



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
H02H 7/22 (2022.02)

(21)(22) Заявка: 2021119317, 30.06.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
30.06.2021

Дата регистрации:  
30.03.2022

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 30.06.2021

(45) Опубликовано: 30.03.2022 Бюл. № 10

Адрес для переписки:

350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13,  
Кубанский ГАУ, отдел организации и  
сопровождения научной деятельности

(72) Автор(ы):

Барукин Александр Сергеевич (KZ),  
Богдан Александр Владимирович (RU),  
Клецель Марк Яковлевич (KZ),  
Амирбек Динара Амирбеккызы (KZ)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Кубанский государственный  
аграрный университет имени И.Т.  
Трубилина" (RU),  
Некоммерческое акционерное общество  
"Торайгыров университет" Министерства  
образования и науки Республики Казахстан  
(KZ)

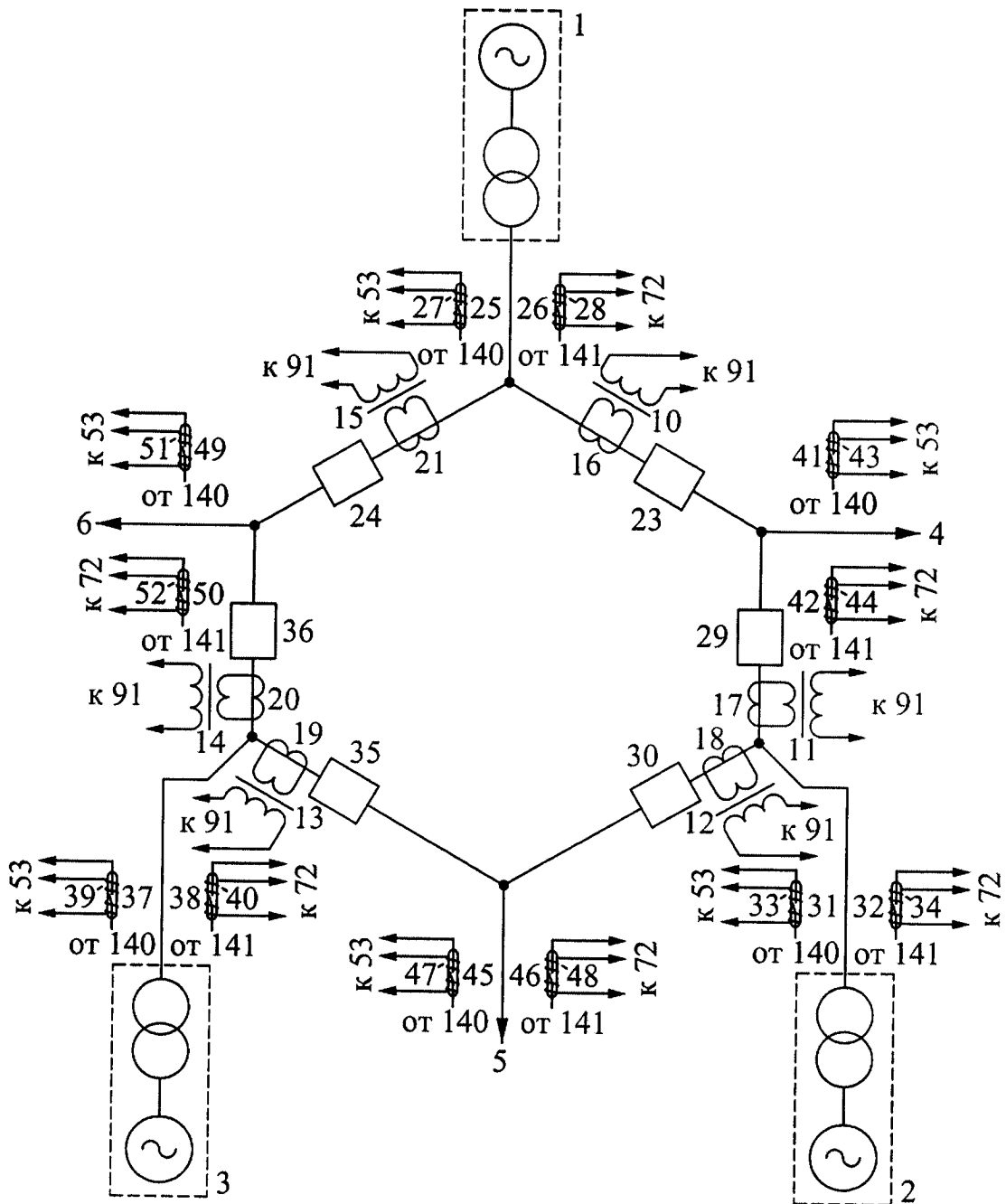
(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2363084C1, 27.07.2009. RU  
2183041C2, 27.05.2002. SU 661672A1, 05.05.1979.  
SU 1791891A1, 30.01.1993. US 5243489A1,  
07.09.1993.

(54) Устройство централизованной резервной защиты присоединений схемы шестиугольника

(57) Реферат:

Изобретение относится к технике релейной защиты. Технический результат - повышение надежности срабатывания и несрабатывания устройства, аппаратной надежности и в возможности доплановой проверки определить неисправности в устройстве и неисправности в цепях оперативного тока. Это достигается тем, что введены первый и второй микропроцессоры с восемью выходами, первый и второй блоки сигнализации, шесть мажоритарных элементов, второй и третий источники постоянного оперативного тока, и для каждой фазы каждого присоединения по первому и второму герконам с обмоткой, расположенным вблизи токопровода, соединяющего присоединение с общей точкой подключения его выключателей. Контакты и обмотки всех первых герконов через первые

усилители, ограничители, двухполупериодные выпрямители и вторые соединительные провода подключены к первому микропроцессору, контакты и обмотки всех вторых герконов через вторые усилители, ограничители, двухполупериодные выпрямители и соединительные провода подключены ко второму микропроцессору, все блоки измерения и логики выполнены в виде третьего микропроцессора с шестью выходами, первые контакты реле положения «Отключено» и «Включено» всех выключателей схемы подключены к третьему микропроцессору, а вторые и третьи контакты - к первому и второму микропроцессорам, второй и третий источники постоянного оперативного тока подключены к контактам первого и второго герконов и к первому и второму



