



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

H01H 83/18 (2024.01); H02H 3/08 (2024.01)

(21)(22) Заявка: 2024101791, 25.01.2024

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
25.01.2024Дата регистрации:  
24.07.2024

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 25.01.2024

(45) Опубликовано: 24.07.2024 Бюл. № 21

Адрес для переписки:

634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, ФГАОУ ВО  
ТПУ, Батурина Оксана Николаевна

(72) Автор(ы):

Исабеков Даурен Джамбулович (KZ),  
Шолохова Ирина Игоревна (RU),  
Исенов Султанбек Сансызбаевич (KZ),  
Асаинов Гибрат Жоламанович (KZ)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Национальный  
исследовательский Томский  
политехнический университет" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2783868 C1, 21.11.2022. RU  
2784026 C1, 23.11.2022. RU 2783803 C1,  
17.11.2022. RU 2786632 C1, 23.12.2022. US  
6590757 B2, 08.07.2003.

## (54) УСТРОЙСТВО НАПРАВЛЕННОЙ ТОКОВОЙ ЗАЩИТЫ

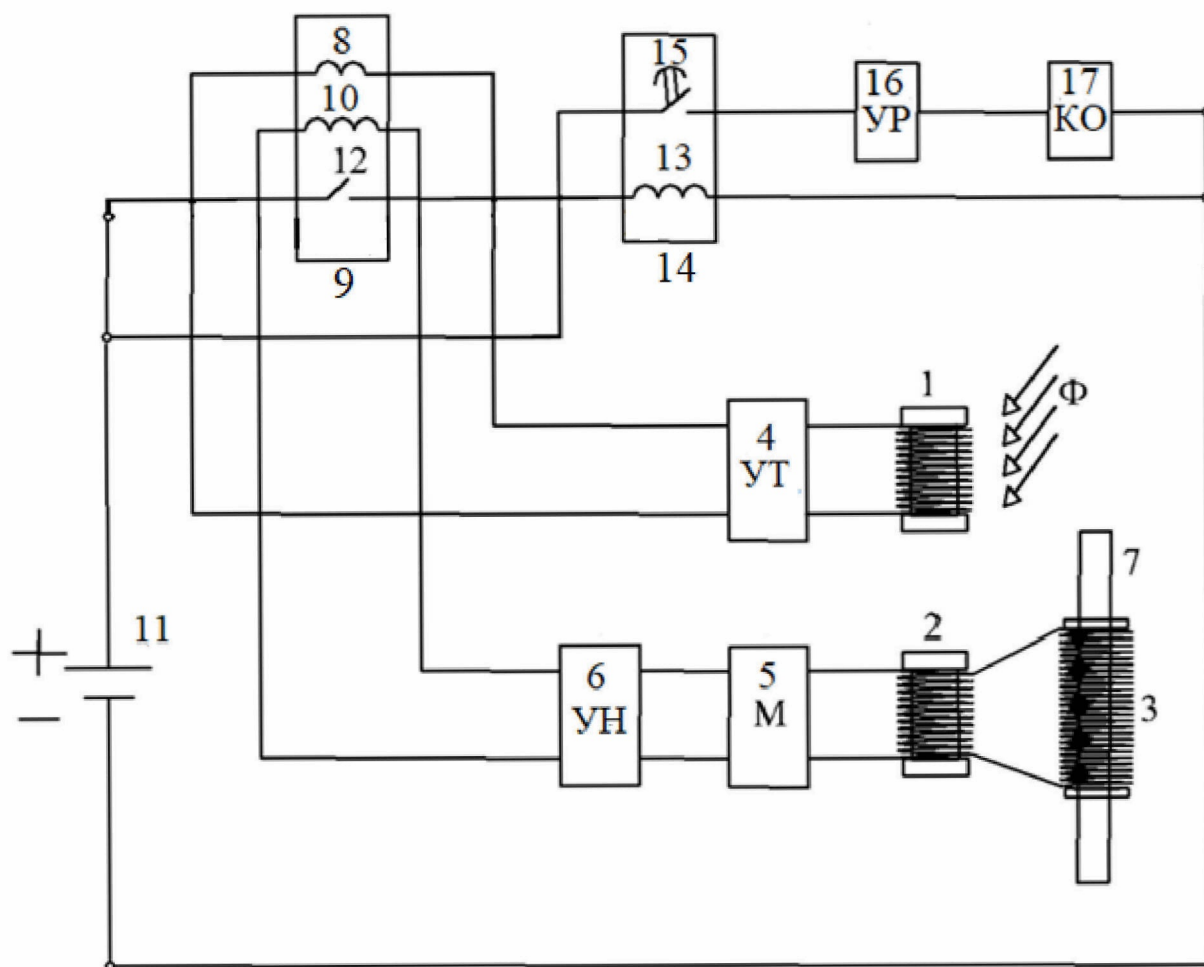
(57) Реферат:

Изобретение относится к электротехнике, а именно к релейной защите, и может быть использовано для электроустановок в качестве максимальной направленной токовой защиты с блокировкой минимального напряжения. Технический результат заключается в разработке устройства направленной токовой защиты с блокировкой минимального напряжения. Устройство направленной токовой защиты содержит три катушки индуктивности (1-3) и микропроцессор (5). Первая катушка индуктивности (1) расположена на раме выкатного элемента ячейки комплектного распределительного устройства напротив токоведущей шины (7) в области максимального значения магнитного потока и подключена к выводам усилителя тока (4). Вторая катушка индуктивности (2) размещена в релейном отсеке ячейки комплектного распределительного устройства и её выводы подключены к входу микропроцессора (5), выходы которого

соединены с усилителем напряжения (6). Третья катушка индуктивности (3) намотана на токоведущей шине (7) комплектного распределительного устройства так, что она расположена выше первой катушки индуктивности (1) и подключена к второй катушке индуктивности (2). Третья катушка индуктивности (3) содержит две обмотки с соотношением числа витков 1:5 и образует повышающий измерительный трансформатор напряжения, причем напряжение первой обмотки составляет 20 В, а напряжение второй обмотки равно 100 В. Вывод вторичной обмотки подключен ко входу второй катушки индуктивности (2). Выводы усилителя тока (4) подключены к токовой обмотке (8) реле направления мощности (9). Выводы усилителя напряжения (6) подключены к обмотке напряжения (10) реле направления мощности (9). Контакт на замыкание (12) реле направления мощности подсоединен к положительному

полюсу источника постоянного тока (11) и к первому выводу обмотки (13) реле времени (14), а контакт с выдержкой времени на замыкание (15) реле времени (14) подключен к положительному полюсу источника постоянного тока (11) и к первому выводу указательного реле (16), которое соединено с первым выводом

обмотки катушки отключения (17) выключателя ячейки комплектного распределительного устройства (18). Второй вывод обмотки (13) реле времени (14) и второй вывод обмотки катушки отключения (17) подключены к отрицательному полюсу источника постоянного тока. 2 ил.



Фиг. 1

RU 2 8 2 3 5 6 8 C 1

RU 2 8 2 3 5 6 8 C 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*H01H 83/18* (2006.01)  
*H02H 3/08* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*H01H 83/18 (2024.01); H02H 3/08 (2024.01)*

(21)(22) Application: **2024101791, 25.01.2024**

(24) Effective date for property rights:  
**25.01.2024**

Registration date:  
**24.07.2024**

Priority:

(22) Date of filing: **25.01.2024**

(45) Date of publication: **24.07.2024** Bull. № 21

Mail address:

**634050, g. Tomsk, pr. Lenina, 30, FGAOU VO  
TPU, Baturina Oksana Nikolaevna**

(72) Inventor(s):

**Isabekov Dauren Dzhambulovich (KZ),  
Sholokhova Irina Igorevna (RU),  
Isenov Sultanbek Sansyzbaevich (KZ),  
Asainov Gibrat Zholamanovich (KZ)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniia «Natsionalnyi issledovatel'skii  
Tomskii politekhnicheskii universitet» (RU)**

(54) **DIRECTIONAL CURRENT PROTECTION DEVICE**

(57) Abstract:

FIELD: electrical engineering.

