



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
H02H 3/38 (2022.08)

(21)(22) Заявка: 2022119448, 15.07.2022

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.07.2022

Дата регистрации:
09.01.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 15.07.2022

(45) Опубликовано: 09.01.2023 Бюл. № 1

Адрес для переписки:

644050, г. Омск, пр-кт Мира, 11, ОмГТУ, Отдел
инновационной деятельности (Г-203), Маевский
Дмитрий Павлович

(72) Автор(ы):

Горюнов Владимир Николаевич (RU),
Клецель Марк Яковлевич (KZ),
Машрапов Бауыржан Ерболович (KZ),
Жантлесова Асемгуль Бейсембаевна (KZ)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Омский государственный
технический университет" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: KZ 20854 A4, 16.02.2009. RU 2574038
C2, 27.01.2016. KZ 18226 A, 15.01.2007. RU
2383095 C1, 27.02.2010. EP 35385 A2, 09.09.1981.

(54) Фильтр тока обратной последовательности на герконах

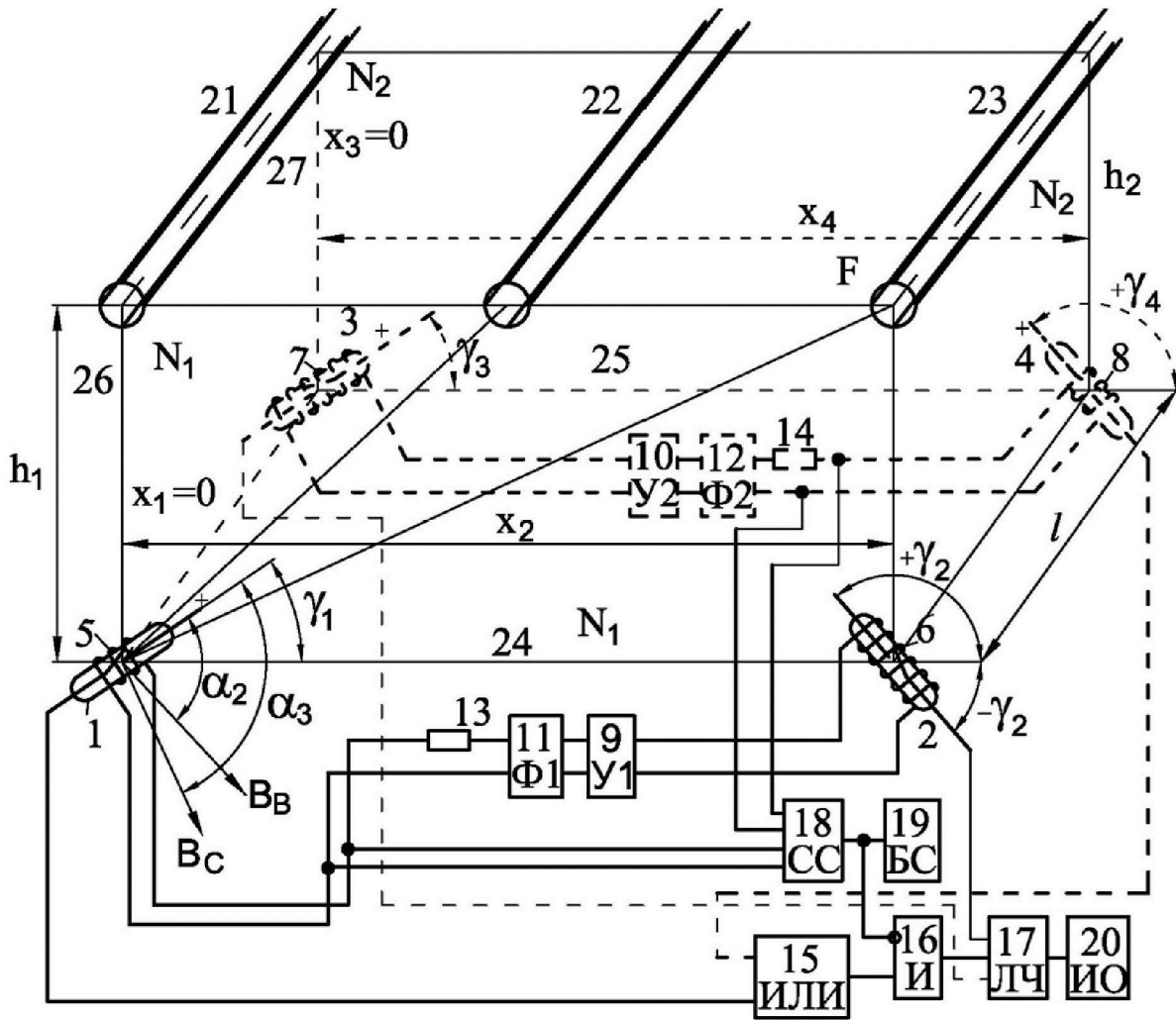
(57) Реферат:

Использование: в области электроэнергетики для защиты электроустановок от междуфазных коротких замыканий. Технический результат - расширение функциональных возможностей фильтра токов обратной последовательности на герконах за счет выявления неисправностей обмоток управления. Фильтр тока обратной последовательности содержит первый и второй герконы, исполнительный орган, первую и вторую обмотки, намотанные на первый и второй герконы, соответственно, первый усилитель, первую фазоповоротную схему. Согласно изобретению в фильтр введены третий и четвертый герконы. Контакты первого и четвертого герконов подключены к входу

элемента ИЛИ, выход которого подключен к прямому входу элемента И с одним инверсным входом, логическая часть подключена к выходу элемента И с одним инверсным входом, а выходом к исполнительному органу. Третья и четвертая обмотки намотаны на третий и четвертый герконы, соответственно, а второй усилитель подключен к третьей обмотке, вторая фазоповоротная схема входами подключена к выходам второго усилителя, а выходами, через второй регулировочный резистор - к четвертой обмотке. Блок сравнения входами подключен к выводам первой и четвертой обмоток, а выходом к блоку сигнализации и инверсному входу элемента И с одним инверсным входом. 1 ил.

RU 2 787 362 C1

RU 2 787 362 C1



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
H02H 3/38 (2022.08)

(21)(22) Application: **2022119448, 15.07.2022**

(24) Effective date for property rights:
15.07.2022

Registration date:
09.01.2023

Priority:

(22) Date of filing: **15.07.2022**

(45) Date of publication: **09.01.2023** Bull. № 1

Mail address:

**644050, g. Omsk, pr-kt Mira, 11, OmGTU, Otdel
innovatsionnoj deyatel'nosti (G-203), Maevskij
Dmitrij Pavlovich**

(72) Inventor(s):

**Goriunov Vladimir Nikolaevich (RU),
Kletsel Mark Iakovlevich (KZ),
Mashrapov Bauyrzhan Erbolovich (KZ),
Zhantlesova Asemgul Beisembaevna (KZ)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia «Omskii gosudarstvennyi
tekhnikeskii universitet» (RU)**

(54) **NEGATIVE SEQUENCE CURRENT FILTER ON REED SWITCHES**

(57) Abstract:

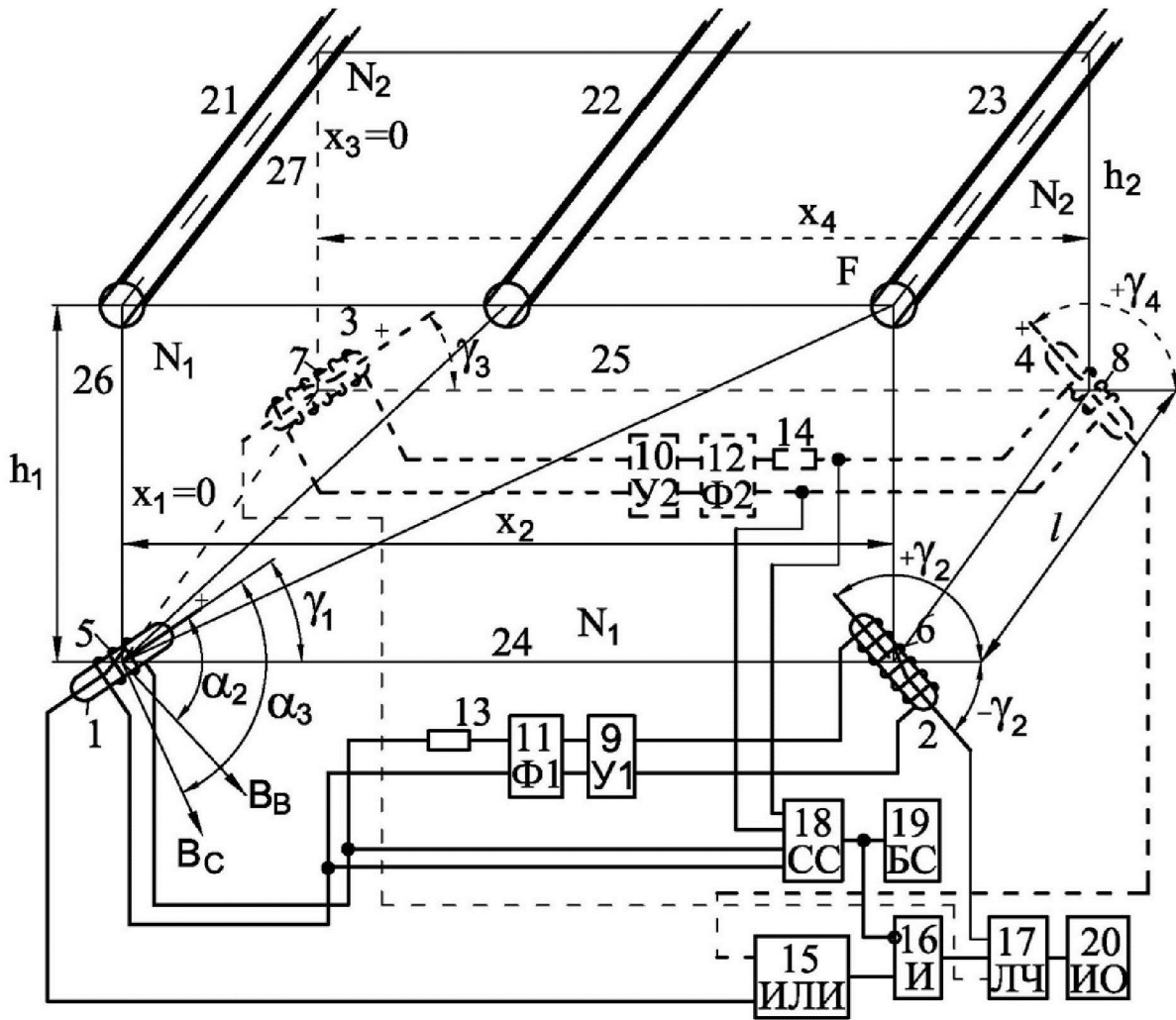
FIELD: electric power industry.

SUBSTANCE: inventiob relates to the field of electric power industry to protect electrical installations from phase-to-phase short circuits. The negative sequence current filter contains the first and second reed switches, the actuator, the first and second windings wound on the first and second reed switches, respectively, the first amplifier, the first phase-shift circuit. According to the invention, the third and fourth reed switches are introduced into the filter. The contacts of the first and fourth reed switches are connected to the input of the OR element, the output of which is connected to the direct input of the AND element with one inverse input, the logical part is connected to the output of the AND element with one inverse input, and

the output to the executive body. The third and fourth windings are wound on the third and fourth reed switches, respectively, and the second amplifier is connected to the third winding, the second phase-shift circuit is connected by inputs to the outputs of the second amplifier, and by outputs, through the second control resistor, to the fourth winding. The comparison unit is connected by inputs to the outputs of the first and fourth windings, and by the output to the signaling unit and the inverse input of the AND element with one inverse input.

EFFECT: expanding the functionality of the negative sequence current filter on reed switches by detecting faults in the control windings.