Фиг. 1

RU 2769277 C1

RU 2769277 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*H02H 7/22 (2022.02)*

(21)(22) Application: **2021119317, 30.06.2021**

(24) Effective date for property rights:  
**30.06.2021**

Registration date:  
**30.03.2022**

Priority:

(22) Date of filing: **30.06.2021**

(45) Date of publication: **30.03.2022** Bull. № 10

Mail address:

**350044, g. Krasnodar, ul. Kalinina, 13, Kubanskiy  
GAU, otdel organizatsii i soprovozhdeniya  
nauchnoj deyatel'nosti**

(72) Inventor(s):

**Barukin Aleksandr Sergeevich (KZ),  
Bogdan Aleksandr Vladimirovich (RU),  
Kletsel Mark Yakovlevich (KZ),  
Amirbek Dinara Amirbekkyzy (KZ)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Kubanskiy gosudarstvennyy  
agrarnyy universitet imeni I.T. Trubilina" (RU),  
Nekommercheskoe aktsionernoe obshchestvo  
"Torajgyrov universitet" Ministerstva  
obrazovaniya i nauki Respubliki Kazakhstan  
(KZ)**

(54) **DEVICE FOR CENTRALIZED BACK-UP PROTECTION OF HEXAGON CONNECTIONS**

(57) Abstract:

FIELD: relay protection technology.

SUBSTANCE: invention relates to relay protection technology. The effect is achieved by introducing the first and second microprocessors with eight outputs, the first and second signaling units, six majority elements, the second and third sources of direct operating current, and for each phase of each connection, the first and second reed switches with a winding located near the current conductor, connecting the connection with a common connection point of its switches. The contacts and windings of all the first reed switches are connected to the first microprocessor through the first amplifiers, limiters, full-wave rectifiers and the second connecting wires, contacts and windings of all second reed switches through the second amplifiers, limiters, full-wave rectifiers and connecting wires are connected to the second microprocessor, all

measurement and logic blocks are made in the form of a third microprocessor with six outputs, the first contacts of the "Off" and "On" position relays of all switches of the circuit connected to a third microprocessor, and the second and third contacts - to the first and second microprocessors, the second and third sources of constant operating current are connected to the contacts of the first and second reed switches and to the first and second

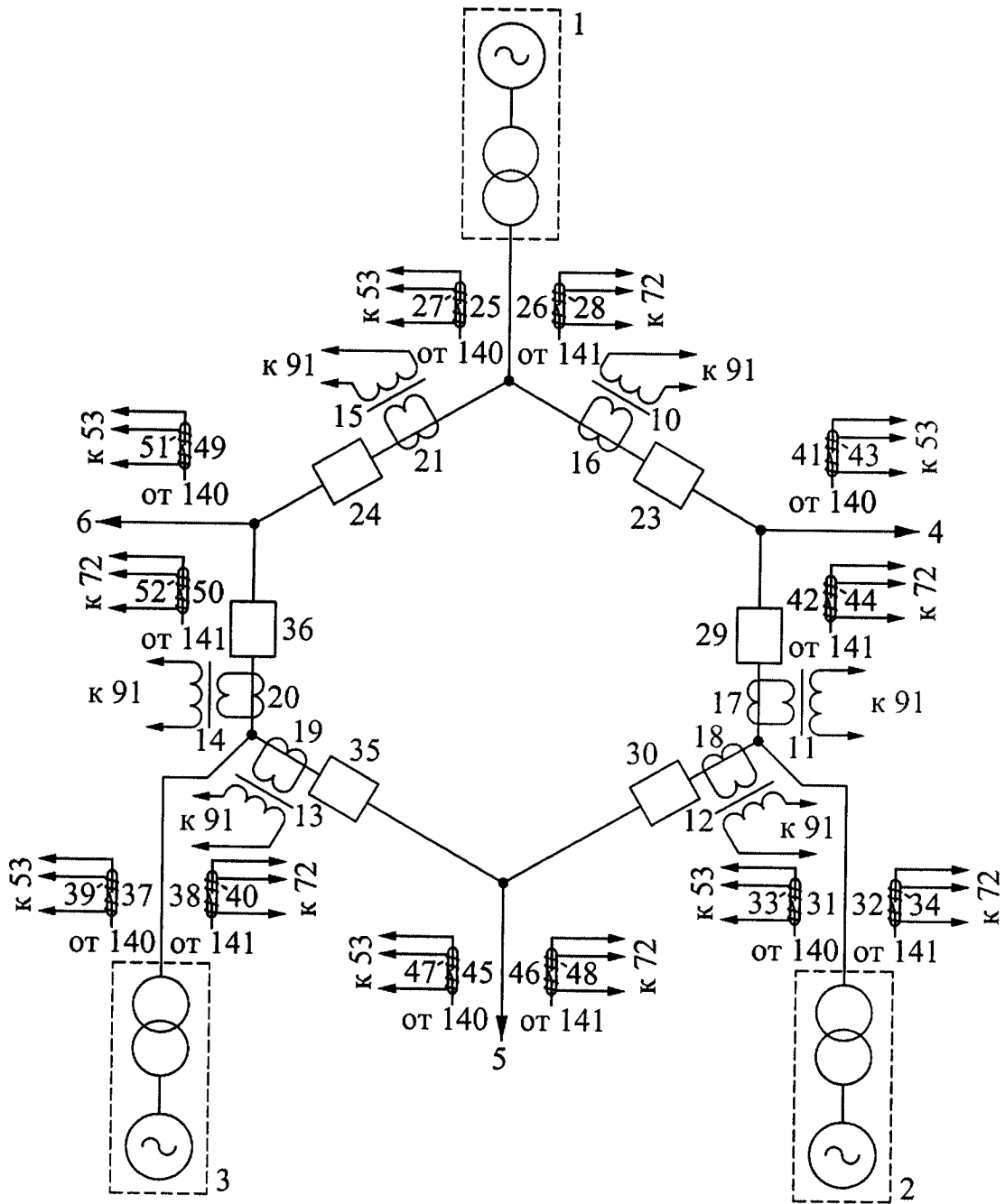
microprocessors, respectively.

