



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014114265/07, 10.04.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
10.04.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 10.04.2014

(43) Дата публикации заявки: 20.10.2015 Бюл. № 29

(45) Опубликовано: 27.01.2016 Бюл. № 3

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU2383095C1, 27.02.2010.
RU2134475C1, 10.08.1999. EP0035385A2,
09.09.1981.

Адрес для переписки:

634050, г.Томск, пр. Ленина, 30, ФГБОУ ВПО
"Национальный исследовательский Томский
политехнический университет", отдел правовой
охраны результатов интеллектуальной
деятельности

(72) Автор(ы):

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

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Национальный исследовательский Томский
политехнический университет" (RU)

(54) ФИЛЬТР ТОКА ОБРАТНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

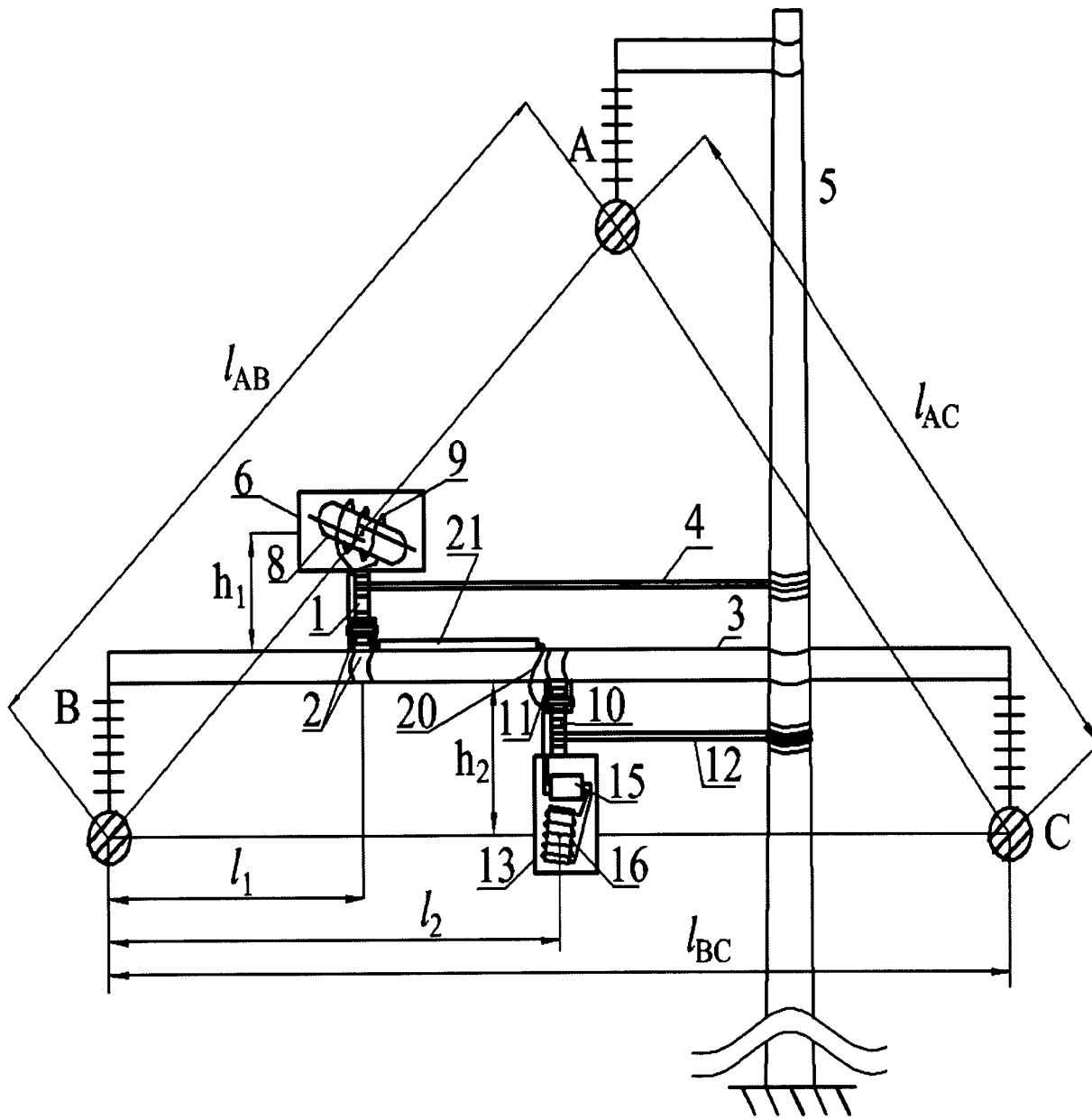
(57) Реферат:

Изобретение относится к электротехнике, а именно к технике релейной защиты, и может быть использовано для выявления токов обратной последовательности в токопроводах фаз электроустановки. Фильтр тока обратной последовательности для электроустановки с токопроводами фаз А, В, С, расположенными по вершинам треугольника, содержит геркон с надетой на него обмоткой управления, подключенной к катушке индуктивности через последовательно включенные резистор, фазоповоротную схему и усилитель. Две крепежные планки хомутами и тягами прикреплены к траверсе и опоре. Первый и второй корпуса с пластинами с закрепленными

внутри них герконом и катушкой индуктивности прикреплены к первой и второй крепежным планкам. Третий корпус, в который помещены резистор, фазоповоротная схема и усилитель, установлен во втором корпусе над второй пластиной. Причем обмотка управления соединена через резистор с фазоповоротной схемой с помощью кабеля, который уложен в короб. Короб закреплен на второй крепежной планке, траверсе и первой крепежной планке. Технический результат: выявление токов обратной последовательности в токопроводах фаз А, В, С электроустановки, расположенных по вершинам произвольного треугольника. 3 ил.

С 2
8 3 0 4 7 5
R U

R U
2 5 7 4 0 3 8
С 2



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
H02H 3/34 (2006.01)
G01R 29/16 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2014114265/07, 10.04.2014

(24) Effective date for property rights:
10.04.2014

Priority:

(22) Date of filing: 10.04.2014

(43) Application published: 20.10.2015 Bull. № 29

(45) Date of publication: 27.01.2016 Bull. № 3

Mail address:

634050, g.Tomsk, pr. Lenina, 30, FGBOU VPO
"Natsional'nyj issledovatel'skij Tomskij
politekhnikeskij universitet", otdel pravovoj
okhrany rezul'tatov intellektual'noj dejatel'nosti

(72) Inventor(s):

Zhantlesova Asemgul' Bejssembaevna (RU),
Kletsel' Mark Jakovlevich (KZ),
Mashrapov Bauyrzhan Erbolovich (KZ)

(73) Proprietor(s):

Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovanija "Natsional'nyj
issledovatel'skij Tomskij politekhnikeskij
universitet" (RU)

(54) **NEGATIVE-SEQUENCE CURRENT FILTER**

(57) Abstract:

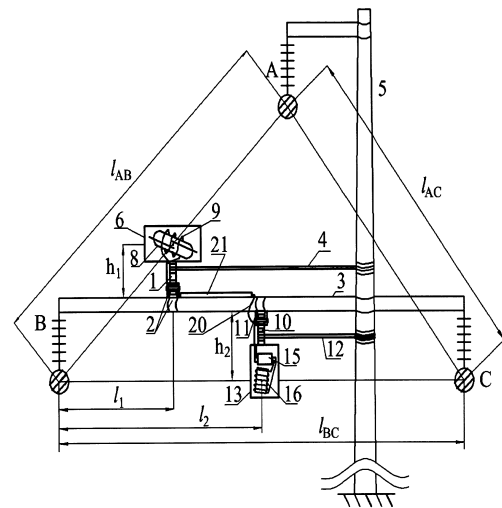
FIELD: electricity.

SUBSTANCE: negative-sequence current filter for an electric installation with current leads of A, B, C phases located at triangle corners comprises a reed relay with a put on control winding connected to an inductance coil through a in-series connected resistor, a phase-shifting scheme and an amplifier. Two attachment plates are fixed to a beam and support by collars and pull rods. The first and second bodies with plates and the reed relay fixed in them and the inductance coil are fixed to the first and second attachment plates. The third body with the resistor, the phase-shifting scheme and the amplifier in it is placed in the second body above the second plate. At that the control winding is connected through the resistor with the phase-shifting scheme by means of a cable laid in a box. The box is fixed at the second attachment plate, beam and the first attachment plate.

EFFECT: detecting negative-sequence current in

current leads with the current leads of A, B, C phases located at arbitrary triangle corners.

3 dwg



RU 2 574 038 C2

RU 2 574 038 C2

Изобретение относится к электротехнике, а именно к технике релейной защиты, и может быть использовано для выявления токов обратной последовательности в токопроводах фаз электроустановки.

