



(51) МПК

H02H 7/08 (2006.01)*H02H 7/085* (2006.01)*H02H 7/093* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014135561/07, 01.09.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
01.09.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 01.09.2014

(45) Опубликовано: 10.12.2015 Бюл. № 34

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2104602 C1, 10.02.1998. KZ 22073 A4, 15.12.2009. KZ 27528 A4, 15.10.2013. SU 1086498 A1, 15.04.1984. GB 1397156 A, 11.06.1975. DE 102354954 A, 20.09.2012. US 20140071574 A1, 13.03.2014.

Адрес для переписки:

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

(72) Автор(ы):

Калтаев Абдулла Габдылманапулы (KZ),
Клецель Марк Яковлевич (KZ),
Машрапов Бауыржан Ерболович (KZ),
Машрапова Гульнара Наримановна (KZ)

(73) Патентообладатель(и):

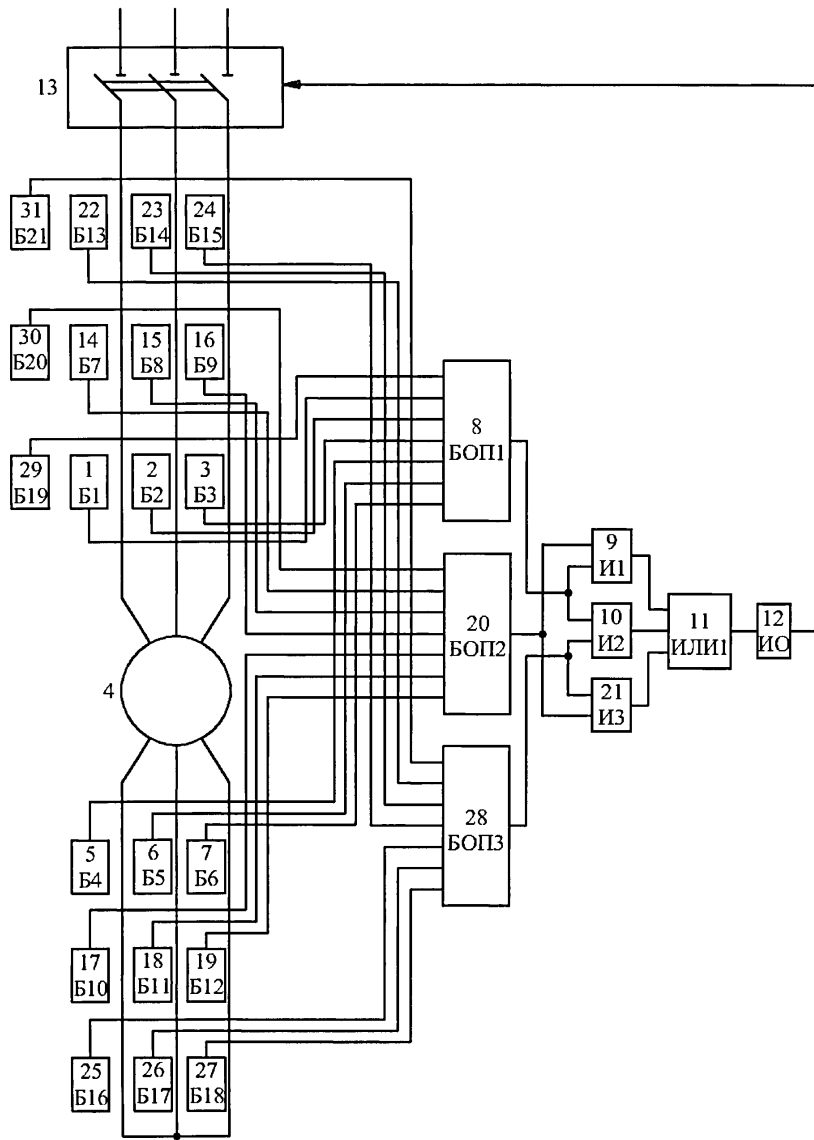
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Национальный исследовательский Томский
политехнический университет" (RU)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ И ПИТАЮЩЕГО ЕГО КАБЕЛЯ ОТ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ И ОБРЫВА ФАЗЫ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области электротехники и может быть использовано для защиты электродвигателя и питающего его кабеля от коротких замыканий и обрыва фазы без использования трансформаторов тока. Техническим результатом является повышение надежности и чувствительности к витковым замыканиям. Устройство для защиты электродвигателей и питающего его кабеля от коротких замыканий и обрыва фазы содержит девять блоков с магнитоуправляемым элементом, выполненных одинаково и установленных вблизи токопроводов фаз А, В, С со стороны ввода электродвигателя; девять блоков с магнитоуправляемым элементом расположены вблизи токопроводов фаз А, В, С со стороны

нулевых выводов электродвигателя и выполненных одинаково; три одинаковых блока с магнитоуправляемым элементом, расположенные вблизи токопровода одной из фаз со стороны ввода электродвигателя; три блока определения повреждения, выполненных одинаково, подключенных соответственно к трем блокам с магнитоуправляемым элементом, установленным со стороны ввода электродвигателя и трем блокам с магнитоуправляемым элементом, установленным со стороны нулевых выводов электродвигателя; шесть элементов ИЛИ; элементы ВРЕМЯ, элементы НЕ. Указанные блоки и элементы выполнены и соединены так, как указано в материалах заявки. 7 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
H02H 7/08 (2006.01)
H02H 7/085 (2006.01)
H02H 7/093 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2014135561/07, 01.09.2014

(24) Effective date for property rights:
01.09.2014

Priority:

(22) Date of filing: 01.09.2014

(45) Date of publication: 10.12.2015 Bull. № 34

Mail address:

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

(72) Inventor(s):

Kaltaev Abdulla Gabdylmanapuly (KZ),
Kletsel' Mark Jakovlevich (KZ),
Mashrapov Bauyrzhan Erbolovich (KZ),
Mashrapova Gul'nara Narimanovna (KZ)

(73) Proprietor(s):

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

(54) **SHORT-CIRCUIT AND PHASE LOSS PROTECTIVE DEVICE FOR ELECTRIC MOTOR AND ITS POWER SUPPLY CABLE**

(57) Abstract:

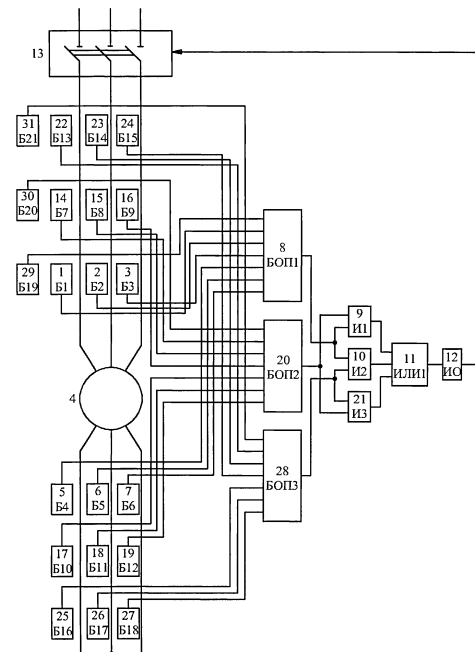
FIELD: electricity.