SUBSTANCE: invention relates to electrical engineering, namely to relay protection, and can be used for electrical installations as maximum directional current protection with blocking of minimum voltage. Device of directional current protection contains three inductance coils (1-3) and microprocessor (5). First inductance coil (1) is located on the frame of the draw-out element of the cell of the integrated switchgear opposite current-carrying bus (7) in the area of maximum value of magnetic flux and is connected to outputs of current amplifier (4). Second inductance coil (2) is placed in the relay compartment of the integrated switchgear cell and its outputs are connected to the input of microprocessor (5), the outputs of which are connected to voltage amplifier (6). Third inductance coil (3) is wound on current-carrying bus (7) of the integrated switchgear so that it is located above first inductance coil (1) and is connected to second inductance coil (2). Third inductance coil (3) comprises two windings with a ratio of the number of turns of 1:5 and forms a step-up measuring voltage transformer,

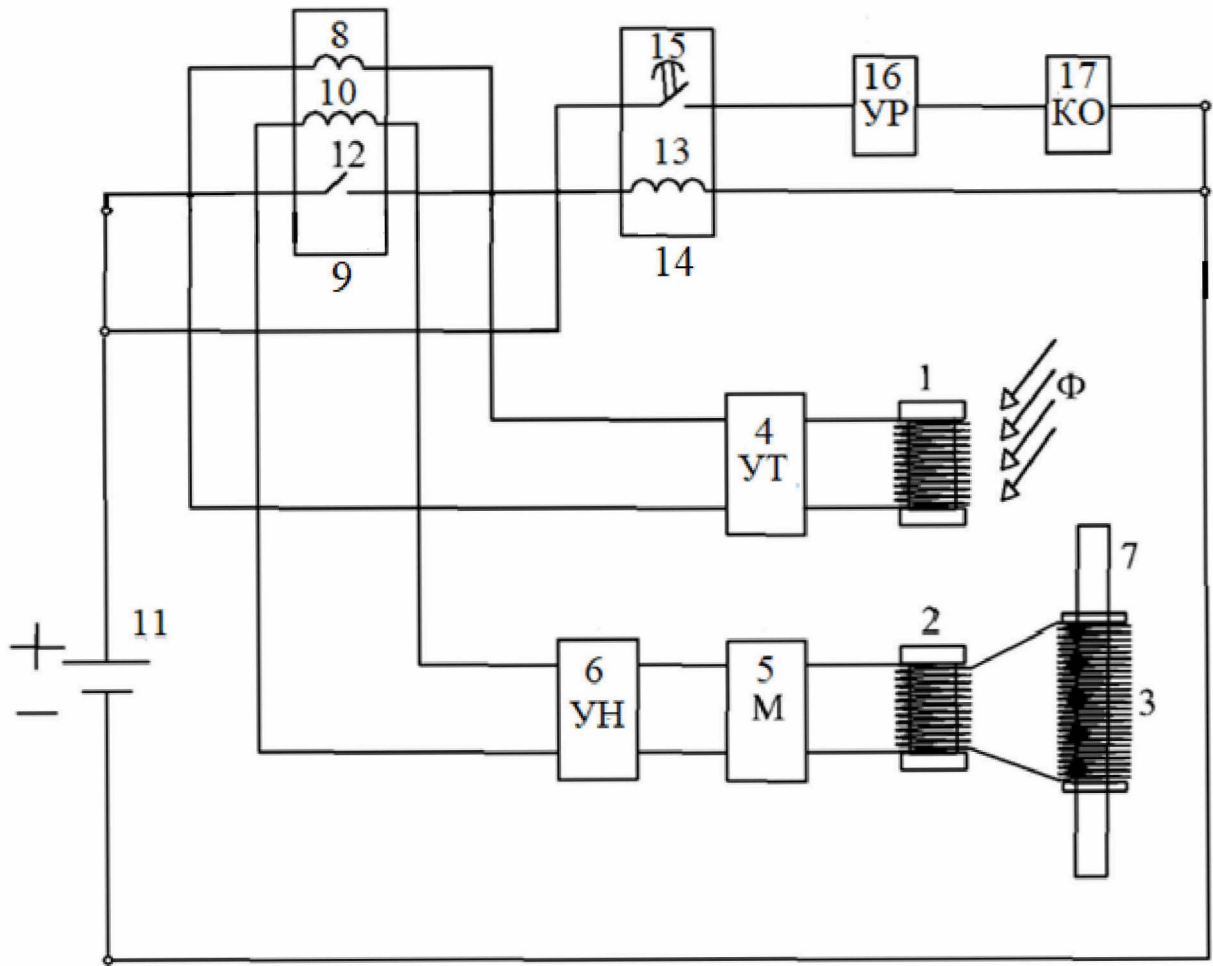
wherein voltage of the first winding is 20 V, and voltage of the second winding is 100 V. Output of the secondary winding is connected to the input of second inductance coil (2). Outputs of current amplifier (4) are connected to current winding (8) of power direction relay (9). Outputs of voltage amplifier (6) are connected to voltage winding (10) of power direction relay (9). Contact for closing (12) of the power direction relay is connected to the positive pole of direct current source (11) and to the first output of winding (13) of time relay (14), and contact with time delay for closing (15) of time relay (14) is connected to positive pole of direct current source (11) and to first output of indicating relay (16), which is connected to the first output of tripping coil (17) of the switch of cell of integrated switchgear (18). Second output of winding (13) of time relay (14) and the second output of the winding of tripping coil (17) are connected to the negative pole of the DC source.

