



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
H02H 7/045 (2022.08)

(21)(22) Заявка: 2022119464, 15.07.2022

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.07.2022

Дата регистрации:
14.12.2022

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 15.07.2022

(45) Опубликовано: 14.12.2022 Бюл. № 35

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),
Леньков Юрий Аркадьевич (KZ),
Барукин Александр Сергеевич (KZ)

(73) Патентообладатель(и):

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

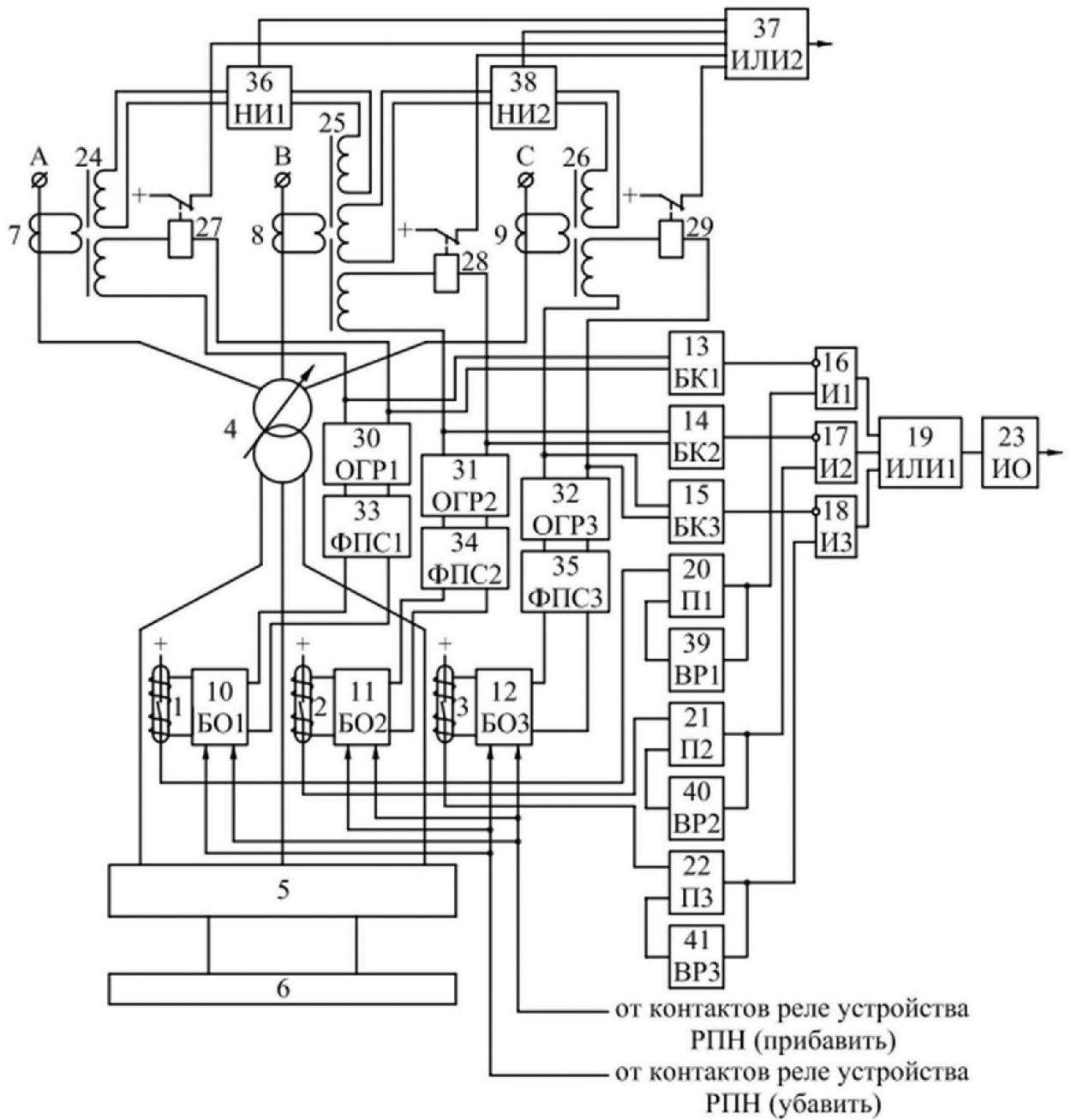
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: KZ 19001 A, 18.12.2007. KZ 22206 A4,
15.01.2010. RU 2614243 C1, 24.03.2017. SU
1246230 A1, 23.07.1986. US 2015357813 A1,
10.12.2015.