SUBSTANCE: short-circuit and phase loss protective device for electric motor and its power supply cable comprises nine identical units with magnetically operated element, which are mounted close to current-conducting wires of A, B, C phases from the side of electric motor input; nine identical units with magnetically operated element are mounted close to current-conducting wires of A, B, C phases from the side of the motor zero leads; three identical units with magnetically operated element are mounted close to current-conducting wire of one phase from the side of electric motor input; three identical fault-identifying units are connected respectively to three units with magnetically operated element mounted from the side of electric motor input and to three units with magnetically operated element mounted from the side of the motor zero leads; six OR elements; TIME elements and NOT elements. Aforesaid units and elements are interconnected in such a way as pointed out in application materials.

EFFECT: improved reliability and sensitivity to

turn-to-turn short-circuits.

7 dwg



Фиг. 1

RU 2 570 641 C1

RU 2 570 641 C1

Изобретение относится к электротехнике, а именно к технике релейной защиты, и может быть использовано для защиты электродвигателя и питающего его кабеля от коротких замыканий и обрыва фазы без использования трансформаторов тока.

Известно устройство для защиты электродвигателя и питающего его кабеля от коротких замыканий, содержащее токовое реле подключенное к трансформаторам тока фаз А и С, и исполнительный элемент входом, подключенный к токовому реле, а выходом - в цепь отключения выключателя. [Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. Учебник для вузов, 4-е изд. перераб. и доп. - М. Высш. шк., 2006, с. 561-563].

Это устройство не чувствительно к витковым замыканиям в обмотке статора электродвигателя и получает информацию от металлоемких трансформаторов тока.

Известно устройство для защиты электродвигателя и питающего его кабеля от коротких замыканий и обрыва фазы [KZ 22073 A4, H02H 7/08, опубл. 15.12.2009], выбранное в качестве прототипа, содержащее первый, второй, третий и четвертый, пятый, шестой блоки с магнитоуправляемыми элементами, расположенные в магнитном поле токопровода каждой из фаз электродвигателя, соответственно, со стороны питания и со стороны нейтрали, седьмой блок с магнитоуправляемыми элементами, расположенный в магнитном поле токопровода одной из фаз электродвигателя со стороны питания и выполненный в виде геркона. Выходы первого и четвертого, второго и пятого, третьего и шестого блоков с магнитоуправляемыми элементами подключены соответственно к входам первого, второго и третьего элементов И, выходы которых связаны с исполнительным органом, к которому подключен выход седьмого блока с магнитоуправляемыми элементами. Выходы первого, второго и третьего элементов И подключены через первый, второй и третий элементы ВРЕМЯ, соответственно, к первому элементу ПАМЯТЬ, выход которого подключен к реагирующему органу. Выход первого блока с магнитоуправляемыми элементами подключен к одному из входов четвертого, пятого и седьмого элементов И. Выход второго блока с магнитоуправляемыми элементами подключен к одному из входов пятого, шестого и девятого элементов И. Выход третьего блока с магнитоуправляемыми элементами подключен к одному из входов четвертого, шестого и восьмого элементов И. Выход четвертого блока с магнитоуправляемыми элементами подключен к одному из входов восьмого элемента И. Выход пятого блока с магнитоуправляемыми элементами подключен к одному из входов седьмого элемента И. Выход шестого блока с магнитоуправляемыми элементами подключен к одному из входов девятого элемента И. Выходы четвертого, пятого и шестого элементов И подключены через четвертый, пятый и шестой элементы ВРЕМЯ, соответственно, к второму элементу ПАМЯТЬ. Выходы седьмого, восьмого и девятого элементов И подключены через седьмой, восьмой и девятый элементы ВРЕМЯ, соответственно, к третьему элементу ПАМЯТЬ. Выход второго элемента ПАМЯТЬ через последовательно соединенные элементы ЗАПРЕТ и десятый элемент ВРЕМЯ подключен к исполнительному органу. Выход третьего элемента ПАМЯТЬ соединен с блокирующим входом элемента ЗАПРЕТ и одиннадцатым элементом ВРЕМЯ, выход которого подключен к исполнительному органу.

Первый, второй, третий, четвертый, пятый и шестой блоки с магнитоуправляемыми элементами выполнены в виде геркона с обмоткой, подключенной к источнику оперативного тока, причем полярности обмоток первого, второго и третьего блоков противоположны полярности обмоток четвертого, пятого и шестого блоков.

Это устройство обладает малой чувствительностью к витковым замыканиям в

обмотке статора электродвигателя и недостаточной надежностью при выполнении своих функций.

Задачей изобретения является повышение надежности работы устройства и чувствительности к витковым замыканиям.

5 Поставленная задача решена за счет того, что устройство для защиты электродвигателей и питающего его кабеля от коротких замыканий и обрыва фазы, также как и в прототипе, содержит одинаковые первый (1), второй (2), третий (3) блоки с магнитоуправляемым элементом, соответственно расположенные в магнитном поле токопроводов фаз А, В, С со стороны ввода электродвигателя (4), а со стороны его
10 нулевых выводов соответственно расположены одинаковые четвертый (5), пятый (6), шестой (7) блоки с магнитоуправляемым элементом, каждый из шести блоков с магнитоуправляемым элементом содержит геркон (37), на который намотана обмотка (36) и один контакт которого соединен с плюсом источника оперативного тока, а седьмой (29) блок с магнитоуправляемым элементом расположен в магнитном поле
15 токопровода одной из фаз электродвигателя (4) со стороны питания и содержит геркон, один контакт которого соединен с плюсом источника оперативного тока, причем первый блок определения повреждения (8) включает в себя первый (78) и второй (79) элементы ПАМЯТЬ, первый элемент ВРЕМЯ (84), который подключен через первый элемент И (81) к второму контакту геркона (37) первого (1) и четвертого (5) блоков с магнитоуправляемым элементом, второй элемент ВРЕМЯ (85), который подключен
20 через второй элемент И (82) к второму контакту геркона (37) второго (2) и пятого (6) блоков с магнитоуправляемым элементом, третий элемент ВРЕМЯ (86), который подключен через третий элемент И (83) к второму контакту геркона (37) третьего (3) и шестого (7) блоков с магнитоуправляемым элементом, третий элемент ПАМЯТЬ
25 (87), подключенный к первому (84), второму (85) и третьему (86) элементам ВРЕМЯ, а исполнительный орган (12) выходом подключен в цепь отключения выключателя (13) электродвигателя (4).