EFFECT: increasing the reliability of operation and non-operation of the device, hardware reliability and the possibility of pre-scheduled checks to determine malfunctions in the device and malfunctions in the operating current circuits.

1 cl, 3 dwg

**RU 2 769 277 C1**

**RU 2 769 277 C1**



Фиг. 1

Изобретение относится к электротехнике, а именно к технике релейной защиты, и может быть использовано для резервной защиты присоединений открытых распределительных устройств, выполненных по схеме шестиугольника.

5 Известно устройство для централизованной защиты присоединений подстанции [Фигурнов Е.П. Релейная защита. - М.: Желдориздат, 2002. - 720 с.], содержащее для каждого присоединения измерительный орган, элемент И и исполнительный орган, подключенный к выходу элемента И, а также общую логическую часть, входами подключенную ко всем измерительным органам, а выходами к инверсным входам элементов И.

10 Это устройство обладает высокой чувствительностью, но может быть применено только для защиты параллельно работающих линий и поэтому имеет ограниченную область применения.

15 Известно устройство централизованной резервной защиты присоединений схемы шестиугольника [RU 2363084, Н02Н 7/22, Н02Н 3/08, опубл. 27.07.2009], выбранное в качестве прототипа, содержащее шесть преобразователей тока в напряжение, выполненных в виде трансреакторов, по шесть блоков контроля величины тока, сумматоров, выпрямителей и блоков сравнения, первое, второе, третье, четвертое, пятое, шестое реле фиксации положения «Включено» и первое, второе, третье, четвертое, пятое, шестое реле фиксации положения «Отключено» первого, второго, третьего, 20 четвертого, пятого, шестого выключателей, соответственно, три реле-повторителя устройств блокировки при качаниях дистанционных защит первой, второй и третьей линий, общий для трех фаз блок предотвращения ложных отключений.

Недостатком этого устройства является малая надежность срабатывания и несрабатывания, так как при неисправности одного из его элементов (например, блока 25 контроля величины тока, или преобразователя тока в напряжение, или блока предотвращения ложных отключений) защита не срабатывает или срабатывает ложно. Кроме того, до проведения плановой проверки невозможно определить возникающие неисправности в устройстве и в цепях оперативного тока.

30 Техническим результатом изобретения является повышение надежности срабатывания и несрабатывания устройства, аппаратной надежности и возможность до плановой проверки определить неисправности в устройстве и неисправности в цепях оперативного тока.

35 Технический результата достигается тем, что в устройство централизованной резервной защиты присоединений схемы шестиугольника содержащем для каждой из одноименных фаз А, В, С всех присоединений блок измерения токов, входами подключенный к контактам реле-повторителей блокировки от качаний дистанционных защит всех линий и к вторичным обмоткам трансреакторов, первичные обмотки которых через первые соединительные провода подключены к трансформаторам тока соответствующих присоединений, блок логики, подключенный к блоку измерения, и 40 первый источник постоянного оперативного тока, подключенный к блокам измерения и логики всех фаз, согласно изобретению, введены первый и второй микропроцессоры с восемью выходами, первый и второй блоки сигнализации, шесть мажоритарных элементов, второй и третий источники постоянного оперативного тока, и для каждой фазы каждого присоединения по первому и второму герконам с обмоткой, 45 расположенным вблизи токопровода, соединяющего присоединение с общей точкой подключения его выключателей, а контакты и обмотки всех первых герконов через первые усилители, ограничители, двухполупериодные выпрямители и вторые соединительные провода подключены к первому микропроцессору, контакты и обмотки

всех вторых герконов через вторые усилители, ограничители, двухполупериодные выпрямители и соединительные провода подключены ко второму микропроцессору, при этом все блоки измерения и логики выполнены в виде третьего микропроцессора с шестью выходами; первые контакты реле положения «Отключено» и «Включено»  
 5 всех выключателей схемы подключены к третьему микропроцессору, а вторые и третьи контакты - к первому и второму микропроцессорам, второй и третий источники постоянного оперативного тока подключены к контактам первого и второго герконов и к первому и второму микропроцессорам, соответственно, первые выходы первого, второго и третьего микропроцессоров подключены соответственно к первому, второму  
 10 и третьему входам первого мажоритарного элемента, выход которого подключен в цепи отключения выключателей первого присоединения, вторые выходы первого, второго и третьего микропроцессоров подключены соответственно к первому, второму и третьему входам второго мажоритарного элемента, выход которого подключен в цепи отключения выключателей второго присоединения, третьи выходы первого,  
 15 второго и третьего микропроцессоров подключены соответственно к первому, второму и третьему входам третьего мажоритарного элемента, выход которого подключен в цепи отключения выключателей третьего присоединения, четвертые выходы первого, второго и третьего микропроцессоров подключены соответственно к первому, второму и третьему входам четвертого мажоритарного элемента, выход которого подключен  
 20 в цепи отключения выключателей четвертого присоединения, пятые выходы первого, второго и третьего микропроцессоров подключены соответственно к первому, второму и третьему входам пятого мажоритарного элемента, выход которого подключен в цепи отключения выключателей пятого присоединения, шестые выходы первого, второго и третьего микропроцессоров подключены соответственно к первому, второму и  
 25 третьему входам шестого мажоритарного элемента, выход которого подключен в цепи отключения выключателей шестого присоединения, седьмые и восьмые выходы первого и второго микропроцессоров подключены к первому блоку сигнализации о неисправности герконов и соединительных проводов, а восьмые - ко второму блоку сигнализации о неисправности в микропроцессорах и источниках постоянного  
 30 оперативного тока.