(54) Устройство для дифференциальной защиты трансформатора преобразовательной установки

(57) Реферат:

Использование: в области электроэнергетики для защиты силовых трансформаторов преобразовательных установок. Технический результат - обеспечение контроля исправности токовых цепей защиты и схемы, его осуществляющей. Устройство для дифференциальной защиты трансформатора преобразовательной установки содержит первый, второй и третий герконы с нормально-разомкнутыми контактами и управляющими обмотками, первый, второй и третий элементы И, первый, второй и третий трансреакторы,

первый и второй нуль-индикаторы, первое, второе и третье реле тока, первый, второй и третий ограничители напряжения, первую, вторую и третью фазоповоротные схемы, первый, второй и третий элементы ВРЕМЯ, первый и второй элементы ИЛИ, первый, второй и третий трансформаторы тока, первый, второй и третий блоки контроля наличия апериодической слагающей в броске тока намагничивания, первый, второй и третий блоки отстройки от влияния РПН, первый, второй и третий элементы ПАМЯТЬ и исполнительный орган. 1 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
H02H 7/045 (2022.08)

(21)(22) Application: **2022119464, 15.07.2022**

(24) Effective date for property rights:
15.07.2022

Registration date:
14.12.2022

Priority:

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

(45) Date of publication: **14.12.2022 Bull. № 35**

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),
Lenkov Iurii Arkadevich (KZ),
Barukin Aleksandr Sergeevich (KZ)**

(73) Proprietor(s):

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

(54) **DEVICE FOR DIFFERENTIAL PROTECTION OF THE CONVERTER PLANT TRANSFORMER**

(57) Abstract:

FIELD: electric power industry.

SUBSTANCE: invention relates to the field of electric power industry for the protection of power transformers of converter installations. The device for differential protection of the converter plant transformer contains the first, second and third reed switches with normally open contacts and control windings, the first, second and third AND elements, the first, second and third transactors, the first and second null indicators, the first, second and third current relays, first, second and third voltage limiters, first, second and third phase-shift circuits, first, second and third TIME elements,

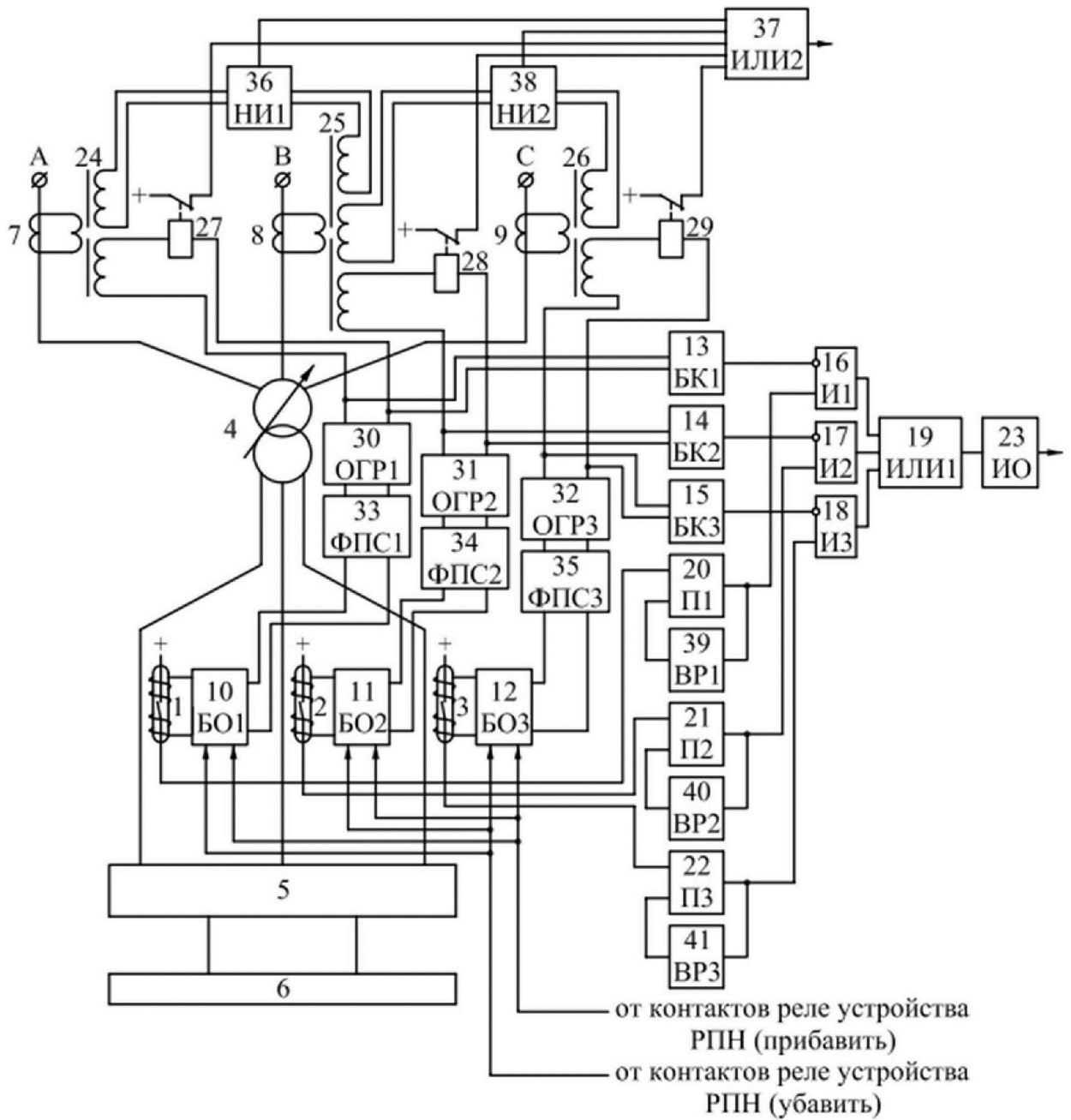
first and second OR elements, first, second and third current transformers, first, second and third blocks for monitoring the presence of aperiodic component in the magnetizing current surge, the first, second and third detuning blocks from the influence of the on-load tap changer, the first, second and third MEMORY elements and the executive body.