EFFECT: development of a device for directional current protection with blocking of minimum voltage.

1 cl, 2 dwg

RU 2 823 568 C1

RU 2 823 568 C1



Фиг. 1

RU 2823568 C1

RU 2823568 C1

Изобретение относится к электротехнике, а именно к релейной защите, и может быть использовано для электроустановок в качестве максимальной направленной токовой защиты с блокировкой минимального напряжения.

Известно реле направления мощности, выполняющее функции направленной токовой защиты [SU 628549 А, МПК2 Н01Н83/18, Н02Н3/38, опубл. 15.10.1978], содержащее логическую схему И, первый вход которой через формирователь импульсов напряжения подключен к выходу трансформатора напряжения, второй вход через фазоповоротную схему, а третий через токовый пусковой орган соединены с выходом трансформатора. Дополнительная логическая схема И, элемент времени и формирователь импульсов тока последовательно включены между фазоповоротной схемой и вторым входом основной логической схемы И. Второй вход дополнительной логической схемы И подключен к выходу формирователя импульсов напряжения, который связан с выходным органом.

Недостатком этого устройства является то, что для срабатывания выходного органа необходимо наличие трех сигналов одновременно и в случае отсутствия одного из них, могут возникнуть неправильные действия защиты подключенной электроустановки.

Известно реле направления мощности на герконах, выполняющее функции направленной токовой защиты [KZ 28736, МПК G01R19/30(2006.01), опубл. 15.07.2014], содержащее первый замыкающий геркон с обмоткой управления, расположенный под шинами электроустановки и второй замыкающий геркон с обмоткой управления, подключенной к вторичной обмотке трансформатора напряжения. Микропроцессор подключен к контактам герконов. Катушка индуктивности намотана на первый геркон. Выходы катушки индуктивности подключены к фазоповоротной схеме через усилитель. Выходы фазоповоротной схемы подключены к выводам обмотки управления первого геркона через последовательно включенный первый диод. Второй диод включен последовательно в цепь между трансформатором напряжения и обмоткой управления второго геркона.

Недостатком данного устройства является использование значительного количества элементов, в том числе и герконов, у которых в момент короткого замыкания на электроустановке возможно залипание контактов, что в конечном итоге может привести к отказу или несвоевременной защите электроустановки.

Техническим результатом изобретения является разработка устройства направленной токовой защиты электроустановки, обеспечивающей блокировку минимального напряжения, выполненного с применением катушек индуктивностей для сложных электрических сетей и сетей с несколькими источниками питания.

Предложенное устройство направленной токовой защиты, также как в прототипе, содержит катушку индуктивности и микропроцессор.

Согласно изобретению, устройство дополнительно содержит вторую и третью катушки индуктивности. Первая катушка индуктивности расположена на раме выкатного элемента ячейки комплектного распределительного устройства напротив токоведущей шины в области максимального значения магнитного потока и подключена к выводам усилителя тока. Вторая катушка индуктивности размещена в релейном отсеке ячейки комплектного распределительного устройства и её выводы подключены к входу микропроцессора, выходы которого соединены с усилителем напряжения. Третья катушка индуктивности намотана на токоведущей шине комплектного распределительного устройства так, что она расположена выше первой катушки индуктивности и подключена к второй катушке индуктивности. Третья катушка индуктивности содержит две обмотки с соотношением витков 1:5 и образует

повышающий измерительный трансформатор напряжения, причем напряжение первой обмотки составляет 20 В, а напряжение второй обмотки равно 100 В, при этом вывод вторичной обмотки подключен ко входу второй катушки индуктивности. Выводы усилителя тока подключены к токовой обмотке реле направления мощности. Выводы усилителя напряжения подключены к обмотке напряжения реле направления мощности. Контакт на замыкание реле направления мощности подсоединен к положительному полюсу источника постоянного тока и к первому выводу обмотки реле времени. Контакт с выдержкой времени на замыкание реле времени подключен к положительному полюсу источника постоянного тока и к первому выводу указательного реле, которое соединено с первым выводом обмотки катушки отключения выключателя ячейки комплектного распределительного устройства. Второй вывод обмотки реле времени и второй вывод обмотки катушки отключения подключены к отрицательному полюсу источника постоянного тока.