Новизна заявляемого технического решения заключается в следующем:

- введение первого и второго микропроцессоров, для каждой фазы каждого присоединения первого и второго герконов с обмоткой, расположенных вблизи токопровода, соединяющего присоединение с общей точкой подключения его  
 35 выключателей, выполнение всех блоков измерения и логики в виде третьего микропроцессора, а также введение шести мажоритарных элементов и двух дополнительных источников постоянного оперативного тока позволяет, по сравнению с прототипом, повысить надежность срабатывания устройства за счет того, что при любой неисправности (например, в одном из блоков измерения токов) оно остается  
 40 работоспособным, выполняя свои функции;
- повышение надежности несрабатывания достигается благодаря соответствующему подключению выходов трех микропроцессоров к шести мажоритарным элементам, работающим по принципу «2 из 3»;
- введение первого и второго блоков сигнализации позволяет своевременно оповещать  
 45 обслуживающий персонал о возникающих неисправностях в микропроцессорах и в цепях постоянного оперативного тока, а также о повреждении герконов и соединительных проводов.

Сущность изобретения поясняется чертежом, где на фиг. 1 представлена первая часть

функциональной схемы устройства; на фиг. 2 представлена вторая часть функциональной схемы устройства; на фиг. 3 представлена третья часть функциональной схемы устройства.

Устройство централизованной резервной защиты присоединений схемы шестиугольника (фиг. 1), в которой 1, 2 и 3 - первый, второй и третий блоки генератор-трансформатор, 4, 5 и 6 - первая, вторая и третья линии электропередачи, содержит для каждой из одноименных фаз А, В, С всех присоединений блок измерения токов (на фиг. 1-3 не показано, входит в микропроцессор), входами подключенный к контактам реле-повторителей 7 (РПБК1), 8 (РПБК2) и 9 (РПБК3) (фиг. 3) блокировки от качаний дистанционных защит линий 4, 5 и 6, и к вторичным обмоткам трансреакторов 10-15, первичные обмотки которых через первые соединительные провода подключены к трансформаторам тока 16-21 соответствующих присоединений, блок логики (на фиг. 1-3 не показано, входит в микропроцессор), подключенный к блоку измерения, и первый источник 22 (ИПОТ1) постоянного оперативного тока, подключенный к блокам измерения и логики всех фаз. Для каждой фазы присоединения 1 вблизи токопровода, соединяющего его с общей точкой подключения выключателей 23 и 24, на безопасном от него расстоянии установлены герконы 25 и 26 с обмотками 27 и 28. Для каждой фазы присоединения 2 вблизи токопровода, соединяющего его с общей точкой подключения выключателей 29 и 30, на безопасном от него расстоянии установлены герконы 31 и 32 с обмотками 33 и 34. Для каждой фазы присоединения 3 вблизи токопровода, соединяющего его с общей точкой подключения выключателей 35 и 36, на безопасном от него расстоянии установлены герконы 37 и 38 с обмотками 39 и 40. Для каждой фазы присоединения 4 вблизи токопровода, соединяющего его с общей точкой подключения выключателей 23 и 29, на безопасном от него расстоянии установлены герконы 41 и 42 с обмотками 43 и 44. Для каждой фазы присоединения 5 вблизи токопровода, соединяющего его с общей точкой подключения выключателей 30 и 35, на безопасном от него расстоянии установлены герконы 45 и 46 с обмотками 47 и 48. Для каждой фазы присоединения 6 вблизи токопровода, соединяющего его с общей точкой подключения выключателей 24 и 36, на безопасном от него расстоянии установлены герконы 49 и 50 с обмотками 51 и 52.

Контакты герконов 25, 31, 37, 41, 45 и 49 подключены к первому микропроцессору 53 (МП1) (фиг. 2). Также к нему подключены: обмотка 27 геркона 25 - через усилитель 54 (У1), ограничитель 55 (ОГР1) и двухполупериодный выпрямитель 56 (ВПП1); обмотка 33 геркона 31 - через усилитель 57 (У2), ограничитель 58 (ОГР2) и двухполупериодный выпрямитель 59 (ВПП2); обмотка 39 геркона 37 - через усилитель 60 (У3), ограничитель 61 (ОГР2) и двухполупериодный выпрямитель 62 (ВПП3); обмотка 43 геркона 41 - через усилитель 63 (У4), ограничитель 64 (ОГР4) и двухполупериодный выпрямитель 65 (ВПП4); обмотка 47 геркона 45 - через усилитель 66 (У5), ограничитель 67 (ОГР5) и двухполупериодный выпрямитель 68 (ВПП5); обмотка 51 геркона 49 - через усилитель 69 (У6), ограничитель 70 (ОГР6) и двухполупериодный выпрямитель 71 (ВПП6). Контакты герконов 26, 32, 38, 42, 46 и 50 подключены ко второму микропроцессору 72 (МП2). Также к нему подключены: обмотка 28 геркона 26 - через усилитель 73 (У7), ограничитель 74 (ОГР7) и двухполупериодный выпрямитель 75 (ВПП7); обмотка 34 геркона 32 - через усилитель 76 (У8), ограничитель 77 (ОГР8) и двухполупериодный выпрямитель 78 (ВПП8); обмотка 40 геркона 38 - через усилитель 79 (У9), ограничитель 80 (ОГР9) и двухполупериодный выпрямитель 81 (ВПП9); обмотка 44 геркона 42 - через усилитель 82 (У10), ограничитель 83 (ОГР10) и двухполупериодный выпрямитель 84 (ВПП10); обмотка 48 геркона 46 - через усилитель 85 (У11), ограничитель 86 (ОГР11)

и двухполупериодный выпрямитель 87 (ВПП11); обмотка 52 геркона 50 - через усилитель 88 (У12), ограничитель 89 (ОГР12) и двухполупериодный выпрямитель 90 (ВПП12).