EFFECT: ensuring the control of the health of the current protection circuits and the circuit that implements it.

1 cl, 1 dwg

**1 C
2 7 8 5 8 2 3
R U**

**R U
2 7 8 5 8 2 3
C 1**



Фиг. 1

Изобретение относится к электроэнергетике, а именно к устройствам для защиты силовых трансформаторов преобразовательных установок, и может быть использовано в установках, трансформаторы которых имеют значительный бросок тока намагничивания.

5 Известно устройство для дифференциальной защиты преобразовательной установки [KZ № 22206, H02H7/10, опубл. 15.01.2010], содержащее исполнительный орган, первый, второй, третий герконы с размыкающими контактами и управляющими обмотками, закрепленные в магнитном поле токопроводов переменного тока, соответственно, фаз А, В, С со стороны высшего напряжения трансформатора установки, первый, второй, 10 третий герконы с замыкающими контактами без управляющих обмоток, закрепленные точно также, как и герконы с размыкающими контактами, блок измерения, закрепленный в магнитном поле токопровода постоянного тока установки, к выходам которого подключены выводы управляющих обмоток герконов с размыкающими контактами, регулировочный резистор, первый, второй, третий блоки отстройки от 15 броска тока намагничивания, каждый из которых выполнен в виде трех элементов ВРЕМЯ, элемента И, элемента НЕ и элемента ПАМЯТЬ. К первым входам этих блоков подключены замыкающие контакты первого, второго, третьего герконов без управляющих обмоток, а ко вторым входам – размыкающие контакты первого, второго, третьего герконов с управляющими обмотками.

20 Недостатком этого устройства является необходимость отстройки защиты от небаланса, вызванного влиянием регулирования напряжения под нагрузкой (РПН) силового трансформатора установки, что ограничивает её чувствительность.

Известно устройство для дифференциальной защиты трансформатора [KZ № 19001, H02H7/045, опубл. 18.12.2007], выбранное в качестве прототипа, содержащее для каждой 25 фазы геркон с нормально-разомкнутыми контактами и управляющей обмоткой, закрепленный в магнитном поле токопровода фазы со стороны низшего напряжения трансформатора, трансформатор тока, установленный со стороны его высшего напряжения, блок отстройки от влияния РПН, блок отстройки от броска тока намагничивания, элемент ПАМЯТЬ, элемент И с двумя входами, один из которых 30 инверсный, а также общие для всех фаз элемент ИЛИ и исполнительный орган.

Недостатком данной защиты является отсутствие контроля исправности токовых цепей, повреждения которых могут приводить к отказам в её срабатывании.

Техническим результатом изобретения является контроль исправности токовых цепей защиты и схемы, его осуществляющей.