Согласно изобретению первый (1), второй (2), третий (3), восьмой (14), девятый (22), десятый (15), одиннадцатый (23), двенадцатый (16), тринадцатый (24) блоки с
30 магнитоуправляемым элементом каждый содержит катушку индуктивности (32), к выводам которой подключен усилитель (33), к которому подключена фазоповоротная схема (34), к выходам которой подключен анод диода (35) и один из выводов обмотки (36), другой вывод которой подключен к катоду диода (35). Четвертый (5), пятый (6), шестой (7), четырнадцатый (17), пятнадцатый (25), шестнадцатый (18), семнадцатый
35 (26), восемнадцатый (19), девятнадцатый (27) блоки с магнитоуправляемым элементом каждый содержит катушку индуктивности (32), к выводам которой подключен усилитель (33), к которому подключена фазоповоротная схема (34), к выходам которой подключен катод диода (35) и один из выводов обмотки (36), другой вывод которой подключен к аноду диода (35). Восьмой (14) и девятый (22), десятый (15) и одиннадцатый (23),
40 двенадцатый (16) и тринадцатый (24) блоки с магнитоуправляемым элементом расположены соответственно в магнитном поле токопроводов фаз А, В, С со стороны ввода электродвигателя (4). Четырнадцатый (17) и пятнадцатый (25), шестнадцатый (18) и семнадцатый (26), восемнадцатый (19) и девятнадцатый (27) блоки с магнитоуправляемым элементом соответственно расположены в магнитном поле
45 токопроводов фаз А, В, С со стороны нулевых выводов электродвигателя (4). Двадцатый (30) и двадцать первый (31) блоки с магнитоуправляемым элементом расположены в магнитном поле токопровода одной из фаз электродвигателя (4) со стороны питания и каждый содержит геркон, один контакт которого соединен с плюсом источника

оперативного тока. Первый блок определения повреждения содержит первый (38), второй (39), третий (40), четвертый (41), пятый (42) и шестой (43) элементы НЕ, подключенные соответственно к второму контакту геркона (37) первого (1), второго (2), третьего (3), четвертого (5), пятого (6) и шестого (7) блоков с магнитоуправляемым элементом. Первый (56), второй (57), третий (58), четвертый (59), пятый (60) и шестой (61) элементы ИЛИ одним входом подключены соответственно через четвертый (44), пятый (45), шестой (46), седьмой (47), восьмой (48) и девятый (49) элементы ВРЕМЯ к первому (38), второму (39), третьему (40), четвертому (41), пятому (42) и шестому (43) элементам НЕ, а другим входом подключены соответственно через десятый (50), одиннадцатый (51), двенадцатый (52), тринадцатый (53), четырнадцатый (54) и пятнадцатый (55) элементы ВРЕМЯ к второму контакту геркона (37) первого (1), второго (2), третьего (3), четвертого (5), пятого (6) и шестого (7) блоков с магнитоуправляемым элементом, и выходом подключены к первой (62), второй (63), третьей (64), четвертой (65), пятой (66), шестой (67) сигнальным лампам. Блок блокировки защиты (68) подключен к второму контакту геркона (37) первого (1), второго (2) и третьего (3) блоков с магнитоуправляемым элементом. Первый (69), второй (70) и третий (71) таймеры подключены к выходам блока блокировки защиты (68). Первый (72) и второй (73), третий (74) и четвертый (75), пятый (76) и шестой (77) элементы сравнения соответственно попарно подключены к первому (69), второму (70), третьему (71) таймерам. Первый элемент ПАМЯТЬ (78) подключен к первому (72), третьему (74) и пятому (76) элементам сравнения. Второй элемент ПАМЯТЬ (79) подключен к второму (73), четвертому (75) и шестому (77) элементам сравнения. Выходы первого (78), второго (79), третьего (87) элементов ПАМЯТЬ и второй контакт геркона (37) седьмого (29) блока с магнитоуправляемым элементом подключены к седьмому элементу ИЛИ (80), выход которого, являясь выходом первого блока определения повреждения (8), подключен к четвертому (9) и пятому (10) элементам И. Первый (8), второй (20) и третий (28) блоки определения повреждения выполнены одинаково. Блок блокировки защиты (68) второго блока определения повреждения (20) подключен к второму контакту геркона (37) восьмого (14), десятого (15), двенадцатого (16) блоков с магнитоуправляемым элементом. Первый (38), второй (39), третий (40), четвертый (41), пятый (42), шестой (43) элементы НЕ подключены к второму контакту геркона (37) восьмого (14), десятого (15), двенадцатого (16), четырнадцатого (17), шестнадцатого (18), восемнадцатого (19) блоков с магнитоуправляемым элементом. Десятый (50), одиннадцатый (51), двенадцатый (52), тринадцатый (53), четырнадцатый (54) и пятнадцатый (55) элементы ВРЕМЯ соответственно подключены к второму контакту геркона (37) восьмого (14), десятого (15), двенадцатого (16), четырнадцатого (17), шестнадцатого (18), восемнадцатого (19) блоков с магнитоуправляемым элементом. Седьмой элемент ИЛИ (80) подключен входом к второму контакту геркона (37) двадцатого (30) блока с магнитоуправляемым элементом, а выходом подключен к четвертому (9) и шестому (21) элементам И. Блок блокировки защиты (68) третьего блока определения повреждения (28) подключен к второму контакту геркона (37) девятого (22), одиннадцатого (23), тринадцатого (24) блоков с магнитоуправляемым элементом. Первый (38), второй (39), третий (40), четвертый (41), пятый (42), шестой (43) элементы НЕ подключены к второму контакту геркона (37) девятого (22), одиннадцатого (23), тринадцатого (24), пятнадцатого (25), семнадцатого (26), девятнадцатого (27) блоков с магнитоуправляемым элементом. Десятый (50), одиннадцатый (51), двенадцатый (52), тринадцатый (53), четырнадцатый (54) и пятнадцатый (55) элементы ВРЕМЯ соответственно подключены к второму контакту

геркона (37) девятого (22), одиннадцатого (23), тринадцатого (24), пятнадцатого (25), семнадцатого (26), девятнадцатого (27) блоков с магнитоуправляемым элементом. Седьмой элемент ИЛИ (80) подключен входом к второму контакту геркона (37) двадцать первого (31) блока с магнитоуправляемым элементом, а выходом подключен к пятому (10) и шестому (21) элементам И. Четвертый (9), пятый (10) и шестой (21) элементы И подключены выходами к восьмому элементу ИЛИ (11), выход которого подключен к исполнительному органу (12).

Использование катушек индуктивности, фазоповоротных схем, усилителей и диодов обеспечивает полярность срабатывания каждого геркона, не подмагничивая их постоянным магнитным полем большим, чем магнитное поле, создаваемое номинальным током токопровода, что позволяет повысить чувствительность предлагаемого устройства к витковым замыканиям в обмотке статора электродвигателя. Использование элементов НЕ, ВРЕМЯ, ИЛИ и сигнальных ламп позволяет повысить надежность функционирования защиты за счет своевременного выявления неисправностей устройства и вывода его из работы. К повышению надежности ведет и мажоритарный принцип построения защиты, так как устройство работает правильно даже при выходе из строя одного из блоков определения повреждения.

На фиг. 1 показана функциональная схема устройства.

На фиг. 2 показан первый блок с магнитоуправляемым элементом, в котором геркон срабатывает в положительную полуволну.

На фиг. 3 показан первый блок определения повреждения.

На фиг. 4 показаны моменты срабатывания герконов при включении выключателя, где обозначены $I_{ср}$ ($I_{от}$) - ток в шине, при котором геркон замыкает (размыкает) свои контакты, I_A , I_B , I_C - токи в фазах А, В, С электродвигателя.

На фиг. 5 показано время между срабатываниями герконов при витковых замыканиях.

На фиг. 6 показано время между срабатываниями герконов в блоках 2 и 3 при обрыве фазы А.

На фиг. 7 показано время совпадения сигналов выдаваемых блоками 2 и 5 при КЗ между фазами В и С.