Все блоки измерения и логики выполнены в виде третьего микропроцессора 91 (МП3) с шестью выходами. Первые контакты реле положения «Отключено» 92 (РПО1), 93 (РПО2), 94 (РПО3), 95 (РПО4), 96 (РПО5), 97 (РПО6) и реле положения «Включено» 98 (РПВ1), 99 (РП2), 100 (РП3), 101 (РПВ4), 102 (РПВ5), 103 (РПВ6) выключателей 23, 24, 29, 30, 35 и 36, соответственно, подключены к входам 104-115 третьего микропроцессора 91 (МП3), вторые контакты - к входам 116-127 первого 53 (МП1) микропроцессора, а третьи контакты - к входам 128-139 второго 72 (МП2) микропроцессора. Второй 140 (ИПОТ2) и третий 141 (ИПОТ3) источники постоянного оперативного тока подключены к контактам герконов 25, 31, 37, 41, 45, 49 и 26, 32, 38, 42, 46, 50, и к первому 53 (МП1) и второму 72 (МП2) микропроцессорам, соответственно.

Первые выходы 142, 143 и 144 первого 53 (МП1), второго 72 (МП2) и третьего 91 (МП3) микропроцессоров подключены соответственно к первому 145, второму 146 и третьему 147 входам первого мажоритарного элемента 148 (МЭ1), выход которого подключен в цепи отключения выключателей 23 и 24 присоединения 1. Вторые выходы 149, 150 и 151 первого 53 (МП1), второго 72 (МП2) и третьего 91 (МП3) микропроцессоров подключены соответственно к первому 152, второму 153 и третьему 154 входам второго мажоритарного элемента 155 (МЭ2), выход которого подключен в цепи отключения выключателей 29 и 30 присоединения 2. Третьи выходы 156, 157 и 158 первого 53 (МП1), второго 72 (МП2) и третьего 91 (МП3) микропроцессоров подключены соответственно к первому 159, второму 160 и третьему 161 входам третьего мажоритарного элемента 162 (МЭ3), выход которого подключен в цепи отключения выключателей 35 и 36 присоединения 3. Четвертые выходы 163, 164 и 165 первого 53 (МП1), второго 72 (МП2) и третьего 91 (МП3) микропроцессоров подключены соответственно к первому 166, второму 167 и третьему 168 входам четвертого мажоритарного элемента 169 (МЭ4), выход которого подключен в цепи отключения выключателей 23 и 29 присоединения 4. Пятые выходы 170, 171 и 172 первого 53 (МП1), второго 72 (МП2) и третьего 91 (МП3) микропроцессоров подключены соответственно к первому 173, второму 174 и третьему 175 входам пятого мажоритарного элемента 176 (МЭ5), выход которого подключен в цепи отключения выключателей 30 и 35 присоединения 5. Шестые выходы 177, 178 и 179 первого 53 (МП1), второго 72 (МП2) и третьего 91 (МП3) микропроцессоров подключены соответственно к первому 180, второму 181 и третьему 182 входам шестого мажоритарного элемента 183 (МЭ6), выход которого подключен в цепи отключения выключателей 24 и 36 присоединения 6. Седьмые 184, 185 и восьмые 186, 187 выходы первого 53 (МП1) и второго 72 (МП2) микропроцессоров подключены к первому блоку 188 (БС1) сигнализации о неисправности герконов и соединительных проводов, а восьмые 186 и 187 - ко второму блоку 189 (БС2) сигнализации о неисправности в микропроцессорах и источниках постоянного оперативного тока.

В качестве герконов 25, 26, 31, 32, 37, 38, 41, 42, 45, 46, 49 и 50 могут быть использованы герконы типа МКС-27103. Микропроцессоры 53 (МП1), 72 (МП2) и 91 (МП3), а также мажоритарные элементы 148 (МЭ1), 155 (МЭ2), 162 (МЭ3), 169 (МЭ4), 176 (МЭ5) и 183 (МЭ6) могут быть выполнены с помощью микроконтроллеров серии 51 производителя Atmel AT89S53. В качестве усилителей 54 (У1), 57 (У2), 60 (У3), 63 (У4), 66 (У5), 69 (У6), 73 (У7), 76 (У8), 79 (У9), 82 (У10), 85 (У11), 88 (У12) могут быть использованы усилители типа К14УД6; в качестве ограничителей 55 (ОГР1), 58 (ОГР2), 61 (ОГР3), 64 (ОГР4), 67 (ОГР5), 70 (ОГР6), 74 (ОГР7), 77 (ОГР8), 80 (ОГР9), 83 (ОГР10),



86 (ОГР11), 89 (ОГР12) - ограничители Schneider Electric A9L15597. В качестве выпрямителей 56 (ВПР1), 59 (ВПР2), 62 (ВПР3), 65 (ВПР4), 68 (ВПР5), 71 (ВПР6), 75 (ВПР7), 78 (ВПР8), 81 (ВПР9), 84 (ВПР10), 87 (ВПР11), 90 (ВПР12) могут быть использованы выпрямители типа ВУК-170/13.

5 Устройство работает следующим образом. При нормальной работе электрической станции по всем присоединениям протекают токи, не превышающие  $I_{\text{раб,макс}}$  и герконы 25 и 26, 31 и 32, 37 и 38, 41 и 42, 45 и 46, 49 и 50, настроенные на уставки срабатывания  $1,4I_{\text{раб,макс}}$ , не срабатывают. Коэффициент 1,4 считается в релейной защите достаточным, чтобы устройство не срабатывало ложно при допустимых перегрузках. Не срабатывают и блокировки от качаний, блокирующие выходные цепи третьего микропроцессора 91 (МПЗ). На все микропроцессоры подается постоянный оперативный ток от первого источника 22 (ИПОТ1) на третий микропроцессор 91 (МПЗ), от второго 140 (ИПОТ2) и третьего 141 (ИПОТ3) - на первый 53 (МП1) и второй 72 (МП2) микропроцессоры, соответственно.