35 Предложенное устройство для дифференциальной защиты трансформатора преобразовательной установки также, как и в прототипе, содержит первый, второй и третий герконы с нормально-разомкнутыми контактами и управляющими обмотками, закрепленные в магнитном поле токопроводов фаз А, В и С, соответственно, со стороны низшего напряжения трансформатора, первый, второй и третий трансформаторы тока, 40 установленные в фазах А, В и С со стороны его высшего напряжения, первый, второй и третий блоки отстройки от влияния РПН, выходами подключенные к выводам обмоток первого, второго и третьего герконов, первый, второй и третий блоки контроля наличия аperiodической слагающей в броске тока намагничивания, выходами подключенные к инверсным входам первого, второго и третьего элементов И, выходы которых 45 подключены к входам первого элемента ИЛИ, первый, второй и третий элементы ПАМЯТЬ, входами записи подключенные к контактам первого, второго и третьего герконов, а выходами – к прямым входам первого, второго и третьего элементов И, исполнительный орган, входом подключенный к выходу первого элемента ИЛИ, а

выходом – в цепь отключения выключателя установки.

Согласно изобретению, введены первый, второй и третий трансреакторы, первый и второй нуль-индикаторы, первое, второе и третье реле тока, первый, второй и третий ограничители напряжения, первая, вторая и третья фазоповоротные схемы, первый, второй и третий элементы ВРЕМЯ, второй элемент ИЛИ. Первичные обмотки первого, второго и третьего трансреакторов подключены ко вторичным обмоткам первого, второго и третьего трансформаторов тока, а первые выводы первых вторичных обмоток – к первым выводам обмоток первого, второго и третьего реле тока, вторые выводы которых подключены к первым входам первого, второго и третьего блоков контроля наличия апериодической слагающей в броске тока намагничивания и к первым входам первого, второго и третьего ограничителей напряжения, выходами подключенных к входам первой, второй и третьей фазоповоротных схем. Выходы последних подключены к входам первого, второго и третьего блоков отстройки от влияния РПН. Вторые выводы первых вторичных обмоток первого, второго и третьего трансреакторов подключены ко вторым входам первого, второго и третьего блоков контроля наличия апериодической слагающей в броске тока намагничивания и ко вторым входам первого, второго и третьего ограничителей напряжения. Вторые вторичные обмотки первого и второго трансреакторов подключены к входам первого нуль-индикатора, выходом подключенного к первому входу второго элемента ИЛИ, выход которого подключен к цепи сигнализации. Третья вторичная обмотка второго трансреактора и вторая вторичная обмотка третьего трансреактора подключены к входам второго нуль-индикатора, выходом подключенного ко второму входу второго элемента ИЛИ, к третьему, четвертому и пятому входам которого подключены размыкающие контакты первого, второго и третьего реле тока, соответственно. Входы первого, второго и третьего элементов ВРЕМЯ подключены к выходам первого, второго и третьего элементов ПАМЯТЬ, а выходы – к их входам сброса.

Введение первого, второго и третьего трансреакторов, первого и второго нуль-индикаторов, первого, второго и третьего реле тока, первого, второго и третьего ограничителей напряжения, первой, второй и третьей фазоповоротных схем, первого, второго и третьего элементов ВРЕМЯ, второго элемента ИЛИ позволяет, по сравнению с прототипом, значительно сократить возможные отказы защиты в срабатывании за счет непрерывного контроля исправности её токовых цепей и своевременного оповещения обслуживающего персонала (путем сигнализации) о возникающих повреждениях в них.

На чертеже представлена функциональная схема устройства.

Устройство для дифференциальной защиты трансформатора преобразовательной установки содержит первый 1 (фиг. 1), второй 2 и третий 3 герконы с нормально-разомкнутыми контактами и управляющими обмотками, закрепленные в магнитном поле токопроводов фаз А, В и С, соответственно, со стороны низшего напряжения трансформатора 4 установки (состоящей также из выпрямителя 5 с подключенной нагрузкой 6), первый 7, второй 8 и третий 9 трансформаторы тока, установленные в фазах А, В и С со стороны его высшего напряжения, первый 10 (БО1), второй 11 (БО2) и третий 12 (БО3) блоки отстройки от влияния РПН, выходами подключенные к выводам обмоток первого 1, второго 2 и третьего 3 герконов, первый 13 (БК1), второй 14 (БК2) и третий 15 (БК3) блоки контроля наличия апериодической слагающей в броске тока намагничивания, выходами подключенные к инверсным входам первого 16 (И1), второго 17 (И2) и третьего 18 (И3) элементов И, выходы которых подключены к входам первого элемента ИЛИ 19 (ИЛИ1), первый 20 (П1), второй 21 (П2) и третий 22 (П3)