Устройство для защиты электродвигателя и питающего его кабеля от коротких замыканий и обрыва фазы (фиг. 1) содержит первый 1 (Б1), второй 2 (Б2) и третий 3 (Б3) блоки с магнитоуправляемым элементом, которые соответственно расположены вблизи токопроводов фаз А, В и С со стороны ввода электродвигателя 4, а со стороны его нулевых выводов соответственно расположены четвертый 5 (Б4), пятый 6 (Б5) и шестой 7 (Б6) блоки с магнитоуправляемым элементом. К первому 1 (Б1), второму 2 (Б2), третьему 3 (Б3), четвертому 5 (Б4), пятому 6 (Б5) и шестому 7 (Б6) блокам с магнитоуправляемым элементом подключен первый блок определения повреждения 8 (БОП1), выход которого подключен к первому 9 (И1) и второму 10 (И2) элементам И. К первому 9 (И1) и второму 10 (И2) элементам И подключен первый элемент ИЛИ 11 (ИЛИ1), выход которого подключен к исполнительному органу 12 (ИО). Выход исполнительного органа 12 (ИО) подключен в цепь отключения выключателя 13, через который электродвигатель 4 подключен к питающим шинам.

Седьмой 14 (Б7), восьмой 15 (Б8) и девятый 16 (Б9) блоки с магнитоуправляемым элементом соответственно расположены вблизи токопроводов фаз А, В и С со стороны ввода электродвигателя 4, а со стороны его нулевых выводов соответственно расположены десятый 17 (Б10), одиннадцатый 18 (Б11) и двенадцатый 19 (Б12) блоки с магнитоуправляемым элементом. К седьмому 14 (Б7), восьмому 15 (Б8), девятому 16 (Б9), десятому 17 (Б10), одиннадцатому 18 (Б11) и двенадцатому 19 (Б12) блокам с

магнитоуправляемым элементом подключен второй блок определения повреждения 20 (БОП2), выход которого подключен к первому 9 (И1) и третьему 21 (И3) элементам И. Выход третьего элемента И 21 (И3) подключен к первому элементу ИЛИ 11 (ИЛИ1).

Тринадцатый 22 (Б13), четырнадцатый 23 (Б14) и пятнадцатый 24 (Б15) блоки с магнитоуправляемым элементом соответственно расположены вблизи токопроводов фаз А, В и С со стороны ввода электродвигателя 4, а со стороны его нулевых выводов соответственно расположены шестнадцатый 25 (Б16), семнадцатый 26 (Б17) и восемнадцатый 27 (Б18) блоки с магнитоуправляемым элементом. К тринадцатому 22 (Б13), четырнадцатому 23 (Б14), пятнадцатому 24 (Б15), шестнадцатому 25 (Б16), семнадцатому 26 (Б17) и восемнадцатому 27 (Б18) блокам с магнитоуправляемым элементом подключен третий блок определения повреждения 28 (БОП3), выход которого подключен к второму 10 (И2) и третьему 20 (И3) элементам И.

Девятнадцатый 29 (Б19), двадцатый 30 (Б20) и двадцать первый 31 (Б21) блоки с магнитоуправляемым элементом расположены вблизи токопровода одной из фаз электродвигателя 4, например фазы А, и выходами соответственно подключены к первому 8 (БОП1), второму 20 (БОП2) и третьему 28 (БОП3) блокам определения повреждения.

Первый 1 (Б1), второй 2 (Б2), третий 3 (Б3), седьмой 14 (Б7), восьмой 15 (Б8), девятый 16 (Б9), тринадцатый 22 (Б13), четырнадцатый 23 (Б14) и пятнадцатый 24 (Б15) (фиг. 2) блоки с магнитоуправляемым элементом выполнены одинаково и каждый из них содержит катушку индуктивности 32 к выводам которой подключен усилитель 33 (У). К усилителю 33 (У) подключена фазоповоротная схема 34 (ФПС), к выходам которой подключен анодом диод 35 и один из выводов обмотки 36, надетой на геркон 37. Другой вывод обмотки 36 подключен к катоду диода 35. Один контакт геркона 37 соединен с плюсом источника оперативного тока, а другой контакт является выходом блока с магнитоуправляемым элементом.

Четвертый 5 (Б4), пятый 6 (Б5), шестой 7 (Б6), десятый 17 (Б10), одиннадцатый 18 (Б11), двенадцатый 19 (Б12), шестнадцатый 25 (Б16), семнадцатый 26 (Б17) и восемнадцатый 27 (Б18) блоки с магнитоуправляемым элементом выполнены одинаково и каждый из них содержит катушку индуктивности 32 к выводам которой подключен усилитель 33 (У). К усилителю 33 (У) подключена фазоповоротная схема 34 (ФПС), к выходам которой подключен катодом диод 35 и один из выводов обмотки 36, надетой на геркон 37. Другой вывод обмотки 36 подключен к аноду диода 35. Один контакт геркона 37 соединен с плюсом источника оперативного тока, а другой контакт является выходом блока с магнитоуправляемым элементом.

Девятнадцатый 29 (Б19), двадцатый 30 (Б20) и двадцать первый 31 (Б21) блоки с магнитоуправляемым элементом выполнены одинаково в виде геркона (на фиг. 1-7 не показан), один контакт которого связан с плюсом источника оперативного тока, а другой служит выходом блока с магнитоуправляемым элементом.

Первый 8 (БОП1), второй 20 (БОП2) и третий 28 (БОП3) блоки определения повреждения выполнены одинаково. Например, первый блок определения повреждения 8 (БОП1) (фиг. 3) содержит первый 38 (НЕ1), второй 39 (НЕ2), третий 40 (НЕ3), четвертый 41 (НЕ4), пятый 42 (НЕ5) и шестой 43 (НЕ6) элементы НЕ, которые соответственно подключены к первому 1 (Б1), второму 2 (Б2), третьему 3 (Б3), четвертому 5 (Б4), пятому 6 (Б5) и шестому 7 (Б6) блокам с магнитоуправляемым элементом. Первый 44 (В1), второй 45 (В2), третий 46 (В3), четвертый 47 (В4), пятый 48 (В5), шестой 49 (В6) элементы ВРЕМЯ соответственно подключены к первому 38 (НЕ1), второму 39 (НЕ2), третьему 40 (НЕ3), четвертому 41 (НЕ4), пятому 42 (НЕ5) и шестому