Известен фильтр тока обратной последовательности [Н.В. Чернобровов. Релейная защита энергетических систем. - М.: Энергоатомиздат, 1998. - С. 174-175], содержащий трехобмоточный трансреактор, первичные обмотки которого подключены к трансформаторам тока фаз А и С, активное сопротивление и двухобмоточный трансформатор, подключенные параллельно вторичной обмотке трансреактора.

Недостатками этого фильтра являются: использование металлоемких двухобмоточного трансформатора и трансреактора, а также инерционность, обусловленная большой мощностью, потребляемой трансреактором от измерительных трансформаторов тока.

Известен фильтр тока обратной последовательности [KZ 18935 А, МПК H02H 3/08, опубл. 15.11.2007], выбранный в качестве прототипа, содержащий первую и вторую обмотки, первый и второй резисторы и выходные зажимы, первый и второй усилители, фазоповоротную схему, первый и второй герконы, установленные на безопасном расстоянии от токопроводов фаз электроустановки так, что продольная ось первого геркона совпадает с биссектрисой угла между линиями, соединяющими токопровод фазы А с токопроводом фазы В и токопровод фазы В с токопроводом фазы С в плоскости поперечного сечения токопроводов, а продольная ось второго геркона - с биссектрисой угла между линиями, соединяющими токопровод фазы В с токопроводом фазы А и токопровод фазы А с токопроводом фазы С в этой плоскости, причем первая обмотка намотана на первый геркон, вторая - на второй геркон, входы первого усилителя подключены к первой обмотке, входы второго усилителя - ко второй, а выходы первого усилителя через первый резистор подключены к выходным зажимам, к которым через фазоповоротную схему и второй резистор подключены выходы второго усилителя.

Этот фильтр работоспособен только при расположении фаз токопроводов электроустановки по вершинам равностороннего треугольника и не может быть использован при другом расположении фаз.

Задачей изобретения является расширение арсенала технических средств аналогичного назначения.

Это достигается за счет того, что фильтр тока обратной последовательности, так же как и в прототипе, содержит геркон, на который намотана обмотка управления, и катушку индуктивности, расположенные на безопасном расстоянии от токопроводов фаз А, В, С электроустановки, закрепленных по вершинам треугольника, при этом усилитель, фазоповоротная схема и резистор последовательно подключены к катушке индуктивности.

Согласно изобретению первая крепежная планка длиной h_1 прикреплена первым хомутом к траверсе перпендикулярно ей на расстоянии l_1 от токопровода фазы В и первой тягой прикреплена к опоре. Первый корпус закреплен на первой крепежной планке так, что боковые его грани перпендикулярны траверсе, а торцевые перпендикулярны опоре. Первая пластина с установленным на ней герконом с обмоткой управления закреплена внутри первого корпуса. Геркон закреплен в плоскости первой пластины под углом φ_1 против часовой стрелки относительно первой крепежной планки.

Вторая крепежная планка длиной h_2 прикреплена вторым хомутом к траверсе перпендикулярно ей на расстоянии $l_2=0,5l_{BC}$ от токопровода фазы В, где l_{BC} - расстояние

между токопроводами фаз В и С. Вторая крепежная планка прикреплена второй тягой к опоре. Второй корпус закреплен на второй крепежной планке так, что боковые его грани перпендикулярны траверсе, а торцевые перпендикулярны опоре. Вторая пластина с установленной на ней катушкой индуктивности помещена во второй корпус. Катушка индуктивности закреплена в плоскости второй пластины под углом φ_2 по часовой стрелке относительно второй крепежной планки. Третий корпус с расположенными внутри него усилителем, фазоповоротной схемой и резистором закреплен во втором корпусе над второй пластиной. Короб закреплен на второй крепежной планке от второго корпуса до траверсы, на траверсе до первой крепежной планки и на первой крепежной планке до первого корпуса. Кабель, с помощью которого обмотка управления подключена через резистор к фазоповоротной схеме, уложен в короб. Длина первой крепежной планки h_1 , расстояние l_1 от токопровода фазы В до первой крепежной планки и углы φ_1 и φ_2 поворотов геркона и катушки индуктивности соответственно против часовой стрелки относительно первой крепежной планки и по часовой стрелке относительно второй крепежной планки определены из следующих выражений:

$$h_1 = \frac{\sqrt{2l_{AB}^2(l_{BC}^2 + l_{AC}^2) - (l_{BC}^2 - l_{AC}^2)^2 - l_{AB}^4}}{4l_{BC}} - h_2;$$