элементы ПАМЯТЬ, входами записи подключенные к контактам первого 1, второго 2 и третьего 3 герконов, а выходами – к прямым входам первого 16 (И1), второго 17 (И2) и третьего 18 (И3) элементов И, исполнительный орган 23 (ИО), входом подключенный к выходу первого элемента ИЛИ 19 (ИЛИ1), а выходом – в цепь отключения выключателя установки (на фиг. 1 не показано). Первичные обмотки первого 24, второго 25 и третьего 26 трансреакторов подключены ко вторичным обмоткам первого 7, второго 8 и третьего 9 трансформаторов тока, а первые выходы первых вторичных обмоток – к первым выводам обмоток первого 27, второго 28 и третьего 29 реле тока, вторые выходы которых подключены к первым входам первого 13 (БК1), второго 14 (БК2) и третьего 15 (БК3) блоков контроля наличия апериодической слагающей в броске тока намагничивания и к первым входам первого 30 (ОГР1), второго 31 (ОГР2) и третьего 32 (ОГР3) ограничителей напряжения, выходами подключенных к входам первой 33 (ФПС1), второй 34 (ФПС2) и третьей 35 (ФПС3) фазоповоротных схем. Выходы последних подключены к входам первого 10 (БО1), второго 11 (БО2) и третьего 12 (БО3) блоков отстройки от влияния РПН. Вторые выходы первых вторичных обмоток первого 24, второго 25 и третьего 26 трансреакторов подключены ко вторым входам первого 13 (БК1), второго 14 (БК2) и третьего 15 (БК3) блоков контроля наличия апериодической слагающей в броске тока намагничивания и ко вторым входам первого 30 (ОГР1), второго 31 (ОГР2) и третьего 32 (ОГР3) ограничителей напряжения. Вторые вторичные обмотки первого 24 и второго 25 трансреакторов подключены к входам первого нуль-индикатора 36 (НИ1), выходом подключенного к первому входу второго элемента ИЛИ 37 (ИЛИ2), выход которого подключен к цепи сигнализации (на фиг. 1 не показано). Третья вторичная обмотка второго трансреактора 25 и вторая вторичная обмотка третьего трансреактора 26 подключены к входам второго нуль-индикатора 38 (НИ2), выходом подключенного ко второму входу второго элемента ИЛИ 37 (ИЛИ2), к третьему, четвертому и пятому входам которого подключены размыкающие контакты первого 27, второго 28 и третьего 29 реле тока, соответственно. Входы первого 39 (ВР1), второго 40 (ВР2) и третьего 41 (ВР3) элементов ВРЕМЯ подключены к выходам первого 20 (П1), второго 21 (П2) и третьего 22 (П3) элементов ПАМЯТЬ, а выходы – к их входам сброса.

В качестве герконов 1-3 могут быть использованы герконы типа МКС-27103, управляющие обмотки могут быть выполнены с помощью обмотки промежуточного реле РП 16-1, а в качестве реле 27-29 тока могут быть использованы токовые реле РТ-40 (трансформаторы тока 7-9 и трансреакторы 24-26 – стандартные). Блоки 10 (БО1), 11 (БО2), 12 (БО3), 13 (БК1), 14 (БК2), 15 (БК3), элементы И 16 (И1), 17 (И2), 18 (И3), ИЛИ 19 (ИЛИ1), 37 (ИЛИ2), ПАМЯТЬ 20 (П1), 21 (П2), 22 (П3) могут быть выполнены с помощью микроконтроллеров серии 51 производителя Atmel AT89S53. В качестве ограничителей 30 (ОГР1), 31 (ОГР2), 32 (ОГР3) могут быть использованы ограничители Schneider Electric A9L15597. Фазоповоротные схемы 33 (ФПС1), 34 (ФПС2), 35 (ФПС3) могут быть выполнены, например, на конденсаторах типа К 50-12 и резисторах МОН-0,5. В качестве элементов ВРЕМЯ 39 (ВР1), 40 (ВР2), 41 (ВР3) могут быть использованы реле времени типа ТЕКОРВ1-220, в качестве нуль-индикаторов 36 (НИ1) и 38 (НИ2) – нуль-индикаторы типа Ф5046/1, а в качестве исполнительного органа 23 (ИО) – промежуточное реле РП 16-1.