43 (HE6) элементам HE. Седьмой 50 (B7), восьмой 51 (B8), девятый 52 (B9), десятый 53 (B10), одиннадцатый 54 (B11) и двенадцатый 55 (B12) элементы ВРЕМЯ соответственно подключены к первому 1 (B1), второму 2 (B2), третьему 3 (B3), четвертому 5 (B4), пятому 6 (B5) и шестому 7 (B6) блокам с магнитоуправляемым элементом. Выходы первого 44 (B1) и седьмого 50 (B7), второго 45 (B2) и восьмого 51 (B8), третьего 46 (B3) и девятого 52 (B9), четвертого 47 (B7) и десятого 53 (B10), пятого 48 (B5) и одиннадцатого 54 (B11), шестого 49 (B6) и двенадцатого 55 (B12) элементов ВРЕМЯ подключены соответственно к второму 56 (ИЛИ2), третьему 57 (ИЛИ3), четвертому 58 (ИЛИ4), пятому 59 (ИЛИ5), шестому 60 (ИЛИ6) и седьмому 61 (ИЛИ7) элементам ИЛИ, выходы которых соответственно подключены к первой 62, второй 63, третьей 64, четвертой 65, пятой 66 и шестой 67 сигнальным лампам. Блок блокировки защиты 68 (B3) подключен к первому 1 (B1), второму 2 (B2), третьему 3 (B3) блокам с магнитоуправляемым элементом. Первый 69 (T1), второй 70 (T2), третий 71 (T3) таймеры подключены к блоку блокировки защиты 68 (B3). Первый 72 (ЭС1) и второй 73 (ЭС2) элементы сравнения подключены к первому таймеру 69 (T1). Третий 74 (ЭС3) и четвертый 75 (ЭС4) элементы сравнения подключены к второму таймеру 70 (T2). Пятый 76 (ЭС5) и шестой 77 (ЭС6) элементы сравнения подключены к третьему таймеру 71 (T3). Первый элемент ПАМЯТЬ 78 (П1) подключен к первому 72 (ЭС1), третьему 74 (ЭС3), пятому 76 (ЭС5) элементам сравнения. Вторым элементом ПАМЯТЬ 79 (П2) подключен к второму 73 (ЭС2) четвертому 75 (ЭС4), шестому 77 (ЭС6) элементам сравнения. Выходы первого 78 (П1) и второго 79 (П2) элементов ПАМЯТЬ подключены к восьмому элементу ИЛИ 80 (ИЛИ8). Четвертый элемент И 81 (И4) подключен к первому 1 (B1) и четвертому 5 (B4) блокам с магнитоуправляемым элементом. Пятый элемент И 82 (И5) подключен к второму 2 (B2) и пятому 6 (B5) блокам с магнитоуправляемым элементом. Шестым элементом И 83 (И6) подключен к третьему 3 (B3) и шестому 7 (B6) блокам с магнитоуправляемым элементом. К четвертому 81 (И4), пятому 82 (И5), шестому 83 (И6) элементам И соответственно подключены тринадцатый 84 (B13), четырнадцатый 85 (B14), пятнадцатый 86 (B15) элементы ВРЕМЯ. Третий элемент ПАМЯТЬ 87 (П3) входами подключен к тринадцатому 84 (B13), четырнадцатому 85 (B14), пятнадцатому 86 (B15) элементам ВРЕМЯ, а выходом подключен к восьмому элементу ИЛИ 80 (ИЛИ8). Выход восьмого элемента ИЛИ 80 (ИЛИ8) подключен к первому 9 (И1) и второму 10 (И2) элементами И. Девятнадцатый блок с магнитоуправляемым элементом 29 (B7) подключен к восьмому элементу ИЛИ 80 (ИЛИ8).

Блок блокировки защиты второго блока определения повреждения 20 (БОП2) подключен (на фиг. 1-7 не показано) к седьмому 14 (B7), восьмому 15 (B8) и девятому 16 (B9) блокам с магнитоуправляемым элементом. Элементы И подключены к десятому 17 (B10), одиннадцатому 18 (B11) и двенадцатому 19 (B12) блокам с магнитоуправляемым элементом. Элементы HE и ВРЕМЯ подключены к седьмому 14 (B7), восьмому 15 (B8), девятому 16 (B9), десятому 17 (B10), одиннадцатому 18 (B11) и двенадцатому 19 (B12) блокам с магнитоуправляемым элементом. Выход элемента ИЛИ подключен к первому 9 (И1) и третьему 21 (И3) элементам И.

Блок блокировки защиты третьего блока определения повреждения 28 (БОП3) подключен (на фиг. 1-7 не показано) к тринадцатому 22 (B13), четырнадцатому 23 (B14) и пятнадцатому 24 (B15), блокам с магнитоуправляемым элементом. Элементы И подключены к шестнадцатому 25 (B16), семнадцатому 26 (B17) и восемнадцатому 27 (B18) блокам с магнитоуправляемым элементом. Элементы HE и ВРЕМЯ подключены к тринадцатому 22 (B13), четырнадцатому 23 (B14), пятнадцатому 24 (B15), шестнадцатому 25 (B16), семнадцатому 26 (B17) и восемнадцатому 27 (B18) блокам с

магнитоуправляемым элементом. Выход элемента ИЛИ подключен к второму 10 (И2) и третьему 21 (И3) элементам И.

В качестве геркона 37 может быть использован геркон типа КЭМ-2. В качестве диода 35 может быть использован диод типа Д7А. Обмотка 36 и катушка индуктивности 32 выполнены с помощью обмотки промежуточного реле типа РП-16-1. В качестве усилителя 33 (У) может быть использован усилитель типа К14УД6. Фазоповоротная схема 34 (ФПС) может быть выполнена, например, на конденсаторе и резисторе [Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. Учебник для вузов, 4-е изд. перераб. и доп. - М. Высш. шк., 2006, с. 58-59]. Первый 38 (НЕ1), второй 39 (НЕ2), третий 40 (НЕ3), четвертый 41 (НЕ4), пятый 42 (НЕ5) и шестой 43 (НЕ6) элементы НЕ, первый 44 (В1), второй 45 (В2), третий 46 (В3), четвертый 47 (В4), пятый 48 (В5), шестой 49 (В6), седьмой 50 (В7), восьмой 51 (В8), девятый 52 (В9), десятый 53 (В10), одиннадцатый 54 (В11), двенадцатый 55 (В12), тринадцатый 84 (В13), четырнадцатый 85 (В14), пятнадцатый 86 (В15) элементы ВРЕМЯ, первый 11 (ИЛИ1), второй 56 (ИЛИ2), третий 57 (ИЛИ3), четвертый 58 (ИЛИ4), пятый 59 (ИЛИ5), шестой 60 (ИЛИ6), седьмой 61 (ИЛИ7), восьмой 80 (ИЛИ8) элементы ИЛИ, первый 9 (И1), второй 10 (И2), третий 21 (И3), четвертый 81 (И4), пятый 82 (И5), шестой 83 (И6) элементы И, блок блокировки защиты 68 (БЗ), первый 69 (Т1), второй 70 (Т2), третий 71 (Т3) таймеры, первый 72 (ЭС1), второй 73 (ЭС2), третий 74 (ЭС3), четвертый 75 (ЭС4), пятый 76 (ЭС5), шестой 77 (ЭС6) элементы сравнения, первый 78 (П1) второй 79 (П2), третий 87 (П3) элементы ПАМЯТЬ могут быть выполнены на микроконтроллере серии 51 производителя atmel AT89S53. В качестве исполнительного органа 12 (ИО) может быть использовано промежуточное реле РП 16-1. В качестве выключателя 13 может быть использован выключатель типа ВПМ-10-20/630У3.