$$l_1 = \frac{l_{AB}^2 + l_{BC}^2 - l_{AC}^2}{4l_{BC}};$$

$$\varphi_1 = \arccos\left(\frac{\sqrt{2l_{AB}^2(l_{BC}^2 + l_{AC}^2) - (l_{BC}^2 - l_{AC}^2)^2 - l_{AB}^4}}{2l_{BC}\sqrt{2l_{AC}^2 + 2l_{BC}^2 - l_{AB}^2}}\right);$$

$$\varphi_2 = \arccos\left(\frac{\sqrt{2l_{AB}^2(l_{BC}^2 + l_{AC}^2) - (l_{BC}^2 - l_{AC}^2)^2 - l_{AB}^4}}{l_{BC}\sqrt{2l_{AC}^2 + 2l_{AB}^2 - l_{BC}^2}}\right),$$

где l_{AB} - расстояния между токопроводами фаз А и В;

l_{AC} - расстояния между токопроводами фаз А и С;

h_2 - расстояние от токопровода фазы В до траверсы.

Использование в предлагаемом устройстве крепежных планок длиной h_1 и h_2 , установка их на расстояниях l_1 , l_2 от токопровода фазы В и закрепление на первой и второй крепежных планках геркона и катушки индуктивности соответственно под углами φ_1 и φ_2 позволяют выявлять токи обратной последовательности при расположении токопроводов фаз электроустановки по вершинам произвольного треугольника.

На фиг. 1 представлен фильтр тока обратной последовательности.

На фиг. 2 представлена первая крепежная планка с закрепленным на ней первым корпусом.

На фиг. 3 представлена вторая крепежная планка с закрепленным на ней вторым корпусом.

Фильтр тока обратной последовательности для электроустановки с токопроводами

фаз А, В, С, расположенными по вершинам треугольника, содержит первую крепежную планку 1 (фиг. 1) длиной h_1 , которая прикрепена первым хомутом 2 к траверсе 3 перпендикулярно ей на расстоянии l_1 от токопровода фазы В и первой тягой 4

5 прикреплена к опоре 5. На первой крепежной планке 1 (фиг. 2) закреплен первый корпус 6, внутри которого закреплена первая пластина 7. На первой пластине 7 под углом φ_1 против часовой стрелки относительно первой крепежной планки 1 установлен геркон 8, на который намотана обмотка управления 9. Вторая крепежная планка 10 (фиг. 1) длиной h_2 прикрепена вторым хомутом 11 к траверсе 3 перпендикулярно ей на

10 расстоянии l_2 от токопровода фазы В и второй тягой 12 прикреплена к опоре 5. На второй крепежной планке 10 (фиг. 3) закреплен второй корпус 13, внутри которого закреплены вторая пластина 14 и третий корпус 15, который установлен над второй пластиной 14. На второй пластине 14 установлена катушка индуктивности 16 под углом φ_2 по часовой стрелке относительно второй крепежной планки 10. В третьем корпусе

15 15 расположены последовательно соединенные усилитель 17 (У), фазоповоротная схема 18 (ФПС) и резистор 19. Причем усилитель 17 (У) подключен к выходным зажимам катушки индуктивности 16. Кабель 20, который соединяет обмотку управления 9 через резистор 19 с фазоповоротной схемой 18, проложен в коробе 21 (фиг. 3). Короб 21 (фиг.

20 1) закреплен на второй крепежной планке 10 от второго корпуса 13 до траверсы 3, на траверсе 3 до первой крепежной планки 1, на первой крепежной планке 1 до первого корпуса 6. Длины h_1 и h_2 первой 1 и второй 10 крепежных планок, расстояния l_1 и l_2 от токопровода фазы В до первой 1 и второй 10 крепежных планок и углы φ_1 и φ_2 поворота геркона 8 и катушки индуктивности 16 определяют по следующим формулам:

$$h_1 = \frac{\sqrt{2l_{AB}^2(l_{BC}^2 + l_{AC}^2) - (l_{BC}^2 - l_{AC}^2)^2 - l_{AB}^4}}{4l_{BC}} - h_2;$$

$$l_1 = \frac{l_{AB}^2 + l_{BC}^2 - l_{AC}^2}{4l_{BC}};$$

$$l_2 = 0,5l_{BC};$$

$$\varphi_1 = \arccrc \left(\frac{\sqrt{2l_{AB}^2(l_{BC}^2 + l_{AC}^2) - (l_{BC}^2 - l_{AC}^2)^2 - l_{AB}^4}}{2l_{BC} \sqrt{2l_{AC}^2 + 2l_{BC}^2 - l_{AB}^2}} \right);$$

$$\varphi_2 = \arccos \left(\frac{\sqrt{2l_{AB}^2(l_{BC}^2 + l_{AC}^2) - (l_{BC}^2 - l_{AC}^2)^2 - l_{AB}^4}}{l_{BC} \sqrt{2l_{AC}^2 + 2l_{AB}^2 - l_{BC}^2}} \right);$$

где l_{AB} - расстояния между токопроводами фаз А и В;

l_{AC} - расстояния между токопроводами фаз А и С;

h_2 - расстояние от токопровода фазы В до траверсы.