15 Если в этом режиме электрической станции произойдет, например, обрыв соединительных проводов от выпрямителя 81 (ВПР9) до второго микропроцессора 72 (МП2), то в результате напряжение, поступающее на него от этой обмотки, будет равно нулю, а от всех других оно будет больше (даже если линии 4-6 находятся на холостом ходу), и микропроцессор 72 (МП2) четко определит какие соединительные провода оборваны, подав при этом сигнал в первый блок 188 (БС1) сигнализации. Если присоединение отключено, то нуль не будет восприниматься микропроцессором как результат обрыва, так как во втором микропроцессоре 72 (МП2) фиксируется такое отключение по сигналу от соответствующих реле положения «Отключено» 95 (РПО4) и 96 (РПО5) выключателей 35 и 36. Точно также первый 53 (МП1) или третий 91 (МПЗ) микропроцессоры определяют подобное повреждение, если оно произошло в проводах, соединяющих первый геркон (или трансформатор тока) какой-то фазы любого присоединения с первым 53 (МП1) или третьим 91 (МПЗ) микропроцессором (сигнал поступит в первый блок 188 (БС1) сигнализации). При коротком замыкании (КЗ) этих проводов картина полностью аналогична. При сбое одного из микропроцессоров и выдаче им ложного сигнала на отключение какого-то присоединения, такого отключения не произойдет, так как этот сигнал попадает в соответствующий мажоритарный элемент, в который не поступают такие сигналы ни от одного из других микропроцессоров (мажоритарный элемент выдает сигнал только при поступлении сигналов на его три входа или на любые два). При этом появление сигнала на одном входе мажоритарного элемента при отсутствии их на двух других входах фиксируется и во втором блоке 189 (БС2) сигнализации.

35 Если произойдет КЗ на каком-то присоединении в то время, пока персонал заменяет повредившийся микропроцессор, защита сработает, так как два неповрежденных микропроцессора определяют поврежденное присоединение и выдадут сигналы через соответствующие выходы. Как это происходит. Пусть КЗ на присоединении 2 между фазами А и В. Тогда, в соответствии с законом Кирхгофа, по фазам А и В этого присоединения протекает ток КЗ:

$$I_2 = I_1 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6, \quad (1)$$

45 где  $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6$  - токи, протекающие при этом КЗ в токопроводах присоединений 1, 3, 4, 5 и 6.

При этом ток  $I_2 > I_{\text{раб,макс}}$  присоединения 2. Поэтому срабатывают герконы 31 и 32,

расположенные вблизи фаз А и В данного присоединения. Их контакты замыкаются, и «плюс» оперативного тока подается на клеммы первого 53 (МП1) и второго 72 (МП2) микропроцессоров, запуская простые расчеты. Для каждого присоединения находится

5 Но сравниваются напряжения, полученные от обмоток герконов и от трансформаторов тока. Эти напряжения, как известно, пропорциональны токам в фазах. Однако погрешности ТТ, установки герконов, усилителей и расчетов приводят к необходимости выполнения неравенств  $U'_2 \leq U'_1 + U'_3 + U'_4 + U'_5 + U'_6$  и

$$10 \quad U''_2 \geq U''_1 + U''_3 + U''_4 + U''_5 + U''_6, \text{ где}$$

15  $U'_2 (U''_2), U'_1 (U''_1), U'_3 (U''_3), U'_4 (U''_4), U'_5 (U''_5), U'_6 (U''_6)$  - максимальные

(минимальные) значения напряжений, соответствующих токам в присоединениях 2, 1, 3, 4, 5, 6 при отрицательных (положительных) погрешностях. Таким образом, суммарное напряжение  $\Sigma U$  всех неповрежденных присоединений должно оказаться между  $U'_2$  и

20  $U''_2$ , т.е.  $U'_2 \geq \Sigma U \geq U''_2$ .

Запуск первого 53 (МП1) (второго 72 (МП2)) микропроцессора осуществляется при срабатывании хотя бы одного первого (второго) геркона хотя бы одного присоединения. Запуск третьего микропроцессора 91 (МП3) осуществляется после сравнения напряжения  $U_{\text{п}}$ , равного сумме напряжений от трансреакторов, подключенных к трансформаторам

25 тока на двух выключателях присоединения поврежденной фазы, с эталонной величиной  $U_{\text{э}}$ , пропорциональной  $1,4I_{\text{раб, макс}}$  когда  $U_{\text{п}} \geq U_{\text{э}}$ . Далее расчет идет по тем же алгоритмам, что в первом 53 (МП1) и во втором 72 (МП2) микропроцессорах.

30 Если какие-то выключатели выведены в ремонт, то контролируются токи в оставшихся в работе присоединениях. Например, если отключены присоединения 2 и 3, то нужно проконтролировать равенства:

$$I_1 = I_4 + I_5 + I_6, \quad (2)$$

$$I_4 = I_1 + I_5 + I_6, \quad (3)$$

$$35 \quad I_5 = I_1 + I_4 + I_6, \quad (4)$$

$$I_6 = I_1 + I_4 + I_5, \quad (5)$$

40 При выполнении первого отключается присоединение 1, второго - 4, третьего - 5, четвертого - 6. Если при этом выключатели 29, 30 или 35, 36 присоединений 2 и 3 (или обоих) необходимо оставить в работе, то ложных отключений не произойдет, так как это не меняет формулы (2)-(5), а герконы 31, 32 и 37, 38 этих присоединений в действие не приходят. Если в работе остается один блок и одна линия, то несмотря на то, что токи в обоих присоединениях одинаковые, в режиме нагрузки отключения не произойдет,

45 так как все герконы не срабатывают. При КЗ на линии она отключается. Отключается и блок, хотя при КЗ на линии он не должен отключаться (его отключение происходит из-за того, что выполняется алгоритм действия на отключение). Однако в данном случае это даже полезно, так как блоку некуда выдавать энергию, и поэтому после

отключения линии он должен быть отключен.

Исследование финансируется Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (грант № АР 09058249).