Работу устройства рассмотрим на примере первого блока определения повреждения 8 (БОП1). В момент включения выключателя 13 электродвигателя 4 на геркон 37 и катушку индуктивности 32 первого 1 (Б1), второго 2 (Б2), третьего 3 (Б3), четвертого 5 (Б4), пятого 6 (Б5), шестого 7 (Б6) блоков с магнитоуправляемым элементом действует магнитное поле, созданное током в токопроводе соответствующей фазы. При этом в катушке индуктивности 32 наводится электродвижущая сила, которая усиливается усилителем 33 (У), поворачивается фазоповоротной схемой 34 (ФПС) и подается на обмотку 36 через диод 35. В результате, по обмотке 36 в первом 1 (Б1), втором 2 (Б2), третьем 3 (Б3) блоках с магнитоуправляемым элементом протекает ток в положительную полуволну переменного тока промышленной частоты, а в четвертом 5 (Б4), пятом 6 (Б5), шестом 7 (Б6) блоках с магнитоуправляемым элементом протекает ток в отрицательную полуволну. Под действием магнитных потоков, созданных током в токопроводе и током в обмотке 36, геркон 37 срабатывает. Первый 1 (Б1), второй 2 (Б2), третий 3 (Б3) и четвертый 5 (Б4), пятый 6 (Б5), шестой 7 (Б6) блоки с магнитоуправляемым элементом начинают выдавать сигналы на входы блока блокировки защиты 68 (БЗ) и четвертого 81 (И4), пятого 82 (И5), шестого 83 (И6) элементов И. Блок блокировки защиты 68 (БЗ) не пропускает первый поступивший сигнал и пропускает все последующие, пока электродвигатель 4 находится в работе. При отключении электродвигателя 4 и повторном его включении эта операция повторяется. Использование блока блокировки защиты 68 (БЗ) обусловлено тем, что включение выключателя может произойти в момент, когда, например, ток I_A имеет максимальное значение. Тогда время $t_{1,2}^p$ (фиг. 4) между срабатываниями герконов 37 в первом 1 (Б1) и втором 2 (Б2) блоках с магнитоуправляемым элементом во время

включения выключателя становится меньше, чем время $t_{1,2}^y = 6,6$ мс в установившемся режиме, что может привести к ложному срабатыванию защиты. С выходов блока блокировки защиты 68 (Б3) сигналы поступают на первый 69 (Т1), второй 70 (Т2), третий 71 (Т3) таймеры, где первый поступивший сигнал запускает их, а второй останавливает. Измеренное время с выходов первого 69 (Т1), второго 70 (Т2), третьего 71 (Т3) таймеров подается на элементы сравнения 72 (ЭС1) - 77 (ЭС6), где сравнивается с уставкой. Первый 72 (ЭС1), третий 74 (ЭС3) и пятый 76 (ЭС5) элементы сравнения выдают сигнал, если время между срабатываниями герконов в первом 1 (Б1) и втором 2 (Б2), втором 2 (Б2) и третьем 3 (Б3), первом 1 (Б1) и третьем 3 (Б3) блоках с магнитоуправляемым элементом меньше, чем 3,3 мс, а второй 73 (ЭС2), четвертый 75 (ЭС4) и шестой 77 (ЭС6) элементы сравнения - если время больше 8,3 мс и меньше 10 мс. При этом в режиме нагрузки или пуска электродвигателя 4 угол между векторами токов в его фазах А, В, С равен 120° . Поэтому время между срабатываниями герконов в первом 1 (Б1) и втором 2 (Б2), втором 2 (Б2) и третьем 3 (Б3), первом 1 (Б1) и третьем 3 (Б3) блоках с магнитоуправляемым элементом составляет 6,6 мс или 13,3 мс в зависимости от того в каком порядке сработали герконы 37 в этих блоках, а время совпадения сигналов, выдаваемое первым 1 (Б1) и четвертым 5 (Б4), вторым 2 (Б2) и пятым 6 (Б5), третьим 3 (Б3) и шестым 7 (Б6) блоками с магнитоуправляемым элементом, равно 0 с, так как герконы 37 в первом 1 (Б1), втором 2 (Б2), третьем 3 (Б3) блоках с магнитоуправляемым элементом замыкают свои контакты в положительную полуволну переменного тока, а в четвертом 5 (Б4), пятом 6 (Б5), шестом 7 (Б6) блоках с магнитоуправляемым элементом герконы 37 замыкают свои контакты в отрицательную полуволну этого же тока. Поэтому не выполняется условие срабатывания элементов сравнения 72 (ЭС1) - 77 (ЭС6), а также нет сигналов на выходах четвертого И 81 (И4), пятого 82 (И5), шестого 83 (И6) элементов И, и восьмого элемента ИЛИ 80 (ИЛИ8). Аналогично не выдают сигналы второй 20 (БОП2) и третий 28 (БОП3) блоки определения повреждения, и защита не срабатывает.

При витковом замыкании внутри электродвигателя 4, например, в фазе А, сдвиг фаз между токами поврежденной и одной из неповрежденных, например, в фазе В, не превышает 60° . Время между срабатываниями герконов 37 в первом 1 (Б1) и втором 2 (Б2) блоках с магнитоуправляемым элементом $t_{1,2} \leq 3,3$ мс (фиг. 5). Сигналы от первого 1 (Б1) и второго 2 (Б2) блоков с магнитоуправляемым элементом поступают на входы первого таймера 69 (Т1), затем сигнал, пропорциональный измеренному времени, поступает на вход первого элемента сравнения 72 (ЭС1), который выдает сигнал на вход первого элемента ПАМЯТЬ 78 (П1). В первом элементе ПАМЯТЬ 78 (П1) этот сигнал запоминается на время, равное периоду колебаний переменного тока, и подается на вход восьмого элемента ИЛИ 80 (ИЛИ8), на выходе которого появляется сигнал о наличии повреждения в электродвигателе 4.

При обрыве одной из фаз электродвигателя 4, например фазы А, токи в двух других находятся почти в противофазе, угол между ними составляет 150° - 180° , в результате чего время 12,3 (фиг.б) между срабатываниями герконов 37 во втором 2 (Б2) и третьем 3 (Б3) блоках с магнитоуправляемым элементом составляет 8,3-10 мс. Сигналы от второго 2 (Б2) и третьего 3 (Б3) блоков с магнитоуправляемым элементом через блок блокировки защиты 68 (Б3) и второй таймер 70 (Т2) поступают на четвертый элемент сравнения 75 (ЭС4), который выдает сигнал. Он запоминается вторым элементом ПАМЯТЬ 79 (П2) на время, равное периоду колебаний переменного тока, и подается на вход восьмого элемента ИЛИ 80 (ИЛИ8), на выходе которого появляется сигнал о

наличии повреждения в электродвигателе 4.

При междуфазных КЗ внутри электродвигателя 4 или в соединительном кабеле, например между фазами В и С, фаза тока со стороны нулевых выводов меняется на противоположную и составляет 120° - 180° , время $t_{\text{сов } 2,5}$ и $t_{\text{сов } 3,6}$ (фиг. 7) совпадения сигналов от второго 2 (Б2) и пятого 5 (Б5), третьего 3 (Б3) и шестого 6 (Б6) блоков с магнитоуправляемым элементом превосходит установленное на четырнадцатом 85 (В14), пятнадцатом 86 (В15) элементах ВРЕМЯ. Поэтому они выдают сигналы, которые запоминаются в третьем элементе ПАМЯТЬ 87 (П3) на время несовпадения указанных сигналов. С выхода третьего элемента ПАМЯТЬ 87 (П3) сигнал поступает на восьмой элемент ИЛИ 80 (ИЛИ1), на выходе которого появляется сигнал о наличии повреждения в электродвигателе 4.

