



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
H02H 3/05 (2020.05)

(21)(22) Заявка: 2020111165, 17.03.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
17.03.2020

Дата регистрации:  
07.10.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 17.03.2020

(45) Опубликовано: 07.10.2020 Бюл. № 28

Адрес для переписки:

656038, Алтайский край, г. Барнаул, пр. Ленина,  
46, ФГБОУ ВО "Алтайский государственный  
технический университет им. И.И. Ползунова"  
(АлтГТУ), ОПОИРИД

(72) Автор(ы):

Полищук Владимир Иосифович (RU),  
Клецель Марк Яковлевич (KZ),  
Амренова Дана Темирболатовна (KZ),  
Барукин Александр Сергеевич (KZ),  
Баратова Карина Владимировна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Алтайский государственный  
технический университет им. И.И.  
Ползунова" (АлтГТУ) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: Чернобровов Н.В. и др., Релейная  
защита энергетических систем, Москва,  
Энергоатомиздат, 1998, с.768-769. RU 2634710  
C1, 03.11.2017. SU 1513559 A1, 07.10.1989. RU  
174043 U1, 27.09.2017. US 5956218 A, 21.09.1999.

(54) Устройство резервирования при отказе выключателей линий схемы шестиугольника

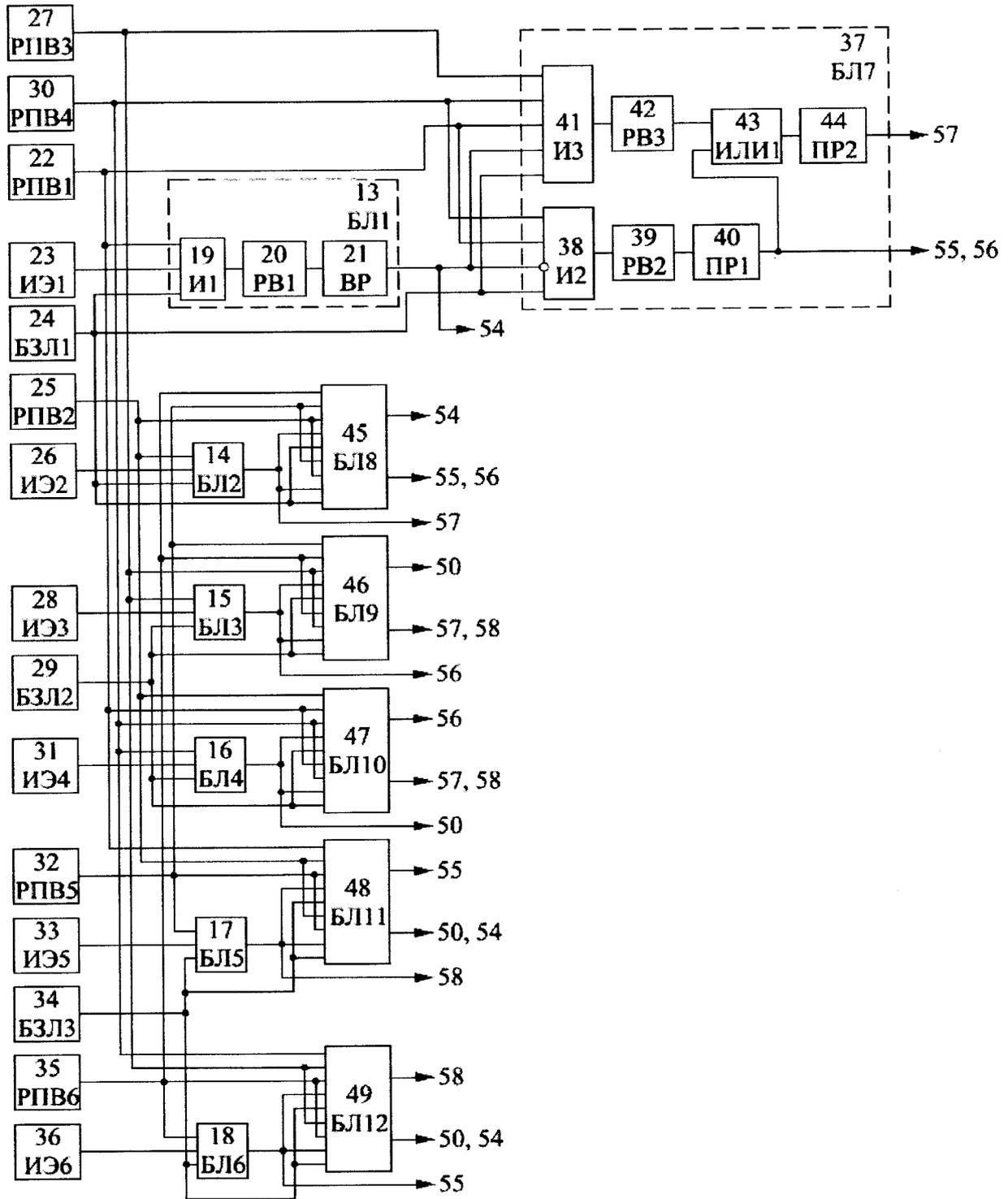
(57) Реферат:

Использование: в области электротехники для резервирования при отказе выключателей линий открытых распределительных устройств электрических станций, выполненных по схеме шестиугольника. Технический результат заключается в повышении надежности срабатывания устройства при возникновении неисправностей одного из его элементов, а также предотвращении полного погашения электрической станции в случае одновременного отказа одного из выключателей любой линии при коротком замыкании на ней и выключателя, смежного с ним. Устройство резервирования при отказе выключателей линий схемы шестиугольника с первой линией, подключенной к схеме через первый и второй выключатели, со второй линией, подключенной к схеме через третий и четвертый выключатели, с третьей линией, подключенной к схеме через пятый и

шестой выключатели, с первым блоком генератор-трансформатор, подключенным к схеме через первый и четвертый выключатели, со вторым блоком генератор-трансформатор, подключенным к схеме через третий и шестой выключатели, с третьим блоком генератор-трансформатор, подключенным к схеме через второй и пятый выключатели, содержит шесть выполненных одинаково блоков логики, каждый из которых содержит последовательно соединенные первый элемент И, первое реле времени и выходное реле. Седьмой, восьмой, девятый, десятый, одиннадцатый и двенадцатый блоки логики выполнены одинаково и каждый содержит второй и третий элементы И, первый элемент ИЛИ, второе и третье реле времени, первое и второе промежуточные реле. Тринадцатый, четырнадцатый, пятнадцатый, шестнадцатый, семнадцатый и восемнадцатый

блоки логики выполнены одинаково и каждый содержит элемент И-НЕ, четвертый элемент И и

второй элемент ИЛИ. 3 ил.