1 cl, 1 dwg



Фиг. 1

Изобретение относится к электроэнергетике, а именно к технике релейной защиты, и может быть использовано для защиты электроустановок от двухфазных коротких замыканий.

Известен фильтр тока обратной последовательности [Н.В. Чернобровов. Релейная защита энергетических систем. - М.: Энергоатомиздат, 1998. - С. 800], содержащий трехобмоточный трансреактор, первичные обмотки которого подключены к трансформаторам тока фаз А и С, активное сопротивление и двухобмоточный трансформатор, подключенные параллельно вторичной обмотке трансреактора.

Недостатком этого фильтра являются невозможность работы без трансформаторов тока, плохой информационный порог чувствительности, характеризующий уровень помех на выходе, и инерционность, обусловленную большой мощностью, потребляемой трансреактором от измерительных трансформаторов тока.

Известен фильтр тока нулевой последовательности [KZ 20853 МПК H02H 3/38, опубл. 16.02.2009], содержащий первый и второй герконы, исполнительный орган, первую и вторую обмотки, намотанные на первый и второй герконы, соответственно, первый усилитель, подключенный ко второй обмотке, первую фазоповоротную схему, входами подключенную к выходам первого усилителя, а выходами, через первый регулировочный резистор - к первой обмотке, причем первый и второй герконы с первой и второй обмотками закреплены на пересечении горизонтальной и первой вертикальной

плоскостей N_1 так, что центр тяжести первого совпадает с точкой с координатами $h=$

$$1,155d, \gamma_1 = \arctg\left(\frac{1,4h^2 + 0,4d^2}{dh}\right) \text{ и } x_1 = 0 \text{ (в вертикальной плоскости), а второго - с точкой}$$

с координатами $h=1,155d, x_2 = 2d, \gamma_2 = \arctg\left(\frac{1,6h^2 + 4d^2}{1,2dh}\right)$, где h - расстояние в

вертикальной плоскости N_1 от первой горизонтальной линии, проходящей через центры тяжести герконов, до плоскости F , в которой расположены токопроводы, γ_1 (γ_2) - угол между первой горизонтальной линией и продольной осью первого (второго) геркона, x_1 (x_2) - расстояние от центра тяжести первого (второго) геркона до первой вертикальной линии, проходящей через центр токопровода фазы А, d - расстояние между проводниками соседних фаз.

Недостатками этого фильтра являются невозможность выявления трехфазных коротких замыканий и токов перегрузки, а также неисправностей его элементов в промежутках между плановыми проверками.

Технический результат - расширение функциональных возможностей фильтра токов обратной последовательности на герконах и выявление неисправностей обмоток управления.

Технический результат достигается тем, что фильтр тока обратной последовательности так же, как и в прототипе, содержит первый и второй герконы, исполнительный орган, первую и вторую обмотки, намотанные на первый и второй герконы, соответственно, первый усилитель, подключенный ко второй обмотке, первую фазоповоротную схему, входами подключенную к выходам первого усилителя, а выходами, через первый регулировочный резистор - к первой обмотке, причем первый и второй герконы с первой и второй обмотками закреплены на пересечении горизонтальной и первой вертикальной плоскостей N_1 так, что центр тяжести первого

совпадает с точкой с координатами $h=1,155d$, $\gamma_1 = \arctg\left(\frac{1,4h^2 + 0,4d^2}{dh}\right)$ и $x_1 = 0$ (в

вертикальной плоскости), а второго - с точкой с координатами $h=1,155d$, $x_2 = 2d$,

5

$\gamma_2 = \arctg\left(\frac{1,6h^2 + 4d^2}{1,2dh}\right)$, где h - расстояние в вертикальной плоскости N_1 от первой

горизонтальной линии, проходящей через центры тяжести герконов, до плоскости F , в

которой расположены токопроводы, γ_1 (γ_2) - угол между первой горизонтальной линией

10

и продольной осью первого (второго) геркона, x_1 (x_2) - расстояние от центра тяжести

первого (второго) геркона до первой вертикальной линии, проходящей через центр

токопровода фазы А, d - расстояние между проводниками соседних фаз.