При трехфазном КЗ при включении электродвигателя 4 (когда электродвигатель еще не вращается) срабатывает геркон (на фиг. 1-7 не показан) девятнадцатого блока с магнитоуправляемым элементом 29 (Б19) и подает сигнал на вход восьмого элемента ИЛИ 80 (ИЛИ8), на выходе которого появляется сигнал о наличии повреждения в электродвигателе 4.

Аналогично работают второй 20 (БОП2) и третий 28 (БОП3) блоки определения повреждения.

Сигналы от первого 8 (БОП1), второго 20 (БОП2) и третьего 28 (БОП3) блоков определения повреждения попарно подаются на первый 9 (И1), второй 10 (И2) и третий 21 (И3) элементы И. Если сигнал выдают хотя бы два блока определения повреждения, то первый элемент ИЛИ 11 (ИЛИ1) выдает сигнал на вход исполнительного органа 12 (ИО), который срабатывает и подает сигнал на отключение выключателя 13.

Одновременно с появлением сигналов на входах блока блокировки защиты 68 (Б3), они появляются на входах седьмого 50 (В7), восьмого 51 (В8), девятого 52 (В9), десятого 53 (В10), одиннадцатого 54 (В11), двенадцатого 55 (В12) элементов ВРЕМЯ, а при отсутствии - через первый 38 (НЕ1), второй 39 (НЕ2), третий 40 (НЕ3), четвертый 41 (НЕ4), пятый 42 (НЕ5) и шестой 43 (НЕ6) элементы НЕ на входах первого 44 (В1), второго 45 (В2), третьего 46 (В3), четвертого 47 (В4), пятого 48 (В5), шестого 49 (В6), элементов ВРЕМЯ. При этом при нормальной работе герконов 37 и отсутствии обрывов соединительных проводов первый 44 (В1), второй 45 (В2), третий 46 (В3), четвертый 47 (В4), пятый 48 (В5), шестой 49 (В6), седьмой 50 (В7), восьмой 51 (В8), девятый 52 (В9), десятый 53 (В10), одиннадцатый 54 (В11), двенадцатый 55 (В12) элементы ВРЕМЯ сигналов не выдают, так как длительность замкнутого и разомкнутого состояния контактов герконов 37 не превышает пол периода колебаний тока промышленной частоты (уставку срабатывания). Следовательно нет сигнала и на выходах второго 56 (ИЛИ2), третьего 57 (ИЛИ3), четвертого 58 (ИЛИ4), пятого 59 (ИЛИ5), шестого 60 (ИЛИ6) и седьмого 61 (ИЛИ7) элементов ИЛИ.

При залипании контактов геркона 37, например, в первом блоке с магнитоуправляемым элементом 1 (Б1), сигнал на вход седьмого элемента ВРЕМЯ 50 (В7) поступает в течение времени, превышающего уставку его срабатывания. Поэтому седьмой элемент ВРЕМЯ 50 (В7) выдает сигнал. С выхода второго элемента ИЛИ 56 (ИЛИ2) сигнал поступает на вход первой сигнальной лампы 62, которая загораясь сигнализирует о наличии неисправности в первом блоке с магнитоуправляемым элементом 1 (Б1).

При обрыве соединительных проводов или несрабатывании геркона 23, например, в первом блоке с магнитоуправляемым элементом 1 (Б1), сигнал на первый элемент НЕ 38 (НЕ1) и седьмой элемент ВРЕМЯ 50 (В7) не поступает, при этом на входе первого

элемента ВРЕМЯ 44 (В1) сигнал присутствует. Длительность этого сигнала превышает заданное значение, и на выходе второго элемента ИЛИ 56 (ИЛИ2) появляется сигнал, который поступает на вход первой сигнальной лампы 62. Первая сигнальная лампа 62 загорается и сигнализирует о неисправности первого блока с магнитоуправляемым элементом 1 (Б1) и обрыве соединительного провода.

Формула изобретения

Устройство для защиты электродвигателей и питающего его кабеля от коротких замыканий и обрыва фазы, содержащее одинаковые первый (1), второй (2), третий (3) блоки с магнитоуправляемым элементом, соответственно расположенные в магнитном поле токопроводов фаз А, В, С со стороны ввода электродвигателя (4), а со стороны его нулевых выводов соответственно расположены одинаковые четвертый (5), пятый (6), шестой (7) блоки с магнитоуправляемым элементом, каждый из шести блоков с магнитоуправляемым элементом содержит геркон (37), на который намотана обмотка (36) и один контакт которого соединен с плюсом источника оперативного тока, а седьмой (29) блок с магнитоуправляемым элементом расположен в магнитном поле токопровода одной из фаз электродвигателя (4) со стороны питания и содержит геркон, один контакт которого соединен с плюсом источника оперативного тока, причем первый блок определения повреждения (8) включает в себя первый (78) и второй (79) элементы ПАМЯТЬ, первый элемент ВРЕМЯ (84), который подключен через первый элемент И (81) к второму контакту геркона (37) первого (1) и четвертого (5) блоков с магнитоуправляемым элементом, второй элемент ВРЕМЯ (85), который подключен через второй элемент И (82) к второму контакту геркона (37) второго (2) и пятого (6) блоков с магнитоуправляемым элементом, третий элемент ВРЕМЯ (86), который подключен через третий элемент И (83) к второму контакту геркона (37) третьего (3) и шестого (7) блоков с магнитоуправляемым элементом, третий элемент ПАМЯТЬ (87), подключенный к первому (84), второму (85) и третьему (86) элементам ВРЕМЯ, а исполнительный орган (12) выходом подключен в цепь отключения выключателя (13) электродвигателя (4), отличающееся тем, что первый (1), второй (2), третий (3), восьмой (14), девятый (22), десятый (15), одиннадцатый (23), двенадцатый (16), тринадцатый (24) блоки с магнитоуправляемым элементом каждый содержит катушку индуктивности (32), к выводам которой подключен усилитель (33), к которому подключена фазоповоротная схема (34), к выходам которой подключен анод диода (35) и один из выводов обмотки (36), другой вывод которой подключен к катоду диода (35), а четвертый (5), пятый (6), шестой (7), четырнадцатый (17), пятнадцатый (25), шестнадцатый (18), семнадцатый (26), восемнадцатый (19), девятнадцатый (27) блоки с магнитоуправляемым элементом каждый содержит катушку индуктивности (32), к выводам которой подключен усилитель (33), к которому подключена фазоповоротная схема (34), к выходам которой подключен катод диода (35) и один из выводов обмотки (36), другой вывод которой подключен к аноду диода (35), при этом восьмой (14) и девятый (22), десятый (15) и одиннадцатый (23), двенадцатый (16) и тринадцатый (24) блоки с магнитоуправляемым элементом расположены соответственно в магнитном поле токопроводов фаз А, В, С со стороны ввода электродвигателя (4), четырнадцатый (17) и пятнадцатый (25), шестнадцатый (18) и семнадцатый (26), восемнадцатый (19) и девятнадцатый (27) блоки с магнитоуправляемым элементом соответственно расположены в магнитном поле токопроводов фаз А, В, С со стороны нулевых выводов электродвигателя (4), двадцатый (30) и двадцать первый (31) блоки с магнитоуправляемым элементом расположены в магнитном поле токопровода одной