Фиг. 2

1 С 1 9 8 6 1 2 7 3 3 8 6 1 С 1

RU 2 7 3 3 8 6 1 С 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*H02H 3/05 (2020.05)*

(21)(22) Application: **2020111165, 17.03.2020**

(24) Effective date for property rights:  
**17.03.2020**

Registration date:  
**07.10.2020**

Priority:

(22) Date of filing: **17.03.2020**

(45) Date of publication: **07.10.2020 Bull. № 28**

Mail address:

**656038, Altajskij kraj, g. Barnaul, pr. Lenina, 46,  
FGBOU VO "Altajskij gosudarstvennyj  
tehnicheskij universitet im. I.I. Polzunova"  
(AltGTU), OPOIRID**

(72) Inventor(s):

**Polishchuk Vladimir Iosifovich (RU),  
Kletsel Mark Yakovlevich (KZ),  
Amrenova Dana Temirbolatovna (KZ),  
Barukin Aleksandr Sergeevich (KZ),  
Baratova Karina Vladimirovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Altajskij gosudarstvennyj  
tehnicheskij universitet im. I.I. Polzunova"  
(AltGTU) (RU)**

(54) **HEXAGON CIRCUIT LINES BREAKER FAIL PROTECTION**

(57) Abstract:

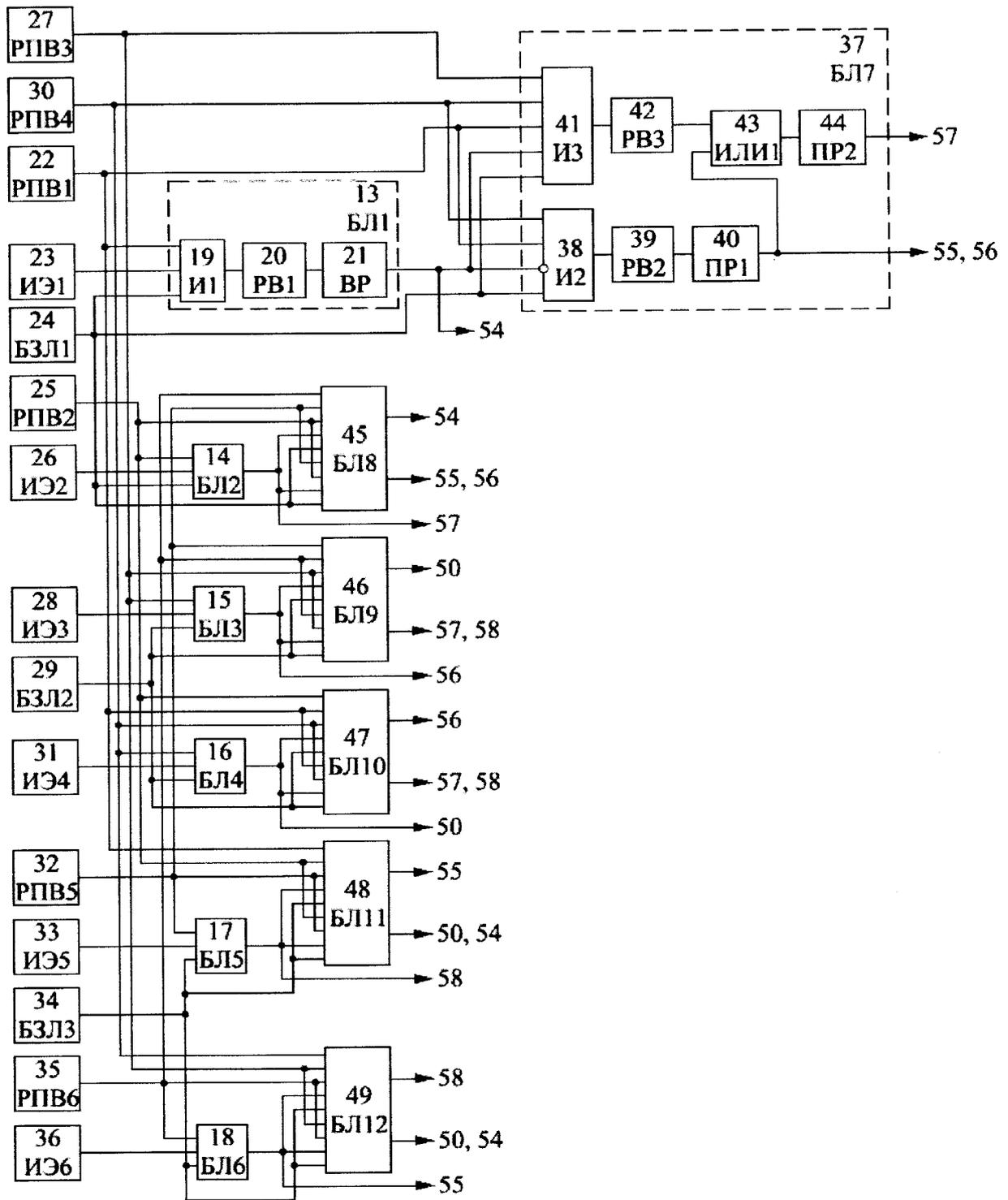
FIELD: electrical engineering.

SUBSTANCE: use in the field of electrical equipment for redundancy in case of failure of switches of lines of open distribution devices of electric stations made as per hexagon scheme. Hexagon circuit lines breaker fail protection with the first line connected to the circuit through the first and second switches, with the second line connected to the circuit through the third and fourth switches, with third line connected to circuit through fifth and sixth switches, with first generator-transformer unit connected to circuit through first and fourth switches, with second generator-transformer unit connected to circuit through third and sixth switches, with third generator-transformer unit, connected to circuit through second and fifth switches, comprises six identical blocks of logic, each of which comprises series-connected first AND element, first time relay

and output relay. Seventh, eighth, ninth, tenth, eleventh and twelfth logic units are identical and each contains the second and third AND elements, the first OR element, the second and the third time relays, the first and the second intermediate relays. Thirteenth, fourteenth, fifteenth, sixteenth, seventeenth and eighteenth logic units are made identically and each contains a NAND element, a fourth AND element and a second OR element.

EFFECT: technical result consists in improvement of reliability of operation of device in case of faults of one of its elements, as well as prevention of complete repayment of electric station in case of simultaneous failure of one of switches of any line in case of short circuit on it and switch adjacent to it.

1 cl, 3 dwg



Фиг. 2

Изобретение относится к электротехнике, а именно к технике релейной защиты, и может быть использовано для резервирования при отказе выключателей линий открытых распределительных устройств электрических станций, выполненных по схеме шестиугольника.

5 Известно устройство резервирования при отказе выключателей линий, реализуемое в том числе и в распределительных устройствах, собранных по схеме шестиугольника, три блока генератор-трансформатор - три линии [Чернобровое Н.В., Семенов В.А. Релейная защита энергетических систем. - М.: Энергоатомиздат, 1998. - С. 768-769],  
10 выбранное в качестве прототипа, содержащее выполненный на аналоговой базе для каждого выключателя элемент И, выходом через реле времени подключенный к выходному реле, а двумя входами - к независимым друг от друга пусковым органам, первым из которых является выходное реле защиты линии, а вторым - токовое реле, контролирующее наличие тока короткого замыкания в цепи выключателя. К третьему  
15 входу элемента И своим выходом подключено реле положения «Включено» выключателя.

Недостатком этого устройства является низкая надежность, так как при неисправности одного из элементов возможен его отказ в срабатывании, что при возникновении короткого замыкания на любой линии и отказе одного из ее  
20 выключателей ведет к одновременному отключению от резервных защит всех трех блоков генератор-трансформатор, то есть происходит полное погашение электрической станции. К аналогичным последствиям приводит одновременный отказ одного из выключателей любой линии при коротком замыкании на ней и выключателя, смежного с ним.

Техническим результатом изобретения является повышение надежности срабатывания  
25 устройства при возникновении неисправностей одного из его элементов, а также предотвращение полного погашения электрической станции в случае одновременного отказа одного из выключателей любой линии при коротком замыкании на ней и выключателя, смежного с ним.