45 Первая 1 и вторая 10 крепежные планки и первая 7 и вторая 14 пластины выполнены из немагнитного материала, например дюралюминия. Первый 2 и второй 11 хомуты, первая 4 и вторая 12 тяги выполнены из немагнитного материала, например нержавеющей стали. Первый 6, второй 13 и третий 15 корпуса, короб 21 выполнены

из немагнитного материала, например пластмассы. В качестве геркона 8 может быть использован, например, геркон типа МКА-20101. Обмотка управления 9 и катушка индуктивности 16 выполнены с помощью обмотки реле тока типа РТМ. В качестве усилителя 17 (У) может быть использован усилитель типа К14УД6. Фазоповоротная схема 18 (ФПС) может быть выполнена, например, на конденсаторе типа К 50-12 и резисторе МОН-0,5. В качестве резистора 19 может быть использован резистор типа МОН-0,5. В качестве кабеля 20 может быть использован кабель Olflex Classic 110 СУ 2×1,5.

Токи, протекающие в токопроводах фаз А, В и С электроустановки, создают магнитные поля. Так как на геркон 8 и катушку индуктивности 16 магнитные поля, созданные токами в фазах С и А, не влияют, вдоль их продольных осей соответственно действуют магнитные поля с индукциями $\underline{B}_{\text{ПР}}^{\Gamma}$ и $\underline{B}_{\text{ПР}}^{\text{КИ}}$:

$$\underline{B}_{\text{ПР}}^{\Gamma} = K_1(I_A - I_B);$$

$$\underline{B}_{\text{ПР}}^{\text{КИ}} = K_2(I_B - I_C),$$

где K_1 и K_2 - коэффициенты пропорциональности;

I_A, I_B, I_C - токи в токопроводах фаз А, В и С.

Индукция $\underline{B}_{\text{ПР}}^{\text{КИ}}$ наводит в катушке индуктивности 16 ЭДС \underline{E} , которую поворачивают на угол β

$$\beta = 30 + \gamma,$$

где γ - угол сдвига фаз между напряжением на выходе усилителя 17 (У) и током в обмотке 9, с помощью фазоповоротной схемы 18 (ФПС). Увеличивают ЭДС \underline{E} в K_y раз

$$K_y = \frac{l_{\text{ОБМ}2} \cdot z \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{l_{\text{BC}}^2 - l_{\text{AC}}^2}{l_{\text{AB}} \sqrt{2l_{\text{BC}}^2 + 2l_{\text{AC}}^2 - l_{\text{AB}}^2}} \right)^2} \cdot \sqrt{l_{\text{ОБМ}2}^2 + D_{\text{CP}2}^2}}{2\pi \cdot f \cdot W_3 \cdot S_3 \cdot \mu_0 \cdot W_2 \cdot l_{\text{AB}} \sqrt{1 - \left(\frac{l_{\text{AC}}^2 - l_{\text{AB}}^2}{l_{\text{BC}} \sqrt{2l_{\text{AB}}^2 + 2l_{\text{AC}}^2 - l_{\text{BC}}^2}} \right)^2}};$$

где $l_{\text{ОБМ}2}$ - длина каркаса обмотки управления 9;

$D_{\text{CP}2}$ - средний диаметр обмотки управления 9;

W_2 - количество витков обмотки управления 9;

f - частота переменного тока;

W_3 - количество витков катушки индуктивности 16;

S_3 - площадь поперечного сечения катушки индуктивности 16;

μ_0 - магнитная проницаемость воздуха;

z - сопротивление выходной цепи усилителя 17 (У),

с помощью усилителя 17 (У) и подают на обмотку управления 9. При этом на геркон воздействует суммарный магнитный поток с индукцией

$$\underline{B}_{\text{ПР}}^{\Sigma} = \underline{B}_{\text{ПР}}^{\Gamma} + \underline{B}_{\text{ПР}}^{\text{ОБМ}} = K_1[(I_A - I_B) + (I_B - I_C)e^{-j60}] = 3K_1I_2 \quad (1)$$

где I_2 - ток обратной последовательности;

$\underline{B}_{PP}^{ОБМ}$ - индукция магнитного потока, созданного током в обмотке управления 9 вдоль продольной оси геркона 8.

