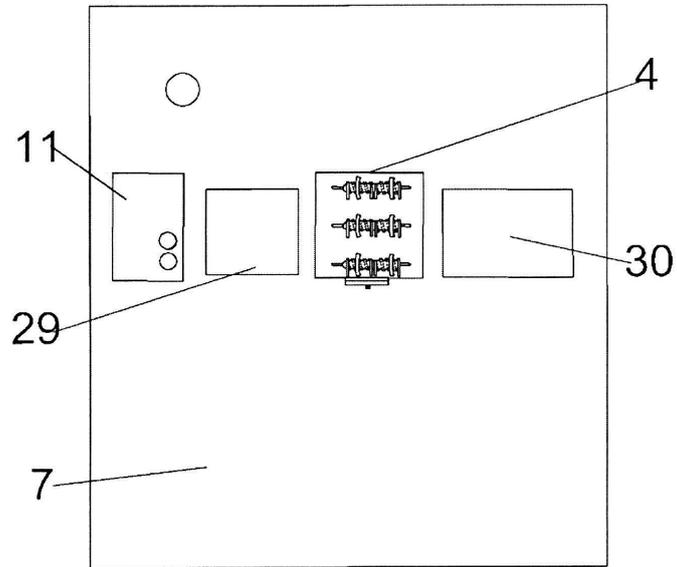


Фиг. 1

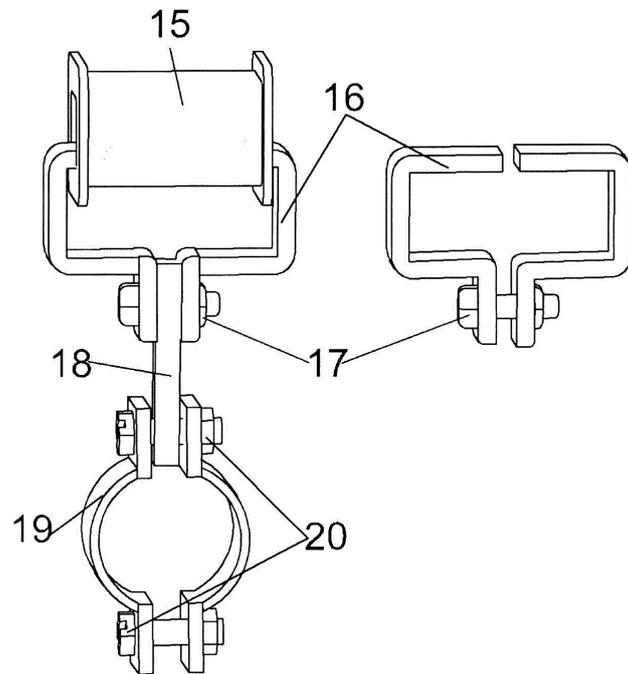
2



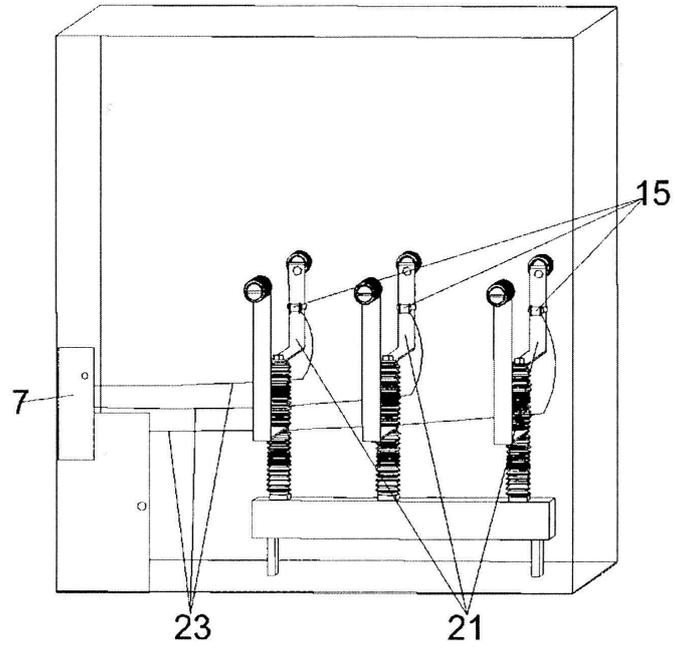
Фиг. 2



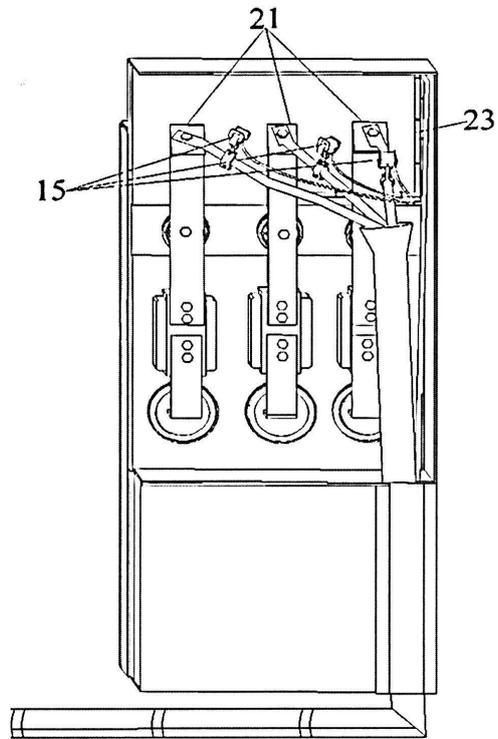