Устройство работает следующим образом. Индукция B_T магнитного потока (МП), созданного током в токопроводе фазы А со стороны низшего напряжения трансформатора 4, действует непосредственно на контакты геркона 1. Его управляющая обмотка через блок 10 (БО1), фазоповоротную схему 33 (ФПС1) и ограничитель 30

(ОГР1) напряжения подключена к вторичной обмотке трансреактора 24, первичная обмотка которого подключена к вторичной обмотке трансформатора тока 7, установленного со стороны высшего напряжения трансформатора 4. Таким образом, ток I_y (пропорциональный току фазы со стороны высшего напряжения) проходит через блок 10 (БО1) в обмотку геркона 1, создавая МП, индукция B_y которого также действует на его контакты. Аналогичным образом индукции B_T и B_y действуют на контакты герконов 2 и 3.

Параметры обмоток герконов 1-3, их положение в пространстве, параметры блоков 10 (БО1), 11 (БО2), 12 (БО3) и трансреакторов 24-26, а также коэффициент трансформации трансформаторов тока 7-9 подобраны так, что в режиме нагрузки защищаемого трансформатора 4 и при внешних коротких замыканиях (КЗ) выполняются условия

$$B_{cp} \geq B_{нб.1} = k_{отс} (B_y^{нагр.} - B_T^{нагр.}) \text{ и } B_{cp} \geq B_{нб.2} = k_{отс} (B_y^{внеш.КЗ} - B_T^{внеш.КЗ}), \text{ где}$$

$k_{отс} = 1,5$ – коэффициент отстройки; B_{cp} – индукция МП, под действием которой срабатывает геркон. Следовательно, герконы 1-3 не срабатывают и защита не работает.

При включении трансформатора 4 под напряжение или при восстановлении напряжения после отключения внешнего КЗ происходит бросок тока намагничивания (БТН). Если это апериодический БТН, то герконы 1-3 срабатывают, так как в токопроводах фаз со стороны низшего напряжения трансформатора 4 нет тока ($B_y^{БТН} = 0$) и через обмотки на герконы действует только индукция $B_y^{БТН} > B_{cp}$. Сигналы с контактов герконов 1-3 через элементы ПАМЯТЬ 20 (П1), 21 (П2), 22 (П3) подаются на прямые входы элементов И 16 (И1), 17 (И2), 18 (И3) (также запускаются элементы ВРЕМЯ 39 (ВР1), 40 (ВР2), 41 (ВР3)). К инверсным входам элементов И 16 (И1), 17 (И2), 18 (И3) подключены блоки 13 (БК1), 14 (БК2), 15 (БК3) контроля наличия апериодической слагающей в броске тока намагничивания, на выходах которых присутствуют сигналы. Поэтому на выходах элементов И 16 (И1), 17 (И2), 18 (И3) сигналов нет, и защита не работает. Через время $t = 0,1$ с сигналы с выходов элементов ВРЕМЯ 39 (ВР1), 40 (ВР2), 41 (ВР3) поступают на входы сброса элементов ПАМЯТЬ 20 (П1), 21 (П2), 22 (П3). При периодическом БТН герконы 1-3 не срабатывают, так как помимо упомянутой выше отстройки от индукций $B_{нб.1}$ и $B_{нб.2}$, индукция их срабатывания B_{cp} по аналогии с традиционными защитами подобрана так, что выполняется условие $B_{cp} \geq 1,3 B_{y,ном}$, где $B_{y,ном}$ – индукция МП, созданного током $I_{y,ном}$ в обмотке геркона, пропорциональным номинальному току фазы со стороны высшего напряжения трансформатора 4. Следовательно, на прямые входы элементов И 16 (И1), 17 (И2), 18 (И3) сигналы не поступают и защита не работает.

В режиме внутреннего КЗ в трансформаторе 4 герконы 1-3 под действием индукций $B_y^{внутр.КЗ}$ МП, созданных токами $I_y^{внутр.КЗ}$ в их обмотке, срабатывают и через элементы ПАМЯТЬ 20 (П1), 21 (П2), 22 (П3) подают сигналы на прямые входы элементов И 16 (И1), 17 (И2), 18 (И3) (также запускаются элементы ВРЕМЯ 39 (ВР1), 40 (ВР2), 41 (ВР3)). Блоки 13 (БК1), 14 (БК2), 15 (БК3) распознают ток КЗ и на их выходах сигналы отсутствуют. Таким образом, на выходах элементов И 16 (И1), 17 (И2), 18 (И3)

появляются сигналы, который через элемент ИЛИ 19 (ИЛИ1) запускают исполнительный орган 23 (ИО). Защита срабатывает, и выключатель отключает трансформатор 4. Через время $t = 0,1$ с сигналы с выходов элементов ВРЕМЯ 39 (ВР1), 40 (ВР2), 41 (ВР3) поступают на входы сброса элементов ПАМЯТЬ 20 (П1), 21 (П2), 22 (П3).