Если в токах фаз присутствуют составляющие обратной последовательности I_{A2} , I_{B2} , I_{C2} , то подставляя их в (1), имея в виду, $\underline{I}_{A2} = I_2 e^{j0^0}$, $\underline{I}_{B2} = I_2 e^{j120^0}$, $\underline{I}_{C2} = I_2 e^{-j120^0}$, получим $\underline{B}_{PP}^{\Sigma} = 3K_1 \underline{I}_2$.

При

$$\underline{B}_{PP}^{\Sigma} \geq \underline{B}_{CP},$$

где \underline{B}_{CP} - индукция вдоль продольной оси геркона 8, при которой он срабатывает; геркон 8 замыкает контакты и подает сигнал о появлении токов обратной последовательности, равных или больших заданной величине, определяемой типом используемого геркона 8 (\underline{B}_{CP} зависит только от него).

Под действием составляющих тока нулевой последовательности I_{A0} , I_{B0} , I_{C0} геркон 8 не срабатывает, так как при подстановке их в (1)

$$\underline{B}_{PP}^{\Sigma} = 0.$$

Также геркон 8 не реагирует и на составляющие тока прямой последовательности I_{A1} , I_{B1} , I_{C1} , так как, подставив их в (1) вместо I_A , I_B , I_C , считая, что

$$\underline{I}_{A1} = I_1 e^{j0^0};$$

$$\underline{I}_{B1} = I_1 e^{-j120^0};$$

$$\underline{I}_{C1} = I_1 e^{j120^0},$$

получим

$$\underline{B}_{PP}^{\Sigma} = 0.$$

Таким образом, предлагаемый фильтр тока обратной последовательности позволяет выявлять токи обратной последовательности в токах фаз электроустановки, расположенных по вершинам произвольного треугольника.

Формула изобретения

Фильтр тока обратной последовательности, содержащий геркон, на который намотана обмотка управления, и катушку индуктивности, расположенные на безопасном расстоянии от токопроводов фаз А, В, С электроустановки, закрепленных по вершинам треугольника, при этом усилитель, фазоповоротная схема и резистор последовательно подключены к катушке индуктивности, отличающийся тем, что первая крепежная планка длиной h_1 прикреплена первым хомутом к траверсе перпендикулярно ей на расстоянии ℓ_1 от токопровода фазы В и первой тягой прикреплена к опоре, первый корпус закреплен на первой крепежной планке так, что боковые его грани перпендикулярны траверсе, а торцевые перпендикулярны опоре, первая пластина с установленным на ней герконом с обмоткой управления закреплена внутри первого корпуса, причем геркон закреплен в плоскости первой пластины под углом φ_1 против часовой стрелки относительно первой крепежной планки, а вторая крепежная планка длиной h_2 прикреплена вторым хомутом к траверсе перпендикулярно ей на расстоянии

$l_2=0,5l_{BC}$ от токопровода фазы В, где l_{BC} - расстояние между токопроводами фаз В и С, причем вторая крепежная планка прикреплена второй тягой к опоре, а второй корпус закреплен на второй крепежной планке так, что боковые его грани перпендикулярны траверсе, а торцевые перпендикулярны опоре, при этом вторая пластина с установленной на ней катушкой индуктивности помещена во второй корпус, а катушка индуктивности закреплена в плоскости второй пластины под углом φ_2 по часовой стрелке относительно второй крепежной планки, третий корпус с расположенными внутри него усилителем, фазоповоротной схемой и резистором закреплен во втором корпусе над второй пластиной, короб закреплен на второй крепежной планке от второго корпуса до траверсы, на траверсе до первой крепежной планки и на первой крепежной планке до первого корпуса, кабель, с помощью которого обмотка управления подключена через резистор к фазоповоротной схеме, уложен в короб, причем длина первой крепежной планки h_1 , расстояние l_1 от токопровода фазы В до первой крепежной планки и углы φ_1 и φ_2 поворотов геркона и катушки индуктивности соответственно против часовой стрелки относительно первой крепежной планки и по часовой стрелке относительно второй крепежной планки определены из следующих выражений:

$$h_1 = \frac{\sqrt{2l_{AB}^2(l_{BC}^2 + l_{AC}^2) - (l_{BC}^2 - l_{AC}^2)^2} - l_{AB}^4}{4l_{BC}} - h_2;$$