Заявляемое устройство, не содержащее в своем составе традиционных реле направления мощности, трансформаторов тока и напряжения с ферромагнитными сердечниками, выполняет направленную токовую защиту электроустановок, реализуемую с применением первой и второй катушек индуктивностей. При этом третья катушка индуктивности, состоящая из первичной и вторичной обмоток, намотанная на токоведущую шину выполняет функции трансформатора напряжения. Данная максимальная направленная токовая защита выполняется с двумя пусковыми органами: первой и второй катушками индуктивности, как в традиционной максимальной направленной токовой защите с такими же пусковыми органами, только тока и минимального напряжения, с однофазными реле направления мощности, включенными по 90° схеме сдвига фазных токов и междуфазных напряжений. Включение по 90° схеме в заявляемом устройстве между первой и второй катушками индуктивности осуществляется микропроцессором.

На фиг. 1 представлено устройство направленной токовой защиты.

На фиг. 2 показано расположение устройства направленной токовой защиты в ячейке комплектного распределительного устройства (КРУ).

Устройство направленной токовой защиты содержит первую 1, вторую 2 и третью 3 катушки индуктивности. Первая катушка индуктивности 1 подключена к выводам усилителя тока 4 (УТ). Выводы второй катушки индуктивности 2 подключены к входу микропроцессора 5 (М), выходы которого соединены с усилителем напряжения 6 (УН) (фиг. 1).

Первая катушка индуктивности 1 расположена на раме выкатного элемента ячейки комплектного распределительного устройства напротив токоведущей шины 7 в области максимального значения магнитного потока  $\Phi$  на расстоянии, согласно Правил устройства электроустановок [ПЭУ-7. Правила устройства электроустановок. В редакции приказов Минэнерго России от 20.12.2017 г. № 1196, № 1197], например, для ячейки комплектного распределительного устройства серии КРУ-2, это расстояние составляет 12 см.

Вторая катушка индуктивности 2 размещена в релейном отсеке ячейки комплектного распределительного устройства. Третья катушка индуктивности 3 намотана на токоведущей шине 7 комплектного распределительного устройства так, что она расположена выше первой катушки, и подключена к второй катушке индуктивности 2. Третья катушка индуктивности 3 выполнена с двумя обмотками, в соотношении 1:5. Вывод вторичной обмотки подключен ко входу второй катушки индуктивности 2.

Выводы усилителя тока 4 (УТ) подключены к токовой обмотке 8 реле направления

мощности 9. Выводы усилителя напряжения 6 (УН) подключены к обмотке напряжения 10 реле направления мощности 9. К положительному полюсу источника постоянного тока 11 подсоединен контакт на замыкание 12 реле направления мощности 9. К контакту на замыкание 12 подключен первый вывод обмотки 13 реле времени 14. К  
 5 положительному полюсу источника постоянного тока 11 подключен контакт с выдержкой времени на замыкание 15 реле времени 14. Контакт с выдержкой времени на замыкание 15 подключен к первому выводу указательного реле 16 (УР), которое соединено с первым выводом обмотки катушки отключения 17 (КО) выключателя ячейки комплектного распределительного устройства 18. Второй вывод обмотки 13  
 10 реле времени 14 и второй вывод обмотки катушки отключения 17 (КО) подключены к отрицательному полюсу источника постоянного тока 11.