Согласно изобретению третий и четвертый герконы расположены в той же

15

горизонтальной плоскости, что и первый и второй герконы, на ее пересечении с второй

вертикальной плоскостью N_2 , находящейся от первой на расстоянии l . Третий и

четвертый герконы закреплены под углами γ_3 и γ_4 к второй горизонтальной прямой,

проходящей через их центры тяжести, и на расстояниях x_3 и x_4 от второй вертикальной

линии, проходящей через центр токопровода фазы А и пересекающей вторую

горизонтальную линию, причем $x_3=x_1$, $x_4=x_2$ и $\gamma_3=\gamma_1$, $\gamma_4=\gamma_2$. Контакты первого и

20

четвертого герконов подключены к входу элемента ИЛИ, выход которого подключен

к прямому входу элемента И с одним инверсным входом. Логическая часть подключена

к выходу элемента И с одним инверсным входом, а выходом к исполнительному органу.

Третья и четвертая обмотки намотаны на третий и четвертый герконы, соответственно.

Второй усилитель подключен к третьей обмотке. Вторая фазоповоротная схема входами

подключена к выходам второго усилителя, а выходами, через второй регулировочный

резистор - к четвертой обмотке. Блок сравнения входами подключен к выводам первой

и четвертой обмоток, а выходом к блоку сигнализации и инверсному входу элемента

25

И с одним инверсным входом.

Использование дополнительных герконов с обмотками, усилителя, фазоповоротной

схемы и резистора, а также блоков сравнения и сигнализации и элементов ИЛИ, И с

одним инверсным входом, и их соответствующее подключение позволяют выполнить

функциональную диагностику фильтра, выявляя неисправности в элементах.

На фигуре 1 представлена структурная схема фильтра токов обратной

последовательности.

Фильтр тока обратной последовательности содержит герконы 1, 2, 3 и 4 с обмотками

5, 6, 7 и 8, соответственно. Усилитель 9 (У1) (10 (У2)) входами подключен к обмотке 6

(7) геркона 2 (3), а выходами - к входам фазоповоротной схемы 11 (Ф1) (12 (Ф2)),

которая выходами, через регулировочный резистор 13 (14), подключена к обмотке 5

(8) геркона 1 (4). Элемент ИЛИ 15 (ИЛИ) подключен к контактам герконов 1 и 4.

Элемент И 16 (И) с одним инверсным входом подключен прямым входом к элементу

ИЛИ 15 (ИЛИ), а выходом к логической части 17 (ЛЧ). Схема сравнения 18 (СС)

входами подключена к выводам обмоток 5 и 8, а выходом - к блоку сигнализации 19

(БС) и инверсному входу элемента И 16 (И). Исполнительный орган 20 (ИО) подключен

к логической части 17.

В качестве герконов 1-4 с обмотками 5-8 управления могут быть использованы,

например, герконовые реле типа РГК-54. В качестве усилителей 9 (У1) и 10 (У2) могут

быть использованы усилители типа К14УД6. Фазоповоротные схемы 11 (Ф1) и 12 (Ф2)

могут быть выполнены, например, на конденсаторах типа К 50-12 и резисторах МОН-0,5. В качестве резисторов 13 и 14 могут быть использованы резисторы типа МОН-0,5. Элементы ИЛИ 15 (ИЛИ), И 16 (И) с одним инверсным входом, логическая часть 17 (ЛЧ) и схема сравнения 18 (СС) могут быть выполнены на микроконтроллере серии 51 производителя atmel AT89S53. В качестве блока сигнализации 19 (БС) и исполнительного органа 20 (ИО) могут быть использованы лампа типа L16RR-E05 и промежуточное реле типа RT424005.