Предложенное устройство резервирования при отказе выключателей линий схемы  
30 шестиугольника с первой линией, подключенной к схеме через первый и второй выключатели, со второй линией, подключенной к схеме через третий и четвертый выключатели, с третьей линией, подключенной к схеме через пятый и шестой выключатели, с первым блоком генератор-трансформатор, подключенным к схеме  
35 через первый и четвертый выключатели, со вторым блоком генератор-трансформатор, подключенным к схеме через третий и шестой выключатели, с третьим блоком генератор-трансформатор, подключенным к схеме через второй и пятый выключатели, также, как и в прототипе, содержит шесть выполненных одинаково блоков логики, каждый из которых содержит последовательно соединенные первый элемент И, первое  
40 реле времени и выходное реле. В первом блоке логики первый вход первого элемента И подключен к выходу первого реле положения «Включено» первого выключателя, второй вход - к выходу первого токового измерительного элемента, а третий вход - к выходу первого блока защиты первой линии. Во втором блоке логики первый вход первого элемента И подключен к выходу второго реле положения «Включено» второго выключателя, второй вход - к выходу второго токового измерительного элемента, а  
45 третий вход - к выходу первого блока защиты первой линии. В третьем блоке логики первый вход первого элемента И подключен к выходу третьего реле положения «Включено» третьего выключателя, второй вход - к выходу третьего токового измерительного элемента, а третий вход - к выходу второго блока защиты второй

линии. В четвертом блоке логики первый вход первого элемента И подключен к выходу четвертого реле положения «Включено» четвертого выключателя, второй вход - к выходу четвертого токового измерительного элемента, а третий вход - к выходу второго блока защиты второй линии. В пятом блоке логики первый вход первого элемента И  
5 подключен к выходу пятого реле положения «Включено» пятого выключателя, второй вход - к выходу пятого токового измерительного элемента, а третий вход - к выходу третьего блока защиты третьей линии. В шестом блоке логики первый вход первого элемента И  
10 подключен к выходу шестого реле положения «Включено» шестого выключателя, второй вход - к выходу шестого токового измерительного элемента, а третий вход - к выходу третьего блока защиты третьей линии.

Согласно изобретению, в седьмом блоке логики выход второго элемента И через второе реле времени подключен к входу первого промежуточного реле. Выход третьего элемента И через третье реле времени подключен к первому входу первого элемента ИЛИ,  
15 выходом подключенного к входу второго промежуточного реле, выход которого является первым выходом седьмого блока логики. Вторым входом первого элемента ИЛИ подключен к выходу первого промежуточного реле, который является вторым выходом седьмого блока логики. Входы третьего элемента И являются первым, вторым, третьим, четвертым и пятым входами седьмого блока логики. Три прямых входа второго элемента И являются шестым, седьмым и девятым входами седьмого блока логики, а инверсный  
20 вход второго элемента И - его восьмым входом. Восьмой, девятый, десятый, одиннадцатый и двенадцатый блоки логики выполнены точно так же, как и седьмой блок логики. В тринадцатом блоке логики элемент И-НЕ выходом подключен ко второму входу четвертого элемента И, первый вход которого является вторым входом тринадцатого блока логики. Выход четвертого элемента И подключен ко второму  
25 входу второго элемента ИЛИ, первый вход которого является первым входом тринадцатого блока логики, а выход - выходом этого блока. Входы элемента И-НЕ являются третьим, четвертым и пятым входами тринадцатого блока логики.

Четырнадцатый, пятнадцатый, шестнадцатый, семнадцатый и восемнадцатый блоки логики выполнены точно так же, как и тринадцатый блок логики. Выход первого реле  
30 положения «Включено» первого выключателя подключен к третьему и седьмому входам седьмого блока логики, ко второму и шестому входам десятого блока логики и к первому входу одиннадцатого блока логики. Выход второго реле положения «Включено» второго выключателя подключен ко второму и шестому входам  
35 одиннадцатого блока логики, к третьему и седьмому входам восьмого блока логики и к первому входу десятого блока логики. Выход третьего реле положения «Включено» третьего выключателя подключен к первому входу седьмого блока логики, к третьему и седьмому входам девятого блока логики и ко второму и шестому входам двенадцатого  
40 блока логики. Выход четвертого реле положения «Включено» четвертого выключателя подключен ко второму и шестому входам седьмого блока логики, к третьему и седьмому входам десятого блока логики и к первому входу двенадцатого блока логики. Выход пятого реле положения «Включено» пятого выключателя подключен к первому входу девятого блока логики, к третьему и седьмому входам одиннадцатого блока логики и ко второму и шестому входам восьмого блока логики. Выход шестого реле положения «Включено» шестого выключателя подключен к первому входу восьмого блока логики,  
45 ко второму и шестому входам девятого блока логики и к третьему и седьмому входам двенадцатого блока логики. Выход первого блока защиты первой линии подключен к пятому и девятому входам седьмого и восьмого блоков логики. Выход второго блока защиты второй линии подключен к пятому и девятому входам девятого и десятого

блоков логики. Выход третьего блока защиты третьей линии подключен к пятому и девятому входам одиннадцатого и двенадцатого блоков логики. Выход первого блока логики подключен к четвертому и восьмому входам седьмого блока логики и к первому входу четырнадцатого блока логики. Выход второго блока логики подключен к 5 четвертому и восьмому входам восьмого блока логики и к первому входу семнадцатого блока логики. Выход третьего блока логики подключен к четвертому и восьмому входам девятого блока логики и к первому входу шестнадцатого блока логики. Выход четвертого блока логики подключен к четвертому и восьмому входам десятого блока логики и к первому входу тринадцатого блока логики. Выход пятого блока логики 10 подключен к четвертому и восьмому входам одиннадцатого блока логики и к первому входу восемнадцатого блока логики. Выход шестого блока логики подключен к четвертому и восьмому входам двенадцатого блока логики и к первому входу пятнадцатого блока логики. Первый выход седьмого блока логики подключен к третьему входу семнадцатого блока логики, а второй выход - к четвертым входам 15 пятнадцатого и шестнадцатого блоков логики. Первый выход восьмого блока логики подключен к третьему входу четырнадцатого блока логики, а второй выход - к пятым входам пятнадцатого и шестнадцатого блоков логики. Первый выход девятого блока логики подключен к третьему входу тринадцатого блока логики, а второй выход - к 20 пятым входам семнадцатого и восемнадцатого блоков логики. Первый выход десятого блока логики подключен к третьему входу шестнадцатого блока логики, а второй выход - к четвертым входам семнадцатого и восемнадцатого блоков логики. Первый 25 выход одиннадцатого блока логики подключен к третьему входу пятнадцатого блока логики, а второй выход - к пятым входам тринадцатого и четырнадцатого блоков логики. Первый выход двенадцатого блока логики подключен к третьему входу 25 восемнадцатого блока логики, а второй выход - к четвертым входам тринадцатого и четырнадцатого блоков логики. Выход первого блока резервной защиты первого блока генератор-трансформатор подключен ко вторым входам тринадцатого и 30 четырнадцатого блоков логики. Выход второго блока резервной защиты второго блока генератор-трансформатор подключен ко вторым входам пятнадцатого и шестнадцатого 30 блоков логики. Выход третьего блока резервной защиты третьего блока генератор-трансформатор подключен ко вторым входам семнадцатого и восемнадцатого блоков логики. Выход тринадцатого блока логики подключен к входу первого блока 35 отключения первого выключателя. Выход восемнадцатого блока логики подключен к входу второго блока отключения второго выключателя. Выход пятнадцатого блока логики подключен к входу третьего блока отключения третьего выключателя. Выход 35 четырнадцатого блока логики подключен к входу четвертого блока отключения четвертого выключателя. Выход семнадцатого блока логики подключен к входу пятого блока отключения пятого выключателя. Выход шестнадцатого блока логики подключен к входу шестого блока отключения шестого выключателя.