В качестве первой 1 и второй 2 катушек индуктивности могут быть использованы катушки реле типа РП-25. Катушка индуктивности 3 выполнена с двумя обмотками в соотношении 1:5 и используется в качестве трансформатора напряжения на напряжение  
 15 6-10 кВ. В качестве усилителя тока 4 (УТ) использован операционный усилитель тока: [Г. В. Войшвилло. Усилительные устройства: Учебник для вузов, 2-е изд., перераб. и доп. -М.: Радио и связь. 1983, 264 с., ил. [https://www.elec.ru/files/2020/03/23/\\_Voishvillo\\_V.\\_Usilitelnuue\\_ustroistva.\\_Uchebnik.PDF](https://www.elec.ru/files/2020/03/23/_Voishvillo_V._Usilitelnuue_ustroistva._Uchebnik.PDF)], в качестве усилителя напряжения 6 (УН) - операционный усилитель напряжения: [Г. В. Войшвилло. Усилительные  
 20 устройства: Учебник для вузов, 2-е изд., перераб. и доп. -М.: Радио и связь. 1983, 264 с., ил. [https://www.elec.ru/files/2020/03/23/\\_Voishvillo\\_V.\\_Usilitelnuue\\_ustroistva.\\_Uchebnik.PDF](https://www.elec.ru/files/2020/03/23/_Voishvillo_V._Usilitelnuue_ustroistva._Uchebnik.PDF)]. Реле направления мощности 9 - РБМ [В.С. Алексеев, Реле защиты, М., «Энергия», 1976, 464 с., ил [https://www.elec.ru/files/2019/11/26/alekseev-vs-rele-zaschity\\_39e12a619df.PDF](https://www.elec.ru/files/2019/11/26/alekseev-vs-rele-zaschity_39e12a619df.PDF) , стр.180, [https://studref.com/539382/prochie/rele\\_napravleniya\\_moschnosti](https://studref.com/539382/prochie/rele_napravleniya_moschnosti)]. Использовано реле времени 14 типа REXL. Указательное реле 16 (УР) - реле типа РУ-21. Комплектное распределительное устройство - ячейка серии КРУ-2.

Действие заявляемого устройства направленной токовой защиты основано на  
 30 воздействии магнитного потока  $\Phi$  (показано стрелками), созданного током токоведущей шины 7 защищаемой электроустановки на первую катушку индуктивности 1 и снятия с вторичной обмотки третьей катушки 3 вторичного напряжения.

Данное устройство представляет из себя комплект защиты, который может  
 35 устанавливаться в ячейках комплектного распределительного устройства, закрытого распределительного устройства и в закрытых токопроводах для каждой фазы отдельным комплектом.

При коротком замыкании на защищаемой электроустановке, ток в ее токоведущей  
 шине 7 возрастает и первая катушка индуктивности 1, реагирует на изменения магнитного поля потока  $\Phi$ , и в ней индуцируется повышенное значение ЭДС, а на  
 40 вторичной обмотке третьей катушки индуктивности 3 появляется напряжение. В силу того, что значение снимаемого тока и напряжения с выводов первой 1 и второй 2 катушек индуктивностей имеет значение порядка 0,3 А и 5 В, то оно повышается с помощью усилителя тока 4 (УТ) до 5 А, а с помощью усилителя напряжения 6 (УН) до значения, равного  $U=100$  В и эти значения подаются на выводы токовой обмотки 8 и обмотки напряжения 10 реле направления мощности 9. Сдвиг фазных токов и  
 45 междуфазных напряжений по  $90^\circ$  схеме осуществляется микропроцессором 5 (М). В результате у реле направления мощности 9 срабатывает контакт на замыкание 12, посылая потенциал «+», поступающий от источника постоянного тока 11 на первый вывод обмотки 13 реле времени 14, которое посредством своего контакта с выдержкой

времени на замыкание 15 и выдержкой времени, равной 0,02 с. посылает потенциал «+», поступающий от источника постоянного тока 11 на указательное реле 16 (УР), которое сработав подаёт потенциал «+» на первый вывод катушки отключения 17 (КО) выключателя ячейки комплектного распределительного устройства 18. В результате защищаемая электроустановка отключается.

В нормальном режиме работы электроустановки, параметры в усилителях тока 4 (УТ) напряжения 6 (УН) отрегулированы так, чтобы они срабатывали лишь при появлении на их выводах тока, равного 0,3 А и напряжения 5 В, а при значениях тока и напряжения меньше этих, устройство максимальной направленной токовой защиты на отключение электроустановки не срабатывает.