Фиг. 3



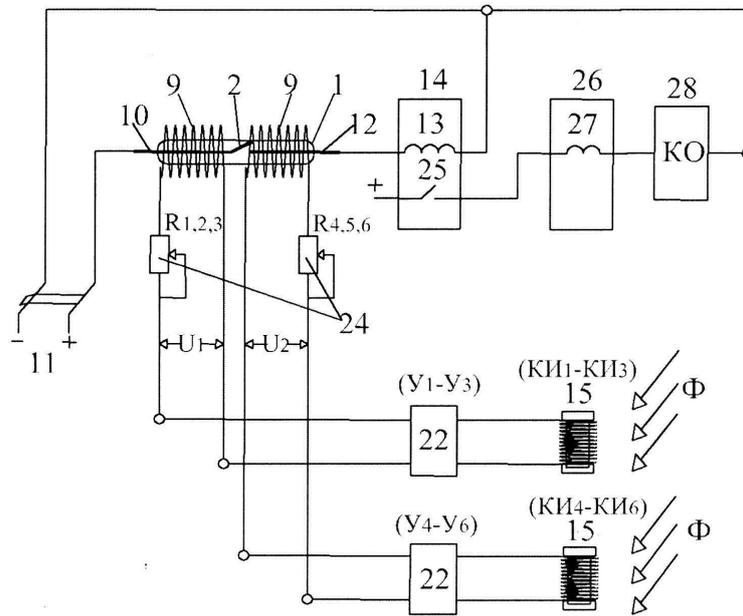
Фиг. 4



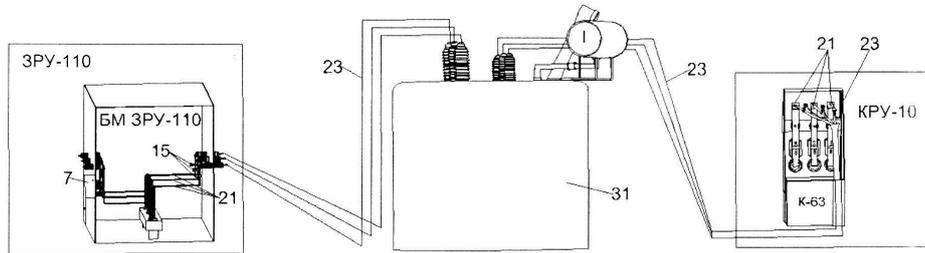
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8