40 Введение седьмого, восьмого, девятого, десятого, одиннадцатого, двенадцатого, тринадцатого, четырнадцатого, пятнадцатого, шестнадцатого, семнадцатого и 45 восемнадцатого блоков логики и их соответствующее подключение к первому, второму, третьему, четвертому, пятому и шестому блокам логики, к блокам защиты линий, к блокам резервной защиты блоков генератор-трансформатор, к блокам отключения 45 каждого из шести выключателей, а также к их реле положения «Включено» позволяет, по сравнению с прототипом, при возникновении неисправностей первого элемента И, первого реле времени или выходного реле, входящих в состав первого, второго, третьего, четвертого, пятого и шестого блоков логики, предотвращать полное погашение

электрической станции путем отключения только лишь выключателя, смежного отказавшему выключателю любой линии при КЗ на ней, и блокировки работы блоков отключения остальных выключателей схемы шестиугольника. В случае одновременного отказа одного из выключателей любой линии при КЗ на ней и выключателя, смежного с ним, полное погашение электрической станции предотвращается путем блокировки работы блоков отключения выключателей блока генератор-трансформатор, подключенного к исправному выключателю поврежденной линии.

На фиг. 1 показана схема шестиугольника три блока генератор-трансформатор - три линии.

На фиг. 2 показана первая часть функциональной схемы устройства.

На фиг. 3 показана вторая часть функциональной схемы устройства.

Устройство резервирования при отказе выключателей линий схемы шестиугольника с первой линией 1 (фиг. 1), подключенной к схеме через первый 2 и второй 3 выключатели, со второй линией 4, подключенной к схеме через третий 5 и четвертый 6 выключатели, с третьей линией 7, подключенной к схеме через пятый 8 и шестой 9 выключатели, с первым блоком генератор-трансформатор 10, подключенным к схеме через первый 2 и четвертый 6 выключатели, со вторым блоком генератор-трансформатор 11, подключенным к схеме через третий 5 и шестой 9 выключатели, с третьим блоком генератор-трансформатор 12, подключенным к схеме через второй 3 и пятый 8 выключатели, содержит шесть выполненных одинаково блоков логики 13 (БЛ1), 14 (БЛ2), 15 (БЛ3), 16 (БЛ4), 17 (БЛ5), 18 (БЛ6) (фиг. 2), каждый из которых содержит последовательно соединенные первый элемент И 19 (И1), первое реле времени 20 (РВ1) и выходное реле 21 (ВР).

В первом блоке логики 13 (БЛ1) первый вход первого элемента И 19 (И1) подключен к выходу первого реле положения «Включено» 22 (РПВ1) первого выключателя 2, второй вход - к выходу первого токового измерительного элемента 23 (ИЭ1), а третий вход - к выходу первого блока защиты 24 (БЗЛ1) первой линии 1.

Во втором блоке логики 14 (БЛ2) первый вход первого элемента И 19 (И1) подключен к выходу второго реле положения «Включено» 25 (РПВ2) второго выключателя 3, второй вход - к выходу второго токового измерительного элемента 26 (ИЭ2), а третий вход - к выходу первого блока защиты 24 (БЗЛ1) первой линии 1.

В третьем блоке логики 15 (БЛ3) первый вход первого элемента И 19 (И1) подключен к выходу третьего реле положения «Включено» 27 (РПВ3) третьего выключателя 5, второй вход - к выходу третьего токового измерительного элемента 28 (ИЭ3), а третий вход - к выходу второго блока защиты 29 (БЗЛ2) второй линии 4.

В четвертом блоке логики 16 (БЛ4) первый вход первого элемента И 19 (И1) подключен к выходу четвертого реле положения «Включено» 30 (РПВ4) четвертого выключателя 6, второй вход - к выходу четвертого токового измерительного элемента 31 (ИЭ4), а третий вход - к выходу второго блока защиты 29 (БЗЛ2) второй линии 4.

В пятом блоке логики 17 (БЛ5) первый вход первого элемента И 19 (И1) подключен к выходу пятого реле положения «Включено» 32 (РПВ5) пятого выключателя 8, второй вход - к выходу пятого токового измерительного элемента 33 (ИЭ5), а третий вход - к выходу третьего блока защиты 34 (БЗЛ3) третьей линии 7.

В шестом блоке логики 18 (БЛ6) первый вход первого элемента И 19 (И1) подключен к выходу шестого реле положения «Включено» 35 (РПВ6) шестого выключателя 9, второй вход - к выходу шестого токового измерительного элемента 36 (ИЭ6), а третий вход - к выходу третьего блока защиты 34 (БЗЛ3) третьей линии 7.

В седьмом блоке логики 37 (БЛ7) выход второго элемента И 38 (И2) через второе

реле времени 39 (РВ2) подключен к входу первого промежуточного реле 40 (ПР1). Выход третьего элемента И 41 (И3) через третье реле времени 42 (РВ3) подключен к первому входу первого элемента ИЛИ 43 (ИЛИ1), выходом подключенного к входу второго промежуточного реле 44 (ПР2), выход которого является первым выходом 5 седьмого блока логики 37 (БЛ7). Второй вход первого элемента ИЛИ 43 (ИЛИ1) подключен к выходу первого промежуточного реле 40 (ПР1), который является вторым выходом седьмого блока логики 37 (БЛ7). Входы третьего элемента И 41 (И3) являются первым, вторым, третьим, четвертым и пятым входами седьмого блока логики 37 (БЛ7). Три прямых входа второго элемента И 38 (И2) являются шестым, седьмым и девятым 10 входами седьмого блока логики 37 (БЛ7), а инверсный вход второго элемента И 38 (И2) - его восьмым входом. Восьмой 45 (БЛ8), девятый 46 (БЛ9), десятый 47 (БЛ10), одиннадцатый 48 (БЛ11) и двенадцатый 49 (БЛ12) блоки логики выполнены точно так же, как и седьмой блок логики 37 (БЛ7).

В тринадцатом блоке логики 50 (БЛ13) элемент И-НЕ 51 (И-НЕ) выходом подключен 15 ко второму входу четвертого элемента И 52 (И4), первый вход которого является вторым входом тринадцатого блока логики 50 (БЛ13). Выход четвертого элемента И 52 (И4) подключен ко второму входу второго элемента ИЛИ 58 (ИЛИ2), первый вход которого является первым входом тринадцатого блока логики 50 (БЛ13), а выход - выходом этого блока. Входы элемента И-НЕ 51 (И-НЕ) являются третьим, четвертым 20 и пятым входами тринадцатого блока логики 50 (БЛ13). Четырнадцатый 54 (БЛ14), пятнадцатый 55 (БЛ15), шестнадцатый 56 (БЛ16), семнадцатый 57 (БЛ17) и восемнадцатый 58 (БЛ18) блоки логики выполнены точно так же, как и тринадцатый блок логики 50 (БЛ13).