$$l_1 = \frac{l_{AB}^2 + l_{BC}^2 - l_{AC}^2}{4l_{BC}};$$

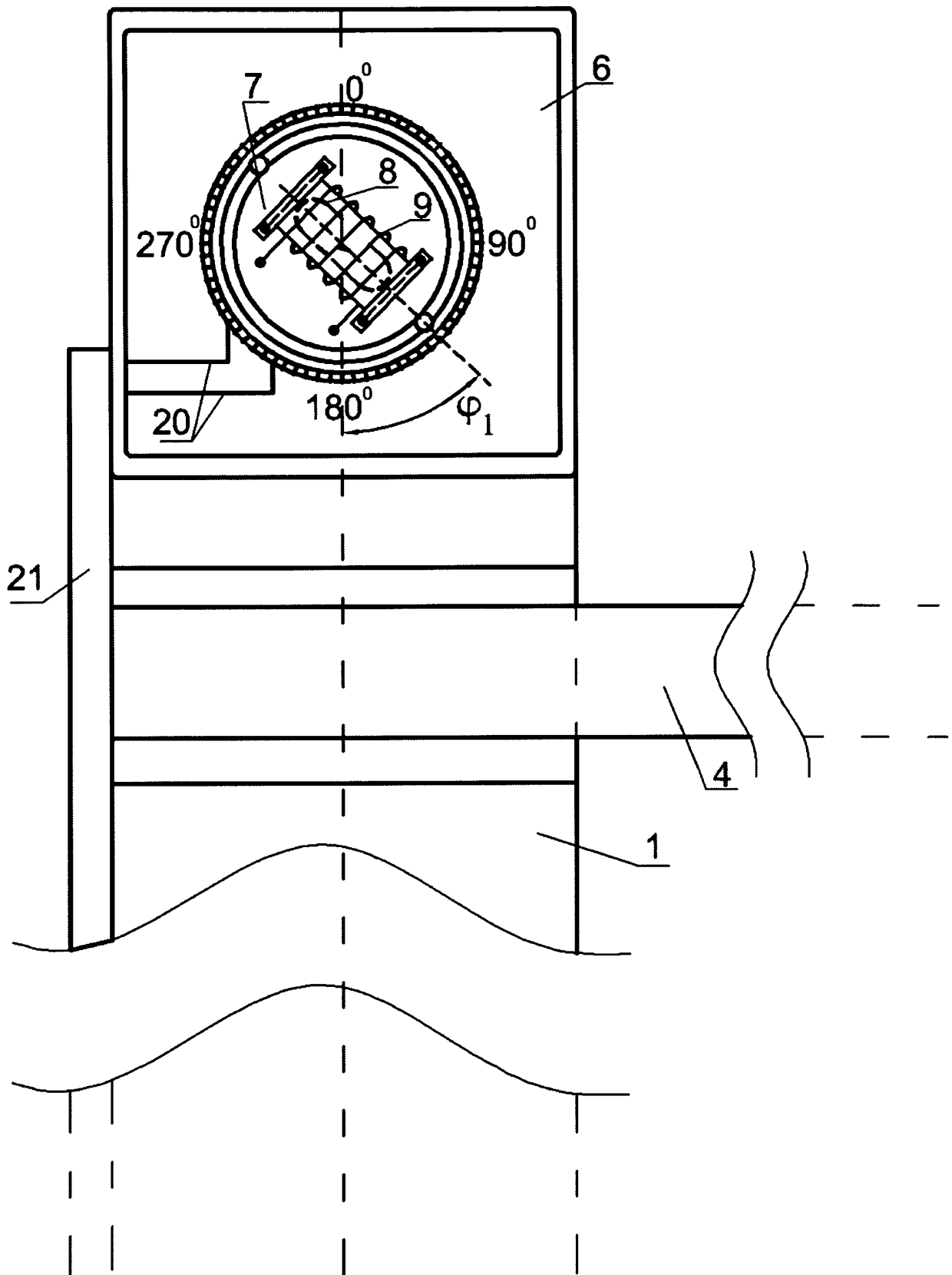
$$\varphi_1 = \arccos \left(\frac{\sqrt{2l_{AB}^2(l_{BC}^2 + l_{AC}^2) - (l_{BC}^2 - l_{AC}^2)^2} - l_{AB}^4}{2l_{BC} \sqrt{2l_{AC}^2 + 2l_{BC}^2 - l_{AB}^2}} \right);$$

$$\varphi_2 = \arccos \left(\frac{\sqrt{2l_{AB}^2(l_{BC}^2 + l_{AC}^2) - (l_{BC}^2 - l_{AC}^2)^2} - l_{AB}^4}{l_{BC} \sqrt{2l_{AC}^2 + 2l_{AB}^2 - l_{BC}^2}} \right),$$