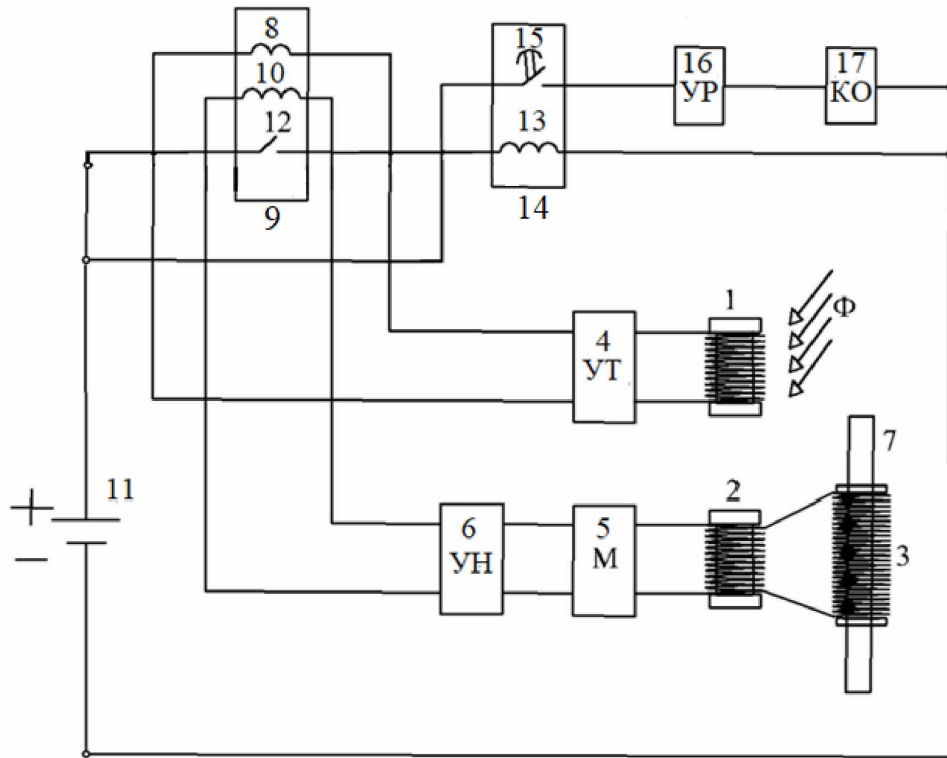
Отсутствие в предложенном устройстве традиционных реле направления мощности, трансформаторов тока и напряжения с ферромагнитными сердечниками, содержащих в своем составе дорогостоящие сталь, медь и высоковольтную изоляцию, имеющих также значительные весогабаритные параметры, отвечает актуальному вопросу релейной защиты - ресурсосбережению и представляет собой совершенно новый подход в реализации максимально-направленных токовых защит, выполняемых с применением катушек индуктивностей.

#### (57) Формула изобретения

Устройство направленной токовой защиты, содержащее катушку индуктивности (1) и микропроцессор (5), отличающееся тем, что дополнительно содержит вторую (2) и третью (3) катушки индуктивности, первая катушка индуктивности (1) расположена на раме выкатного элемента ячейки комплектного распределительного устройства напротив токоведущей шины (7) в области максимального значения магнитного потока и подключена к выводам усилителя тока (4), вторая катушка индуктивности (2) размещена в релейном отсеке ячейки комплектного распределительного устройства и её выводы подключены к входу микропроцессора (5), выходы которого соединены с усилителем напряжения (6), третья катушка индуктивности (3) намотана на токоведущей шине (7) комплектного распределительного устройства так, что она расположена выше первой катушки индуктивности (1) и подключена к второй катушке индуктивности (2), третья катушка индуктивности (3) содержит две обмотки с соотношением числа витков 1:5 и образует повышающий измерительный трансформатор напряжения, причем напряжение первой обмотки составляет 20 В, а напряжение второй обмотки равно 100 В, при этом вывод вторичной обмотки подключен ко входу второй катушки индуктивности (2), выводы усилителя тока (4) подключены к токовой обмотке (8) реле направления мощности (9), выводы усилителя напряжения (6) подключены к обмотке напряжения (10) реле направления мощности (9), контакт на замыкание (12) реле направления мощности подсоединен к положительному полюсу источника постоянного тока (11) и к первому выводу обмотки (13) реле времени (14), а контакт с выдержкой времени на замыкание (15) реле времени (14) подключен к положительному полюсу источника постоянного тока (11) и к первому выводу указательного реле (16), которое соединено с первым выводом обмотки катушки отключения (17) выключателя ячейки комплектного распределительного устройства (18), при этом второй вывод обмотки (13) реле времени (14) и второй вывод обмотки катушки отключения (17) подключены к отрицательному полюсу источника постоянного тока.



1



Фиг. 1

2