(57) Формула изобретения

5 Устройство централизованной резервной защиты присоединений схемы  
шестиугольника, содержащее для каждой из одноименных фаз А, В, С всех  
присоединений блок измерения токов, входами подключенный к контактам реле-  
повторителей блокировки от качаний дистанционных защит всех линий и к вторичным  
10 обмоткам трансреакторов, первичные обмотки которых через первые соединительные  
провода подключены к трансформаторам тока соответствующих присоединений, блок  
логики, подключенный к блоку измерения, и первый источник постоянного оперативного  
тока, подключенный к блокам измерения и логики всех фаз, отличающееся тем, что  
15 введены первый и второй микропроцессоры с восемью выходами, первый и второй  
блоки сигнализации, шесть мажоритарных элементов, второй и третий источники  
постоянного оперативного тока, и для каждой фазы каждого присоединения по первому  
и второму герконам с обмоткой, расположенным вблизи токопровода, соединяющего  
присоединение с общей точкой подключения его выключателей, причем контакты и  
20 обмотки всех первых герконов через первые усилители, ограничители,  
двухполупериодные выпрямители и вторые соединительные провода подключены к  
первому микропроцессору, контакты и обмотки всех вторых герконов через вторые  
усилители, ограничители, двухполупериодные выпрямители и соединительные провода  
подключены ко второму микропроцессору, все блоки измерения и логики выполнены  
25 в виде третьего микропроцессора с шестью выходами, первые контакты реле положения  
«Отключено» и «Включено» всех выключателей схемы подключены к третьему  
микропроцессору, а вторые и третьи контакты - к первому и второму микропроцессорам,  
второй и третий источники постоянного оперативного тока подключены к контактам  
первого и второго герконов и к первому и второму микропроцессорам, соответственно,  
30 при этом первые выходы первого, второго и третьего микропроцессоров подключены  
соответственно к первому, второму и третьему входам первого мажоритарного  
элемента, выход которого подключен в цепи отключения выключателей первого  
присоединения, вторые выходы первого, второго и третьего микропроцессоров  
подключены соответственно к первому, второму и третьему входам второго  
35 мажоритарного элемента, выход которого подключен в цепи отключения выключателей  
второго присоединения, третьи выходы первого, второго и третьего микропроцессоров  
подключены соответственно к первому, второму и третьему входам третьего  
мажоритарного элемента, выход которого подключен в цепи отключения выключателей  
третьего присоединения, четвертые выходы первого, второго и третьего  
40 микропроцессоров подключены соответственно к первому, второму и третьему входам  
четвертого мажоритарного элемента, выход которого подключен в цепи отключения  
выключателей четвертого присоединения, пятые выходы первого, второго и третьего  
микропроцессоров подключены соответственно к первому, второму и третьему входам  
пятого мажоритарного элемента, выход которого подключен в цепи отключения  
45 выключателей пятого присоединения, шестые выходы первого, второго и третьего  
микропроцессоров подключены соответственно к первому, второму и третьему входам  
шестого мажоритарного элемента, выход которого подключен в цепи отключения  
выключателей шестого присоединения, седьмые и восьмые выходы первого и второго  
микропроцессоров подключены к первому блоку сигнализации о неисправности

герконов и соединительных проводов, а восьмые - ко второму блоку сигнализации о неисправности в микропроцессорах и источниках постоянного оперативного тока.