Герконы располагаются (фиг. 1) в магнитном поле токопроводов 21, 22, 23 фаз А, В, С, соответственно. Для того, чтобы геркон 1 реагировал только на токи обратной последовательности, как известно из прототипа, вдоль его продольной оси должна действовать индукция $B_{пр}$, созданная токами в фазах 21, 22, 23:

$$\dot{B}_{пр} = \frac{\mu_0 \cos \alpha_A^{\Gamma 1}}{2\pi h_A^{\Gamma 1}} \left((\dot{I}_A - 0,4\dot{I}_B - 0,6\dot{I}_C) + (-0,6\dot{I}_A - 0,4\dot{I}_B - \dot{I}_C) e^{j47^\circ} \right). \quad (1)$$

где $h_A^{\Gamma 1}$ - расстояние от оси фазы А до центра тяжести геркона 1; $\alpha_A^{\Gamma 1}$ - угол между продольной осью геркона 1 и индукцией магнитного поля, действующего на него; \dot{I}_A , \dot{I}_B и \dot{I}_C - вектора токов в фазах 21, 22, 23; μ_0 - магнитная постоянная.

Как показали расчеты, приведенные в [KZ 20853 МПК H02H 3/38, опубл. 16.02.2009], для выполнения равенства (1) геркон 1 должен быть установлен в плоскости N_1 в точке

с координатами: $h=1,155d$, $\gamma_1 = \arctg\left(\frac{1,4h^2 + 0,4d^2}{dh}\right)$ и $x_1 = 0$ (в вертикальной плоскости),

геркон 2 - в этой же плоскости в точке с координатами $h=1,155d$, $x_2 = 2d$,

$\gamma_2 = \arctg\left(\frac{1,6h^2 + 4d^2}{1,2dh}\right)$ (где h - расстояние в вертикальной плоскости N_1 от

горизонтальной линии 24, проходящей через центры тяжести герконов 1 и 2, до плоскости F , расположения токопроводов 21, 22, 23, γ_1 и γ_2 - углы в плоскости N_1 между линией 24 и продольной осью герконов 1 и 2, x_1 и x_2 - расстояние от центров тяжести герконов 1 и 2 до вертикальной линии 26, проходящей через центр токопровода фазы А перпендикулярно линии 24, d - расстояние между проводниками соседних фаз) и соответствующим образом должны быть выбраны коэффициент K_y усиления усилителя 9 (У1), угол β фазоповоротной схемы 11 (Ф1) и резистор 13.

Аналогично обеспечивается воздействие магнитных полей, созданных токами обратной последовательности, на геркон 4, но в (1) отсутствует множитель e^{j47° , и первое слагаемое в скобках умножается на e^{-j47° . Герконы 3 и 4 устанавливаются в плоскости N_2 в точках с координатами $h_2=h_1$, $x_3=0$, $x_4=2d$, $\gamma_3=\gamma_1$, $\gamma_4=\gamma_2$, коэффициент усиления усилителя 10 (У2) равен K_y , угол фазоповоротной схемы 12 (Ф2) рассчитывается аналогично углу β .

Фильтр работает следующим образом. В нормальном режиме работы электроустановки токи обратной последовательности отсутствуют. Однако из-за неточности установки герконов 1 и 2 в заданные точки и допустимой несимметрии системы трехфазных токов вдоль продольной оси геркона 1 действует индукция $B_{нб}$ небаланса. Для несрабатывания геркона 1 в нормальном режиме, его индукция $B_{ф}^{\Gamma 1}$

срабатывания выбирается большей $B_{нб}$, то есть

$$B_{cp}^{\Gamma 1} = k_{отс} B_{нб}, \quad (2)$$

где $k_{отс}$ - коэффициент отстройки, $k_{отс}=1,2$.

5 При коротком замыкании на землю по токопроводам электроустановки протекают токи нулевой последовательности. При этом геркон 1 (4) не срабатывает, так как токи нулевой последовательности в фазах электроустановки равны ($I_{A0} = I_{B0} = I_{C0} = I_0$), и из (1) индукция B_{np} равна нулю.