При регулировании напряжения под нагрузкой в блоке 10 (БО1) отстройки от РПН от контактов реле устройства РПН шунтируется (при уменьшении) или вводится (при увеличении напряжения) дополнительное сопротивление (на фиг. 1 не показано). Его номинал должен быть таким, чтобы соблюдалось равенство $B_T = B_Y$. В этом случае защита не реагирует на изменение положения ответвления устройства РПН.

В случае исправности всех токовых цепей в схеме нуль-индикаторы 36 (НИ1) и 38 (НИ2) не срабатывают, так как для каждого из них выполняется условие

$|U_1| - |U_2| < U_{\text{ср.ни}}$, где $|U_1|$ и $|U_2|$ – абсолютные значения напряжений, подаваемых

на входы нуль-индикатора с выводов вторичных обмоток трансреакторов; $U_{\text{ср.ни}}$ – напряжение срабатывания нуль-индикатора. При этом ток, протекающий через обмотки реле 27-29, достаточен для их срабатывания, в результате чего с размыкающих контактов этих реле на входы элемента ИЛИ 37 (ИЛИ2) сигналы не поступают. При возникновении какой-либо неисправности в цепи, соединяющей вторичную обмотку трансформатора тока 7 с первичной обмоткой трансреактора 24, например, при КЗ, нарушится равенство напряжений U_1 и U_2 , подаваемых на входы нуль-индикатора 36 (НИ1) со вторичных

обмоток трансреакторов 24 и 25. При этом выполняется условие $|U_1| - |U_2| \geq U_{\text{ср.ни}}$,

нуль-индикатор 36 (НИ1) срабатывает и подает сигнал на первый вход элемента ИЛИ 37 (ИЛИ2), с выхода которого сигнал поступает в цепь сигнализации. При

неисправностях в цепях, соединяющих вторичные обмотки трансформаторов тока 8 и 9 с первичными обмотками трансреакторов 25 и 26, устройство работает аналогично.

При возникновении неисправности в цепи, соединяющей первую вторичную обмотку трансреактора 24 с обмоткой геркона 1, например, при обрыве, обмотка реле 27

перестает обтекаться током, его размыкающий контакт возвращается в исходное

положение и подает сигнал на третий вход элемента ИЛИ 37 (ИЛИ2), с выхода которого

сигнал поступает в цепь сигнализации. При неисправностях в цепях, соединяющих

первые вторичные обмотки трансреакторов 25 и 26 с обмотками герконов 2 и 3,

устройство работает аналогично.

(57) Формула изобретения

Устройство для дифференциальной защиты трансформатора преобразовательной

установки, содержащее первый, второй и третий герконы с нормально-разомкнутыми

контактами и управляющими обмотками, закрепленные в магнитном поле токопроводов

фаз А, В и С, соответственно, со стороны низшего напряжения трансформатора, первый,

второй и третий трансформаторы тока, установленные в фазах А, В и С со стороны

его высшего напряжения, первый, второй и третий блоки отстройки от влияния

регулирования напряжения под нагрузкой (РПН), выходами подключенные к выводам

обмоток первого, второго и третьего герконов, первый, второй и третий блоки контроля