5

10

15

20

25

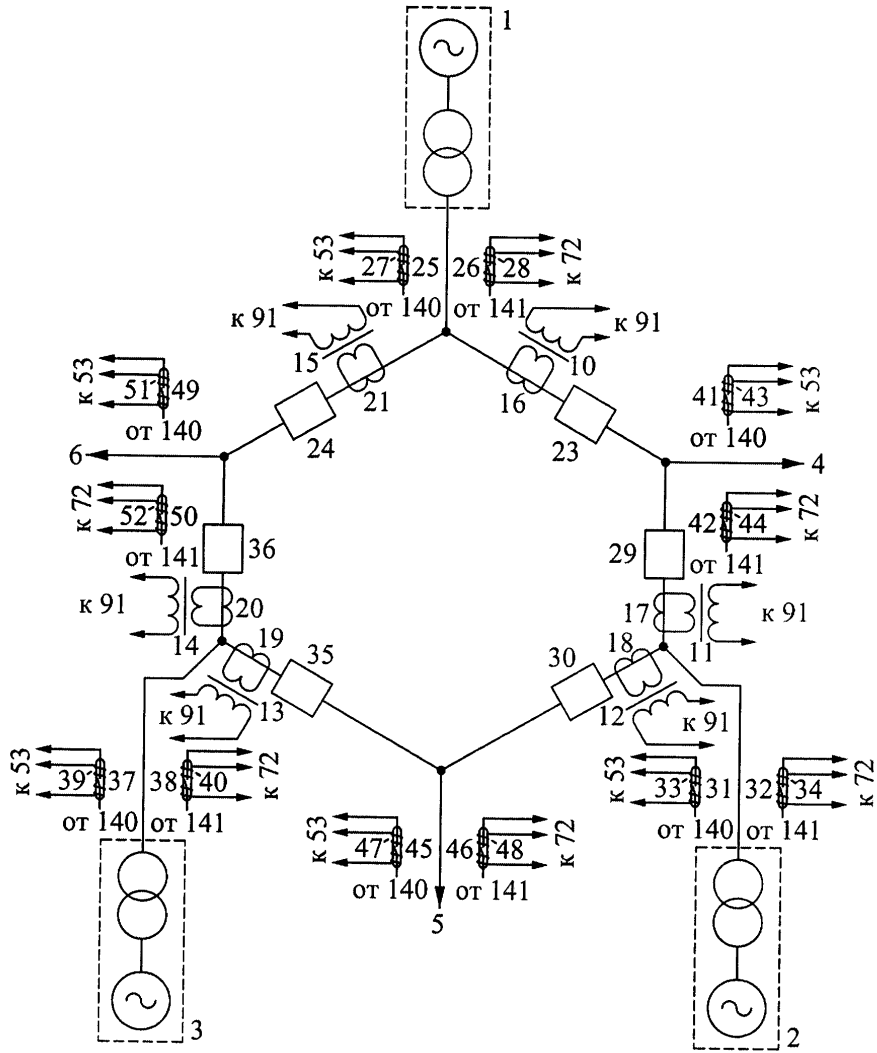
30

35

40

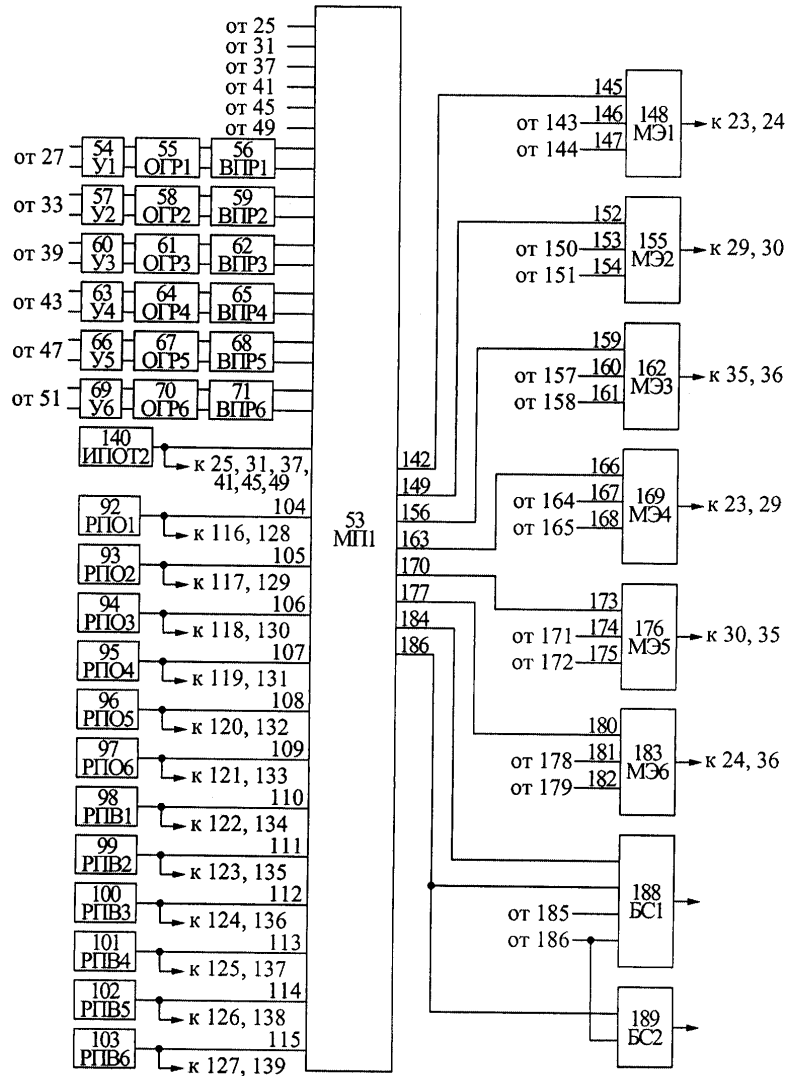
45

1

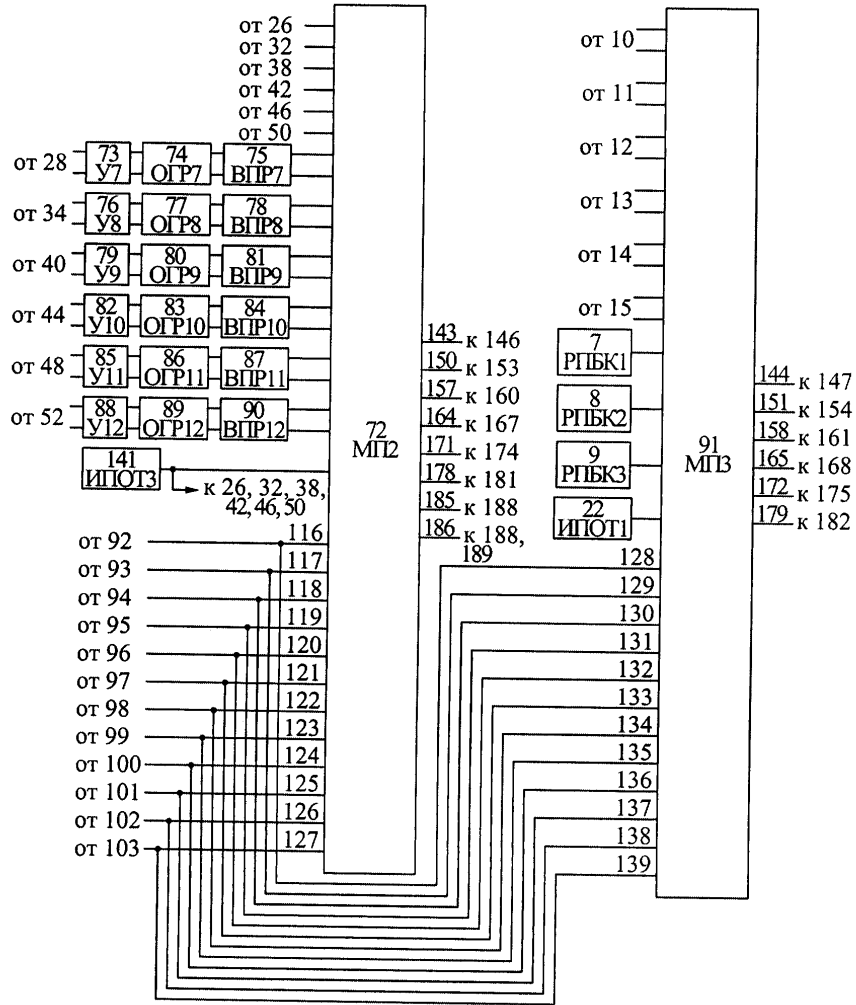


Фиг. 1

2



Фиг. 2



Фиг. 3