10 При междуфазных коротких замыканиях по токопроводам электроустановки протекают токи обратной последовательности. При этом $B_{cp}^{\Gamma 1}$ оказывается меньше индукции воздействующего на него магнитного поля, созданного токами обратной последовательности. В этом можно убедиться, если в (1) подставить систему токов

15 обратной последовательности $I_{A2} = I_2 e^{j0^\circ}$, $I_{B2} = I_2 e^{j120^\circ}$, $I_{C2} = I_2 e^{j-120^\circ}$. Индукция в (1) при этом станет равной $\frac{1,1\mu_0 g_A^{\Gamma 1}}{\pi} I_2 e^{-j36.6^\circ}$. Геркон 1 сработает, замыкая контакты, и подаст сигнал через элемент ИЛИ 15 (ИЛИ) и И 16 (И) в логическую часть 17 (ЛЧ).

20 При этих же замыканиях по токопроводам также протекают токи и прямой последовательности. Но при этом магнитное поле, созданное токами прямой последовательности, не будет действовать на геркон 1. В этом можно также убедиться, подставив в (1) систему токов прямой последовательности $I_{A1} = I_1 e^{j0^\circ}$, $I_{B1} = I_1 e^{-j120^\circ}$,

25 $I_{C1} = I_1 e^{j120^\circ}$. Индукция в (1) при этом станет равной нулю. Поэтому геркон 1, выполняющий функции реагирующего элемента фильтра не срабатывает.

Токовая защита функционирует следующим образом. В режиме нагрузки и самозапуска электродвигателей геркон 2 не замыкает контакты, так как его индукция срабатывания B_{cp} отстроена от максимальной индукции, созданной токами нагрузки

30 и самозапуска, протекающими в токопроводах 21, 22, 23. Геркон 3, используемый для защиты от перегрузки, при самозапуске срабатывает, но логическая часть 17 (ЛЧ) сигнала не выдает, так как выдержка времени предлагаемой защиты, как и в традиционных, больше времени пуска и самозапуска. При трехфазных коротких замыканиях индукции магнитных полей, действующих на герконы 2 и 3, возрастают и становятся больше B_{cp} .

35 Поэтому герконы 2 и 3 срабатывают и подают сигналы в логическую часть 17 (ЛЧ) защиты. В результате выключатель электроустановки отключается.

Самодиагностика предлагаемого измерительного органа выполняется следующим образом. Во всех режимах его работы на входы схемы сравнения 18 (СС) поступают ЭДС, подаваемые на обмотки 5 и 8, с абсолютными значениями E_5 и E_8 . При этом из-за неточности установки герконов 1-4 и несимметрии токов $E_5 \neq E_8$. Чтобы схема

40 сравнения 18 (СС) не выдавала сигналов при отсутствии повреждений в цепях обмоток 5 и 8, параметр ее срабатывания E_{cp} должен быть отстроен от наибольшей разности этих ЭДС

$$45 \quad E_{cp} = |k_{отс} (E_5 - E_8)|. \quad (3)$$

При возникновении каких-либо повреждений в цепях обмоток 5 и 8, разность $(E_5 - E_8)$

становится больше E_{cp} . Схема сравнения 18 (СС) срабатывает и выдает сигнал в блок сигнализации 19 (БС) и на инверсный вход элемента И 16 (И), блокируя работу фильтра.

(57) Формула изобретения

5 Фильтр тока обратной последовательности, содержащий первый и второй герконы, исполнительный орган, первую и вторую обмотки, намотанные на первый и второй герконы, соответственно, первый усилитель, подключенный ко второй обмотке, первую фазоповоротную схему, входами подключенную к выходам первого усилителя, а
10 и второй герконы с первой и второй обмотками закреплены на пересечении горизонтальной и первой вертикальной плоскостей N_1 так, что центр тяжести первого

совпадает с точкой с координатами $h=1,155d$, $\gamma_1 = \arctg\left(\frac{1,4h^2 + 0,4d^2}{dh}\right)$ и $x_1 = 0$ в