наличия апериодической слагающей в броске тока намагничивания, выходами

подключенные к инверсным входам первого, второго и третьего элементов И, выходы

которых подключены к входам первого элемента ИЛИ, первый, второй и третий

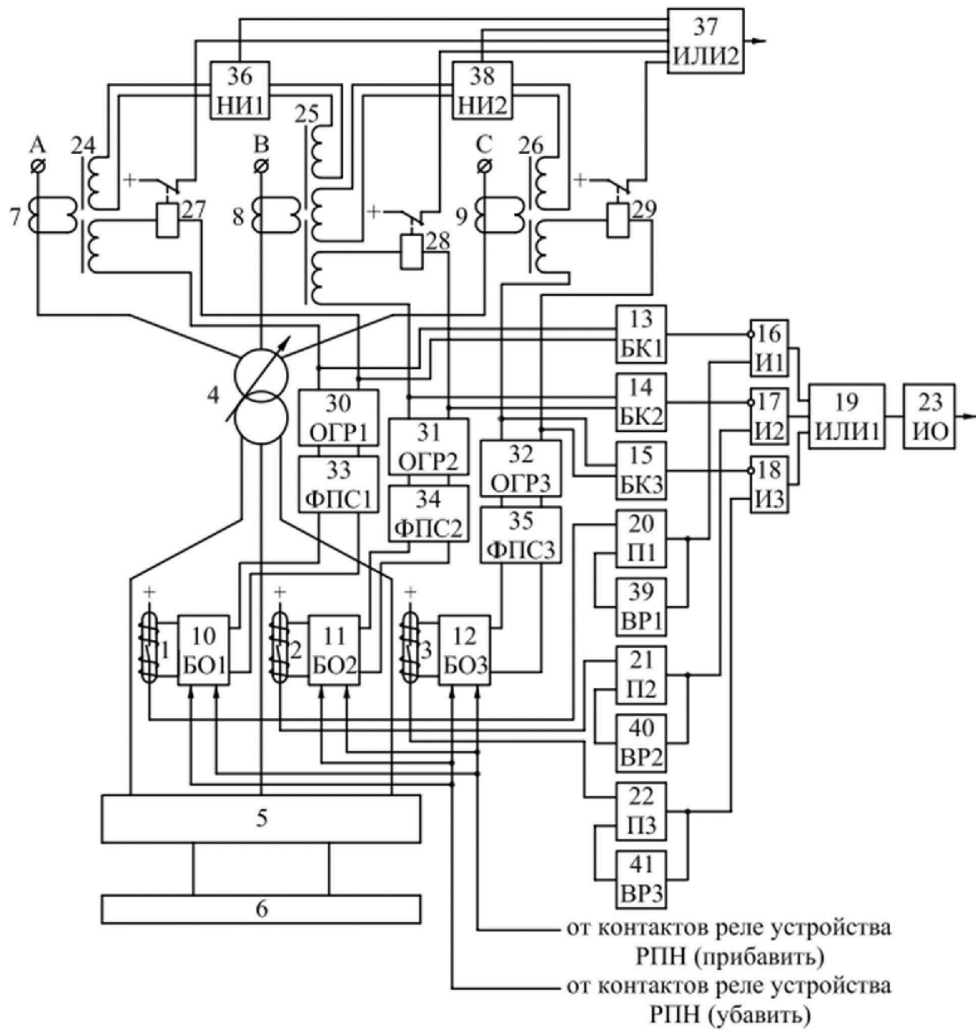
элементы ПАМЯТЬ, входами записи подключенные к контактам первого, второго и третьего герконов, а выходами – к прямым входам первого, второго и третьего элементов И, исполнительный орган, входом подключенный к выходу первого элемента ИЛИ, а выходом – в цепь отключения выключателя установки, отличающееся тем, что
5 введены первый, второй и третий трансреакторы, первый и второй нуль-индикаторы, первое, второе и третье реле тока, первый, второй и третий ограничители напряжения, первая, вторая и третья фазоповоротные схемы, первый, второй и третий элементы ВРЕМЯ, второй элемент ИЛИ, причем первичные обмотки первого, второго и третьего трансреакторов подключены ко вторичным обмоткам первого, второго и третьего
10 трансформаторов тока, а первые выводы первых вторичных обмоток – к первым выводам обмоток первого, второго и третьего реле тока, вторые выводы которых подключены к первым входам первого, второго и третьего блоков контроля наличия апериодической слагающей в броске тока намагничивания и к первым входам первого, второго и третьего ограничителей напряжения, выходами подключенных к входам
15 первой, второй и третьей фазоповоротных схем; выходы последних подключены к входам первого, второго и третьего блоков отстройки от влияния РПН; вторые выводы первых вторичных обмоток первого, второго и третьего трансреакторов подключены ко вторым входам первого, второго и третьего блоков контроля наличия апериодической слагающей в броске тока намагничивания и ко вторым входам первого,
20 второго и третьего ограничителей напряжения; вторые вторичные обмотки первого и второго трансреакторов подключены к входам первого нуль-индикатора, выходом подключенного к первому входу второго элемента ИЛИ, выход которого подключен к цепи сигнализации; третья вторичная обмотка второго трансреактора и вторая вторичная обмотка третьего трансреактора подключены к входам второго нуль-
25 индикатора, выходом подключенного ко второму входу второго элемента ИЛИ, к третьему, четвертому и пятому входам которого подключены размыкающие контакты первого, второго и третьего реле тока, соответственно; входы первого, второго и третьего элементов ВРЕМЯ подключены к выходам первого, второго и третьего элементов ПАМЯТЬ, а выходы – к их входам сброса.

30

35

40

45



Фиг. 1