Выход первого реле положения «Включено» 22 (РПВ1) первого выключателя 2 25 подключен к третьему и седьмому входам седьмого блока логики 37 (БЛ7), ко второму и шестому входам десятого блока логики 47 (БЛ10) и к первому входу одиннадцатого блока логики 48 (БЛ11). Выход второго реле положения «Включено» 25 (РПВ2) второго выключателя 3 подключен ко второму и шестому входам одиннадцатого блока логики 48 (БЛ11), к третьему и седьмому входам восьмого блока логики 45 (БЛ8) и к первому 30 входу десятого блока логики 47 (БЛ10). Выход третьего реле положения «Включено» 27 (РПВ3) третьего выключателя 5 подключен к первому входу седьмого блока логики 37 (БЛ7), к третьему и седьмому входам девятого блока логики 46 (БЛ9) и ко второму и шестому входам двенадцатого блока логики 49 (БЛ12). Выход четвертого реле 35 положения «Включено» 30 (РПВ4) четвертого выключателя 6 подключен ко второму и шестому входам седьмого блока логики 37 (БЛ7), к третьему и седьмому входам десятого блока логики 47 (БЛ10) и к первому входу двенадцатого блока логики 49 (БЛ12). Выход пятого реле положения «Включено» 32 (РПВ5) пятого выключателя 8 40 подключен к первому входу девятого блока логики 46 (БЛ9), к третьему и седьмому входам одиннадцатого блока логики 48 (БЛ11) и ко второму и шестому входам восьмого блока логики 45 (БЛ8). Выход шестого реле положения «Включено» 35 (РПВ6) шестого выключателя 9 подключен к первому входу восьмого блока логики 45 (БЛ8), ко второму и шестому входам девятого блока логики 46 (БЛ9) и к третьему и седьмому входам двенадцатого блока логики 49 (БЛ12).

Выход первого блока защиты 24 (БЗЛ1) первой линии 1 подключен к пятому и 45 девятому входам седьмого 37 (БЛ7) и восьмого 45 (БЛ8) блоков логики. Выход второго блока защиты 29 (БЗЛ2) второй линии 4 подключен к пятому и девятому входам девятого 46 (БЛ9) и десятого 47 (БЛ10) блоков логики. Выход третьего блока защиты 34 (БЗЛ3) третьей линии 7 подключен к пятому и девятому входам одиннадцатого 48

(БЛ11) и двенадцатого 49 (БЛ12) блоков логики.

Выход первого блока логики 13 (БЛ1) подключен к четвертому и восьмому входам седьмого блока логики 37 (БЛ7) и к первому входу четырнадцатого блока логики 54 (БЛ14). Выход второго блока логики 14 (БЛ2) подключен к четвертому и восьмому  
5 входам восьмого блока логики 45 (БЛ8) и к первому входу семнадцатого блока логики 57 (БЛ17). Выход третьего блока логики 15 (БЛ3) подключен к четвертому и восьмому входам девятого блока логики 46 (БЛ9) и к первому входу шестнадцатого блока логики 56 (БЛ16). Выход четвертого блока логики 16 (БЛ4) подключен к четвертому и восьмому  
10 входам десятого блока логики 47 (БЛ10) и к первому входу тринадцатого блока логики 50 (БЛ13). Выход пятого блока логики 17 (БЛ5) подключен к четвертому и восьмому входам одиннадцатого блока логики 48 (БЛ11) и к первому входу восемнадцатого блока логики 58 (БЛ18). Выход шестого блока логики 18 (БЛ6) подключен к четвертому и восьмому  
15 входам двенадцатого блока логики 49 (БЛ12) и к первому входу пятнадцатого блока логики 55 (БЛ15).

Первый выход седьмого блока логики 37 (БЛ7) подключен к третьему входу семнадцатого блока логики 57 (БЛ17), а второй выход - к четвертым входам пятнадцатого 55 (БЛ15) и шестнадцатого 56 (БЛ16) блоков логики. Первый выход  
20 восьмого блока логики 45 (БЛ8) подключен к третьему входу четырнадцатого блока логики 54 (БЛ14), а второй выход - к пятым входам пятнадцатого 55 (БЛ15) и шестнадцатого 56 (БЛ16) блоков логики. Первый выход девятого блока логики 46 (БЛ9) подключен к третьему входу тринадцатого блока логики 50 (БЛ13), а второй  
25 выход - к пятым входам семнадцатого 57 (БЛ17) и восемнадцатого 58 (БЛ18) блоков логики. Первый выход десятого блока логики 47 (БЛ10) подключен к третьему входу шестнадцатого блока логики 56 (БЛ16), а второй выход - к четвертым входам  
30 семнадцатого 57 (БЛ17) и восемнадцатого 58 (БЛ18) блоков логики. Первый выход одиннадцатого блока логики 48 (БЛ11) подключен к третьему входу пятнадцатого блока логики 55 (БЛ15), а второй выход - к пятым входам тринадцатого 50 (БЛ13) и четырнадцатого 54 (БЛ14) блоков логики. Первый выход двенадцатого блока логики 49 (БЛ12) подключен к третьему входу  
35 восемнадцатого блока логики 58 (БЛ18), а второй выход - к четвертым входам тринадцатого 50 (БЛ13) и четырнадцатого 54 (БЛ14) блоков логики.

Выход первого блока резервной защиты 59 (БР31) первого блока генератор-трансформатор 10 подключен ко вторым входам тринадцатого 50 (БЛ13) и  
40 четырнадцатого 54 (БЛ14) блоков логики. Выход второго блока резервной защиты 60 (БР32) второго блока генератор-трансформатор 11 подключен ко вторым входам пятнадцатого 55 (БЛ15) и шестнадцатого 56 (БЛ16) блоков логики. Выход третьего  
45 блока резервной защиты 61 (БР33) третьего блока генератор-трансформатор 12 подключен ко вторым входам семнадцатого 57 (БЛ17) и восемнадцатого 58 (БЛ18) блоков логики.

Выход тринадцатого блока логики 50 (БЛ13) подключен к входу первого блока отключения 62 (БОВ1) первого выключателя 2. Выход восемнадцатого блока логики 58 (БЛ18) подключен к входу второго блока отключения 63 (БОВ2) второго  
50 выключателя 3. Выход пятнадцатого блока логики 55 (БЛ15) подключен к входу третьего блока отключения 64 (БОВ3) третьего выключателя 5. Выход четырнадцатого блока логики 54 (БЛ14) подключен к входу четвертого блока отключения 65 (БОВ4) четвертого  
45 выключателя 6. Выход семнадцатого блока логики 57 (БЛ17) подключен к входу пятого блока отключения 66 (БОВ5) пятого выключателя 8. Выход шестнадцатого блока логики 56 (БЛ16) подключен к входу шестого блока отключения 67 (БОВ6)

шестого выключателя 9.

В качестве первого 23 (ИЭ1), второго 26 (ИЭ2), третьего 28 (ИЭ3), четвертого 31 (ИЭ4), пятого 33 (ИЭ5) и шестого 36 (ИЭ6) токовых измерительных элементов могут быть использованы токовые реле РТ-40. Первый 13 (БЛ1), второй 14 (БЛ2), третий 15 (БЛ3), четвертый 16 (БЛ4), пятый 17 (БЛ5), шестой 18 (БЛ6), седьмой 37 (БЛ7), восьмой 38 (БЛ8), девятый 39 (БЛ9), десятый 40 (БЛ10), одиннадцатый 41 (БЛ11), двенадцатый 42 (БЛ12), тринадцатый 50 (БЛ13), четырнадцатый 51 (БЛ14), пятнадцатый 52 (БЛ15), шестнадцатый 53 (БЛ16), семнадцатый 54 (БЛ17), восемнадцатый 55 (БЛ18) блоки логики могут быть выполнены на микроконтроллере серии 51 производителя Atmel AT89S53. В качестве выходного реле 21 (ВР), первого 48 (ПР1) и второго 49 (ПР2) промежуточных реле могут быть использованы реле РП 16-1, а в качестве первого 20 (РВ1), второго 46 (РВ2) и третьего 47 (РВ3) реле времени могут быть использованы реле времени типа ТЕКОРВ1-220.