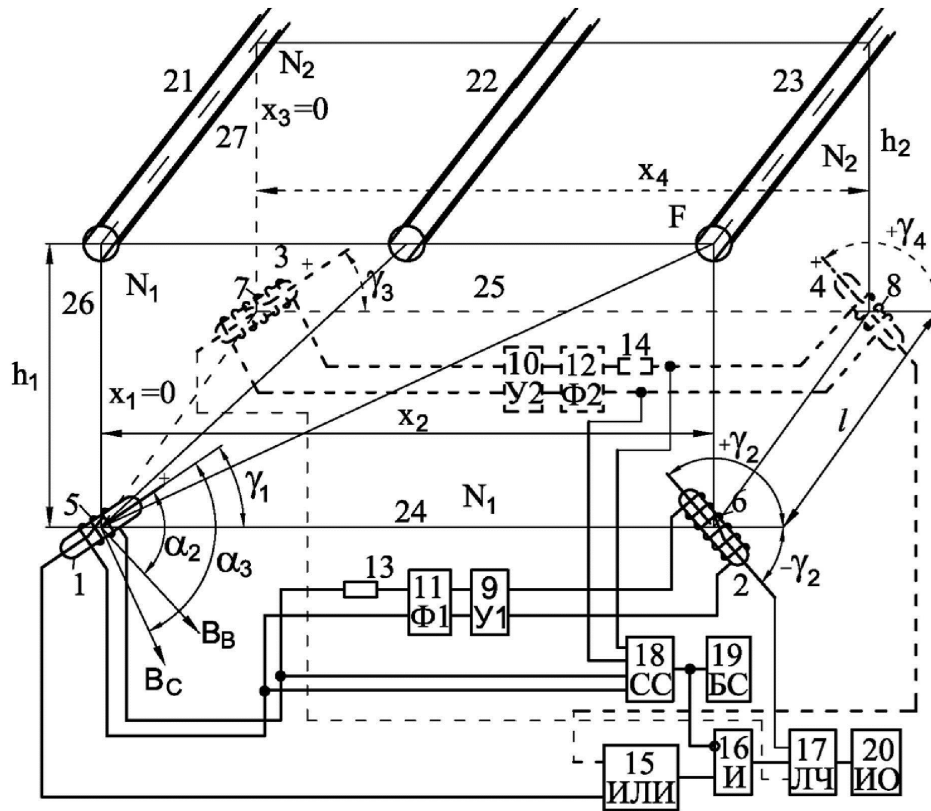
15 вертикальной плоскости, а второго – с точкой с координатами $h=1,155d$, $x_2 = 2d$,

$\gamma_2 = \arctg\left(\frac{1,6h^2 + 4d^2}{1,2dh}\right)$, где h – расстояние в вертикальной плоскости N_1 от первой

горизонтальной линии, проходящей через центры тяжести герконов, до плоскости F , в
20 которой расположены токопроводы, γ_1 (γ_2) – угол между первой горизонтальной линией и продольной осью первого/второго геркона, x_1 (x_2) – расстояние от центра тяжести

первого/второго геркона до первой вертикальной линии, проходящей через центр
токопровода фазы А, d – расстояние между проводниками соседних фаз, отличающийся
25 тем, что третий и четвертый герконы расположены в той же горизонтальной плоскости на ее пересечении с второй вертикальной плоскостью N_2 , находящейся от первой на расстоянии l , третий и четвертый герконы закреплены под углами γ_3 и γ_4 к второй
горизонтальной прямой, проходящей через их центры тяжести, и на расстояниях x_3 и
30 x_4 от второй вертикальной линии, проходящей через центр токопровода фазы А и пересекающей вторую горизонтальную линию, причем $x_3=x_1$, $x_4=x_2$ и $\gamma_3=\gamma_1$, $\gamma_4=\gamma_2$,

контакты первого и четвертого герконов подключены к входу элемента ИЛИ, выход которого подключен к прямому входу элемента И с одним инверсным входом, логическая часть подключена к выходу элемента И с одним инверсным входом, а
35 выходом к исполнительному органу, третья и четвертая обмотки намотаны на третий и четвертый герконы, соответственно, второй усилитель подключен к третьей обмотке, вторая фазоповоротная схема входами подключена к выходам второго усилителя, а выходами, через второй регулировочный резистор – к четвертой обмотке, блок сравнения входами подключен к выводам первой и четвертой обмоток, а выходом к
40 блоку сигнализации и инверсному входу элемента И с одним инверсным входом.



Фиг. 1