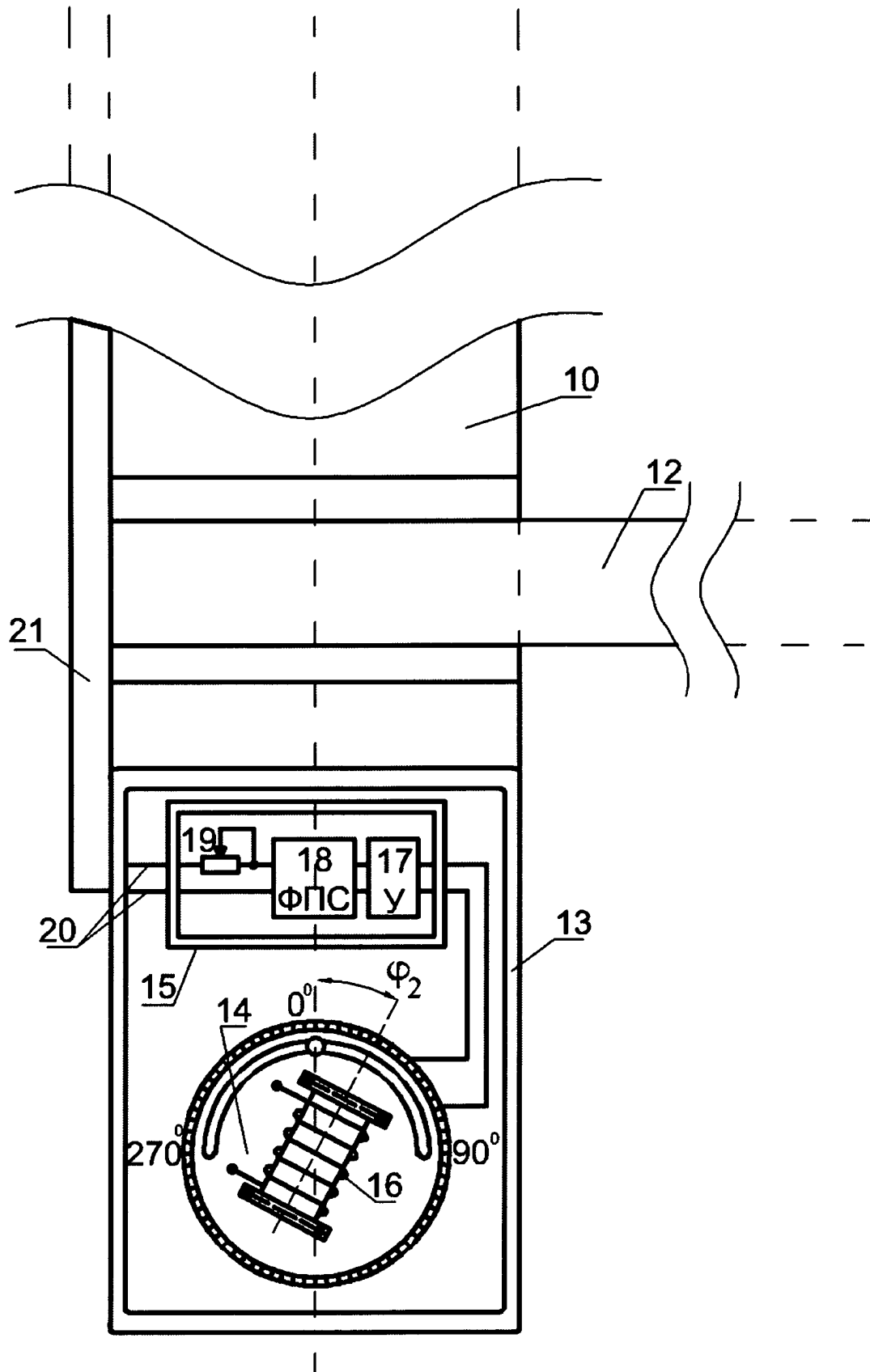
где l_{AB} - расстояния между токопроводами фаз А и В;

l_{AC} - расстояния между токопроводами фаз А и С;

h_2 - расстояние от токопровода фазы В до траверсы.



Фиг. 2



Фиг. 3