Устройство резервирования при отказе выключателей линий схемы шестиугольника работает следующим образом. При возникновении КЗ на любой из линий, например, на первой линии 1, срабатывает ее защита, и с выхода блока 24 (БЗЛ1) сигнал поступает на отключение первого 2 и второго 3 выключателей (на фиг. 1-3 не показано), на третий вход первого блока логики 13 (БЛ1), а также на девятые входы седьмого 37 (БЛ7) и восьмого 45 (БЛ8) блоков логики. При поступлении сигналов от первого блока защиты 24 (БЗЛ1) первой линии 1 и от первого токового измерительного элемента 23 (ИЭ1) на выходе первого элемента И 19 (И1), входящего в состав первого блока логики 13 (БЛ1), появляется сигнал, запускающий первое реле времени 20 (РВ1), которое имеет выдержку

$$t_{УРОВ} = t_{РВ1} = t_{откл.в.л.} + t_{зап.1},$$

где  $t_{откл.в.л.}$  - время отключения выключателей поврежденной линии;

$t_{зап.1}$  - время запаса.

В случае безотказного срабатывания первого 2 и второго 3 выключателей поврежденной первой линии 1 происходит ее отключение, на выходе первого реле положения «Включено» 22 (РПВ1) первого выключателя 2 сигнал снимается, первое реле времени 20 (РВ1) возвращается в исходное положение и устройство не работает.

Если в режиме КЗ на первой линии 1 после срабатывания ее защиты происходит отказ в отключении одного из выключателей, например, первого выключателя 2, то первое реле времени 20 (РВ1), входящее в состав первого блока логики 13 (БЛ1), успевает доработать, и на его выходе появляется сигнал, который поступает на четвертый и восьмой входы седьмого блока логики 37 (БЛ7), а также на первый вход четырнадцатого блока логики 54 (БЛ14). С выхода последнего подается сигнал на вход четвертого блока отключения 65 (БОВ4) четвертого выключателя 6, смежного отказавшему первому выключателю 2. В результате происходит отключение четвертого выключателя 6, при этом блоки отключения остальных выключателей схемы не блокируются.

Если при КЗ на первой линии 1 ее защита сработает, но произойдет одновременный отказ в отключении одного из ее выключателей, например, первого выключателя 2, и повреждение первого элемента И 19 (И1), первого реле времени 20 (РВ1) или выходного реле 21 (ВР) (то есть на выходе первого блока логики 13 (БЛ1) сигнал отсутствует), то, в связи с тем, что есть сигналы на выходах первого реле положения «Включено» 22 (РПВ1) отказавшего первого выключателя 2 и четвертого реле положения «Включено» 30 (РПВ4) четвертого выключателя 6, смежного с ним, появляется сигнал на выходе второго элемента И 43 (И2), входящего в состав седьмого блока логики 37 (БЛ7), который запускает второе реле времени 39 (РВ2). Данное реле имеет выдержку времени

/рвг, которая выбирается по условию

$$t_{\text{ср.рез.защ.бл}} > t_{\text{рв2}} > t_{\text{рв1}}$$

где  $t_{\text{ср.рез.защ.бл}}$  - время срабатывания резервных защит первого 10, второго 11 и третьего 12 блоков генератор-трансформатор в схеме шестиугольника.

По истечении времени  $t_{\text{рв2}}$  сигнал с выхода второго реле времени 39 (РВ2) через первое промежуточное реле 40 (ПР1) поступает на второй выход седьмого блока логики 37 (БЛ7), а также через первый элемент ИЛИ 43 (ИЛИ1) и второе промежуточное реле 44 (ПР2) - на первый выход упомянутого блока. С выходов седьмого блока логики 37 (БЛ7) сигналы поступают на четвертые входы пятнадцатого 55 (БЛ15) и шестнадцатого 56 (БЛ16) блоков логики, и на третий вход семнадцатого блока логики 57 (БЛ17), благодаря чему осуществляется блокировка работы третьего 64 (БОВ3), пятого 66 (БОВ5) и шестого 67 (БОВ6) блоков отключения третьего 5, пятого 8 и шестого 9 выключателей, соответственно. При этом через время  $t_{\text{ср.рез.защ.бл}}$  после возникновения КЗ на первой линии 1 срабатывает резервная защита первого блока генератор-трансформатор 10, подключенного к отказавшему первому выключателю 2 поврежденной первой линии 1, которая отключает смежный ему четвертый выключатель 6. После отключения данного выключателя на выходе четвертого реле положения «Включено» 30 (РПВ4) сигнал снимается. Соответственно исчезает сигнал на выходе второго элемента И 38 (И2), второе реле времени 39 (РВ2) возвращается в исходное положение, и происходит снятие блокировки работы третьего 64 (БОВ3), пятого 66 (БОВ5) и шестого 67 (БОВ6) блоков отключения третьего 5, пятого 8 и шестого 9 выключателей.

Если в режиме КЗ на первой линии 1 после срабатывания защиты происходит одновременный отказ в отключении одного из ее выключателей, например, первого выключателя 2, и четвертого выключателя 6, смежного с ним, который должен был отключиться при поступлении сигнала с выхода первого блока логики 13 (БЛ1) через четырнадцатый блок логики 54 (БЛ14) на вход четвертого блока отключения 65 (БОВ4), то из-за наличия сигналов на всех входах третьего элемента И 41 (И3), входящего в состав седьмого блока логики 37 (БЛ7), запускается третье реле времени 42 (РВ3), имеющее выдержку

$$t_{\text{рв3}} = t_{\text{откл.в.л}} + t_{\text{зап.2}}$$

где  $t_{\text{зап.2}}$  - время запаса.

По истечении времени  $t_{\text{рв3}}$  сигнал через первый элемент ИЛИ 43 (ИЛИ1) и второе промежуточное реле 44 (ПР2) появляется на первом выходе седьмого блока логики 37 (БЛ7). Далее сигнал поступает на третий вход семнадцатого блока логики 57 (БЛ17), благодаря чему осуществляется блокировка работы пятого блока отключения 66 (БОВ5) пятого выключателя 8 третьего блока генератор-трансформатор 12, подключенного к исправному второму выключателю 3 поврежденной первой линии 1. При этом через время  $t_{\text{ср.рез.защ.бл}}$  после возникновения КЗ на первой линии 1 срабатывает резервная защита второго блока генератор-трансформатор 11, соединенного со второй 4 и третьей 7 неповрежденными линиями, которая отключает третий 5 и шестой 9 выключатели. После этого на первом входе седьмого блока логики 37 (БЛ7) сигнал снимается, третье реле времени 42 (РВ3) возвращается в исходное положение, и происходит снятие блокировки работы пятого блока отключения 66 (БОВ5) пятого выключателя 8. При возникновении КЗ на первой 1, второй 4 и третьей 7 линиях и отказах второго 2, третьего 5, четвертого 6, пятого 8 и шестого 9 выключателей устройство работает аналогичным образом.

## (57) Формула изобретения

Устройство резервирования при отказе выключателей линий схемы шестиугольника с первой линией, подключенной к схеме через первый и второй выключатели, со второй линией, подключенной к схеме через третий и четвертый выключатели, с третьей линией, подключенной к схеме через пятый и шестой выключатели, с первым блоком генератор-трансформатор, подключенным к схеме через первый и четвертый выключатели, со вторым блоком генератор-трансформатор, подключенным к схеме через третий и шестой выключатели, с третьим блоком генератор-трансформатор, подключенным к схеме через второй и пятый выключатели, содержащее шесть выполненных одинаково блоков логики, каждый из которых содержит последовательно соединенные первый элемент И, первое реле времени и выходное реле, при этом в первом блоке логики первый вход первого элемента И подключен к выходу первого реле положения «Включено» первого выключателя, второй вход - к выходу первого токового измерительного элемента, а третий вход - к выходу первого блока защиты первой линии, во втором блоке логики первый вход первого элемента И подключен к выходу второго реле положения «Включено» второго выключателя, второй вход - к выходу второго токового измерительного элемента, а третий вход - к выходу первого блока защиты первой линии, в третьем блоке логики первый вход первого элемента И подключен к выходу третьего реле положения «Включено» третьего выключателя, второй вход - к выходу третьего токового измерительного элемента, а третий вход - к выходу второго блока защиты второй линии, в четвертом блоке логики первый вход первого элемента И подключен к выходу четвертого реле положения «Включено» четвертого выключателя, второй вход - к выходу четвертого токового измерительного элемента, а третий вход - к выходу второго блока защиты второй линии, в пятом блоке логики первый вход первого элемента И подключен к выходу пятого реле положения «Включено» пятого выключателя, второй вход - к выходу пятого токового измерительного элемента, а третий вход - к выходу третьего блока защиты третьей линии, в шестом блоке логики первый вход первого элемента И подключен к выходу шестого реле положения «Включено» шестого выключателя, второй вход - к выходу шестого токового измерительного элемента, а третий вход - к выходу третьего блока защиты третьей линии, отличающееся тем, что в седьмом блоке логики выход второго элемента И через второе реле времени подключен к входу первого промежуточного реле, выход третьего элемента И через третье реле времени подключен к первому входу первого элемента ИЛИ, выходом подключенного к входу второго промежуточного реле, выход которого является первым выходом седьмого блока логики, второй вход первого элемента ИЛИ подключен к выходу первого промежуточного реле, который является вторым выходом седьмого блока логики, входы третьего элемента И являются первым, вторым, третьим, четвертым и пятым входами седьмого блока логики, три прямых входа второго элемента И являются шестым, седьмым и девятым входами седьмого блока логики, а инверсный вход второго элемента И - его восьмым входом, восьмой, девятый, десятый, одиннадцатый и двенадцатый блоки логики выполнены точно так же, как и седьмой блок логики, в тринадцатом блоке логики элемент И-НЕ выходом подключен ко второму входу четвертого элемента И, первый вход которого является вторым входом тринадцатого блока логики, выход четвертого элемента И подключен ко второму входу второго элемента ИЛИ, первый вход которого является первым входом тринадцатого блока логики, а выход - выходом этого блока, входы элемента И-НЕ являются третьим, четвертым и пятым входами тринадцатого блока

логики, четырнадцатый, пятнадцатый, шестнадцатый, семнадцатый и восемнадцатый блоки логики выполнены точно так же, как и тринадцатый блок логики, выход первого реле положения «Включено» первого выключателя подключен к третьему и седьмому входам седьмого блока логики, ко второму и шестому входам десятого блока логики и к первому входу одиннадцатого блока логики, выход второго реле положения «Включено» второго выключателя подключен ко второму и шестому входам одиннадцатого блока логики, к третьему и седьмому входам восьмого блока логики и к первому входу десятого блока логики, выход третьего реле положения «Включено» третьего выключателя подключен к первому входу седьмого блока логики, к третьему и седьмому входам девятого блока логики и ко второму и шестому входам двенадцатого блока логики, выход четвертого реле положения «Включено» четвертого выключателя подключен ко второму и шестому входам седьмого блока логики, к третьему и седьмому входам десятого блока логики и к первому входу двенадцатого блока логики, выход пятого реле положения «Включено» пятого выключателя подключен к первому входу девятого блока логики, к третьему и седьмому входам одиннадцатого блока логики и ко второму и шестому входам восьмого блока логики, выход шестого реле положения «Включено» шестого выключателя подключен к первому входу восьмого блока логики, ко второму и шестому входам девятого блока логики и к третьему и седьмому входам двенадцатого блока логики, выход первого блока защиты первой линии подключен к пятому и девятому входам седьмого и восьмого блоков логики, выход второго блока защиты второй линии подключен к пятому и девятому входам девятого и десятого блоков логики, выход третьего блока защиты третьей линии подключен к пятому и девятому входам одиннадцатого и двенадцатого блоков логики, выход первого блока логики подключен к четвертому и восьмому входам седьмого блока логики и к первому входу четырнадцатого блока логики, выход второго блока логики подключен к четвертому и восьмому входам восьмого блока логики и к первому входу семнадцатого блока логики, выход третьего блока логики подключен к четвертому и восьмому входам девятого блока логики и к первому входу шестнадцатого блока логики, выход четвертого блока логики подключен к четвертому и восьмому входам десятого блока логики и к первому входу тринадцатого блока логики, выход пятого блока логики подключен к четвертому и восьмому входам одиннадцатого блока логики и к первому входу восемнадцатого блока логики, выход шестого блока логики подключен к четвертому и восьмому входам двенадцатого блока логики и к первому входу пятнадцатого блока логики, при этом первый выход седьмого блока логики подключен к третьему входу семнадцатого блока логики, а второй выход - к четвертым входам пятнадцатого и шестнадцатого блоков логики, первый выход восьмого блока логики подключен к третьему входу четырнадцатого блока логики, а второй выход - к пятым входам пятнадцатого и шестнадцатого блоков логики, первый выход девятого блока логики подключен к третьему входу тринадцатого блока логики, а второй выход - к пятым входам семнадцатого и восемнадцатого блоков логики, первый выход десятого блока логики подключен к третьему входу шестнадцатого блока логики, а второй выход - к четвертым входам семнадцатого и восемнадцатого блоков логики, первый выход одиннадцатого блока логики подключен к третьему входу пятнадцатого блока логики, а второй выход - к пятым входам тринадцатого и четырнадцатого блоков логики, первый выход двенадцатого блока логики подключен к третьему входу восемнадцатого блока логики, а второй выход - к четвертым входам тринадцатого и четырнадцатого блоков логики, выход первого блока резервной защиты первого блока генератор-трансформатор подключен ко вторым входам тринадцатого и

четырнадцатого блоков логики, выход второго блока резервной защиты второго блока генератор-трансформатор подключен ко вторым входам пятнадцатого и шестнадцатого блоков логики, выход третьего блока резервной защиты третьего блока генератор-трансформатор подключен ко вторым входам семнадцатого и восемнадцатого блоков логики, выход тринадцатого блока логики подключен к входу первого блока отключения первого выключателя, выход восемнадцатого блока логики подключен к входу второго блока отключения второго выключателя, выход пятнадцатого блока логики подключен к входу третьего блока отключения третьего выключателя, выход четырнадцатого блока логики подключен к входу четвертого блока отключения четвертого выключателя, выход семнадцатого блока логики подключен к входу пятого блока отключения пятого выключателя, выход шестнадцатого блока логики подключен к входу шестого блока отключения шестого выключателя.

15

20

25

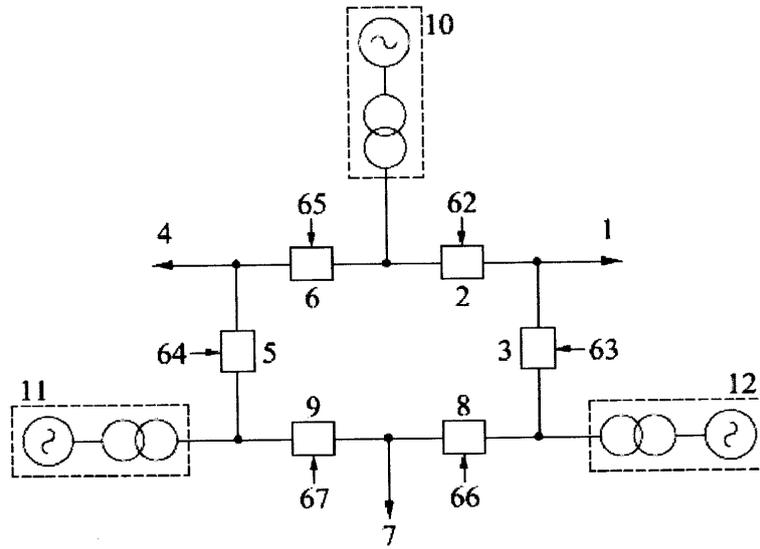
30

35

40

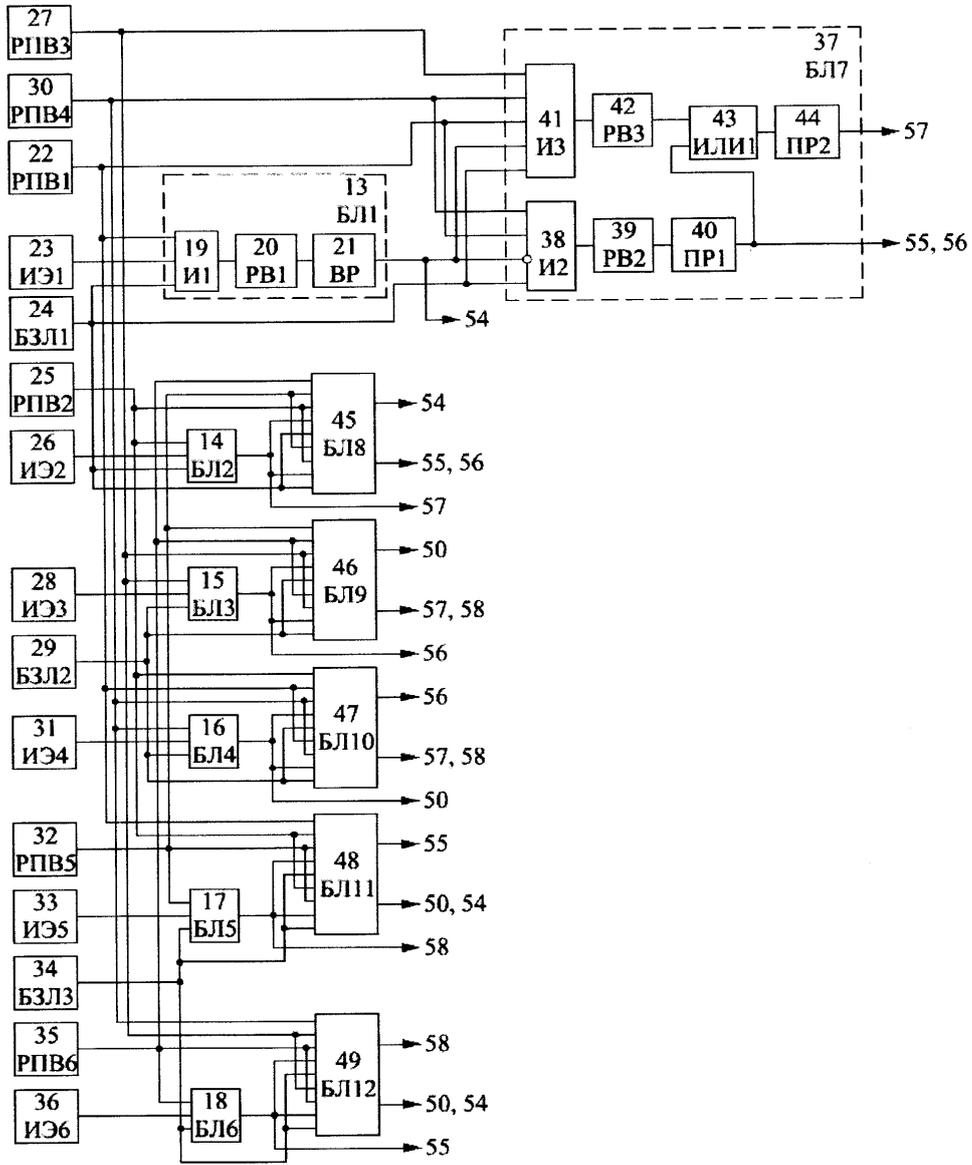
45

1

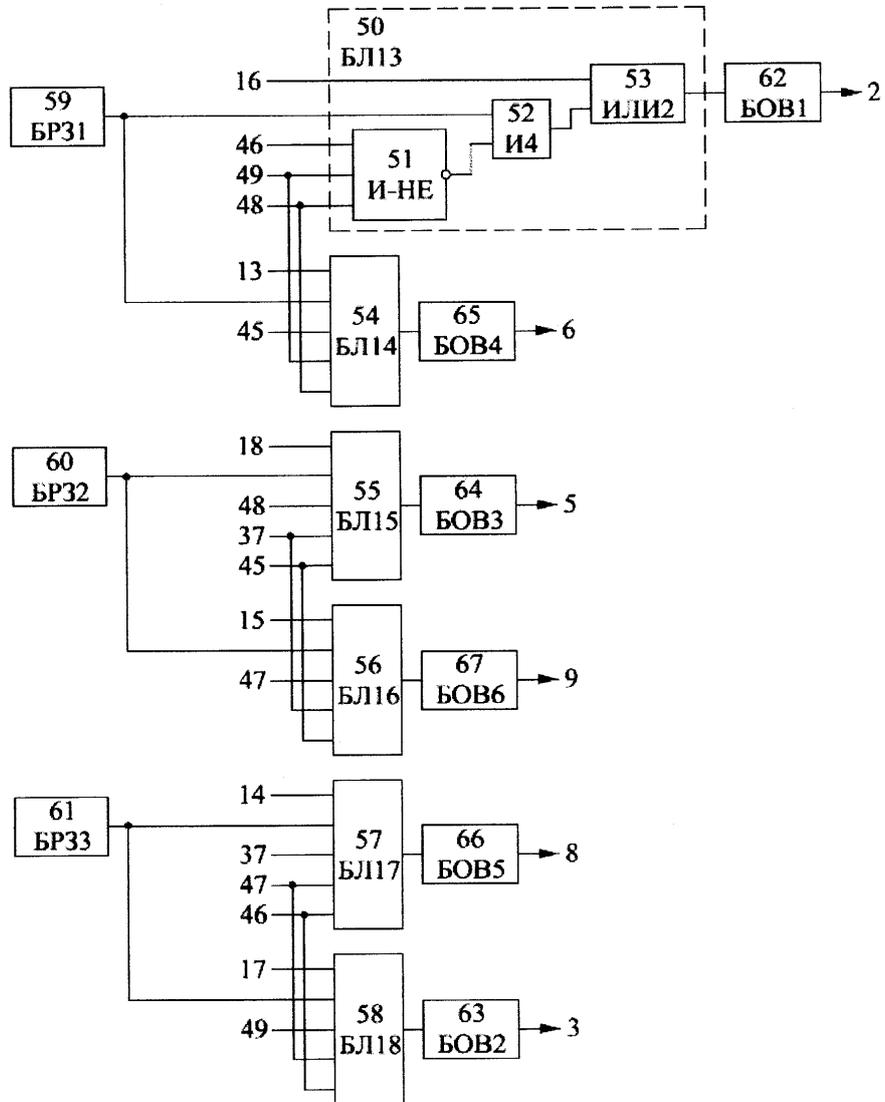


Фиг. 1

2



Фиг. 2



Фиг. 3