из фаз электродвигателя (4) со стороны питания и каждый содержит геркон, один контакт которого соединен с плюсом источника оперативного тока, при этом первый блок определения повреждения содержит первый (38), второй (39), третий (40), четвертый (41), пятый (42) и шестой (43) элементы НЕ, подключенные соответственно к второму контакту геркона (37) первого (1), второго (2), третьего (3), четвертого (5), пятого (6) и шестого (7) блоков с магнитоуправляемым элементом, а первый (56), второй (57), третий (58), четвертый (59), пятый (60) и шестой (61) элементы ИЛИ одним входом подключены соответственно через четвертый (44), пятый (45), шестой (46), седьмой (47), восьмой (48) и девятый (49) элементы ВРЕМЯ к первому (38), второму (39), третьему (40), четвертому (41), пятому (42) и шестому (43) элементам НЕ, а другим входом подключены соответственно через десятый (50), одиннадцатый (51), двенадцатый (52), тринадцатый (53), четырнадцатый (54) и пятнадцатый (55) элементы ВРЕМЯ к второму контакту геркона (37) первого (1), второго (2), третьего (3), четвертого (5), пятого (6) и шестого (7) блоков с магнитоуправляемым элементом, и выходом подключены к первой (62), второй (63), третьей (64), четвертой (65), пятой (66), шестой (67) сигнальным лампам, блок блокировки защиты (68) подключен к второму контакту геркона (37) первого (1), второго (2) и третьего (3) блоков с магнитоуправляемым элементом, первый (69), второй (70) и третий (71) таймеры подключены к выходам блока блокировки защиты (68), первый (72) и второй (73), третий (74) и четвертый (75), пятый (76) и шестой (77) элементы сравнения соответственно попарно подключены к первому (69), второму (70), третьему (71) таймерам, при этом первый элемент ПАМЯТЬ (78) подключен к первому (72), третьему (74) и пятому (76) элементам сравнения, второй элемент ПАМЯТЬ (79) подключен к второму (73), четвертому (75) и шестому (77) элементам сравнения, выходы первого (78), второго (79), третьего (87) элементов ПАМЯТЬ и второй контакт геркона (37) седьмого (29) блока с магнитоуправляемым элементом подключены к седьмому элементу ИЛИ (80), выход которого, являясь выходом первого блока определения повреждения (8), подключен к четвертому (9) и пятому (10) элементам И, при этом первый (8), второй (20) и третий (28) блоки определения повреждения выполнены одинаково, а блок блокировки защиты (68) второго блока определения повреждения (20) подключен к второму контакту геркона (37) восьмого (14), десятого (15), двенадцатого (16) блоков с магнитоуправляемым элементом, первый (38), второй (39), третий (40), четвертый (41), пятый (42), шестой (43) элементы НЕ подключены к второму контакту геркона (37) восьмого (14), десятого (15), двенадцатого (16), четырнадцатого (17), шестнадцатого (18), восемнадцатого (19) блоков с магнитоуправляемым элементом, десятый (50), одиннадцатый (51), двенадцатый (52), тринадцатый (53), четырнадцатый (54) и пятнадцатый (55) элементы ВРЕМЯ соответственно подключены к второму контакту геркона (37) восьмого (14), десятого (15), двенадцатого (16), четырнадцатого (17), шестнадцатого (18), восемнадцатого (19) блоков с магнитоуправляемым элементом, седьмой элемент ИЛИ (80) подключен входом к второму контакту геркона (37) двадцатого (30) блока с магнитоуправляемым элементом, а выходом подключен к четвертому (9) и шестому (21) элементам И, при этом блок блокировки защиты (68) третьего блока определения повреждения (28) подключен к второму контакту геркона (37) девятого (22), одиннадцатого (23), тринадцатого (24) блоков с магнитоуправляемым элементом, первый (38), второй (39), третий (40), четвертый (41), пятый (42), шестой (43) элементы НЕ подключены к второму контакту геркона (37) девятого (22), одиннадцатого (23), тринадцатого (24), пятнадцатого (25), семнадцатого (26), девятнадцатого (27) блоков с магнитоуправляемым элементом, десятый (50), одиннадцатый (51), двенадцатый (52), тринадцатый (53),

четырнадцатый (54) и пятнадцатый (55) элементы ВРЕМЯ соответственно подключены к второму контакту геркона (37) девятого (22), одиннадцатого (23), тринадцатого (24), пятнадцатого (25), семнадцатого (26), девятнадцатого (27) блоков с магнитоуправляемым элементом, седьмой элемент ИЛИ (80) подключен входом к второму контакту геркона (37) двадцать первого (31) блока с магнитоуправляемым элементом, а выходом 5 подключен к пятому (10) и шестому (21) элементам И, причем четвертый (9), пятый (10) и шестой (21) элементы И подключены выходами к восьмому элементу ИЛИ (11), выход которого подключен к исполнительному органу (12).

10

15

20

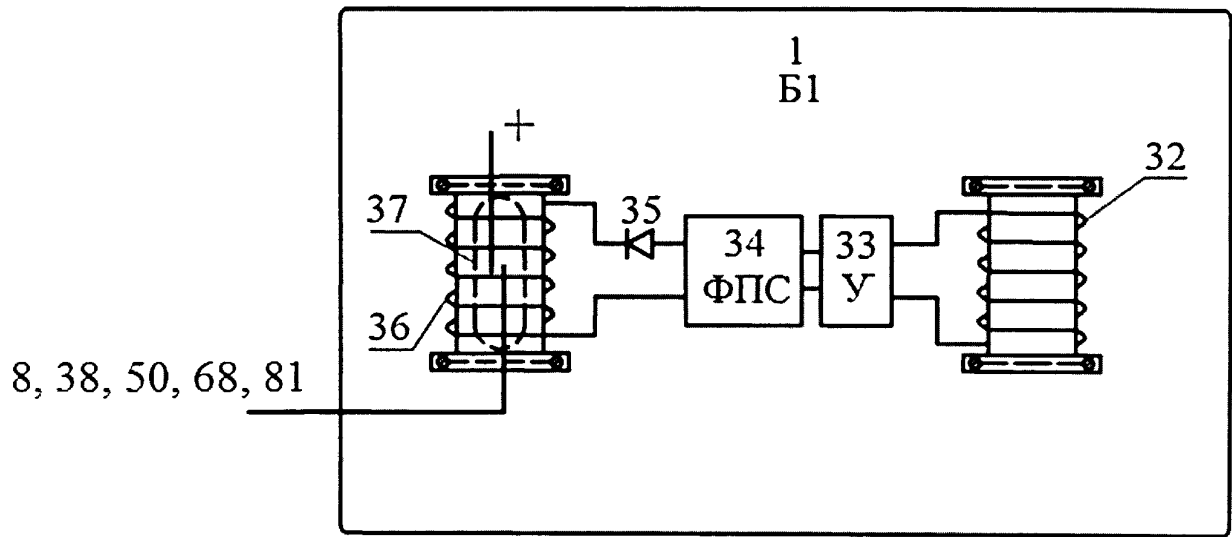
25

30

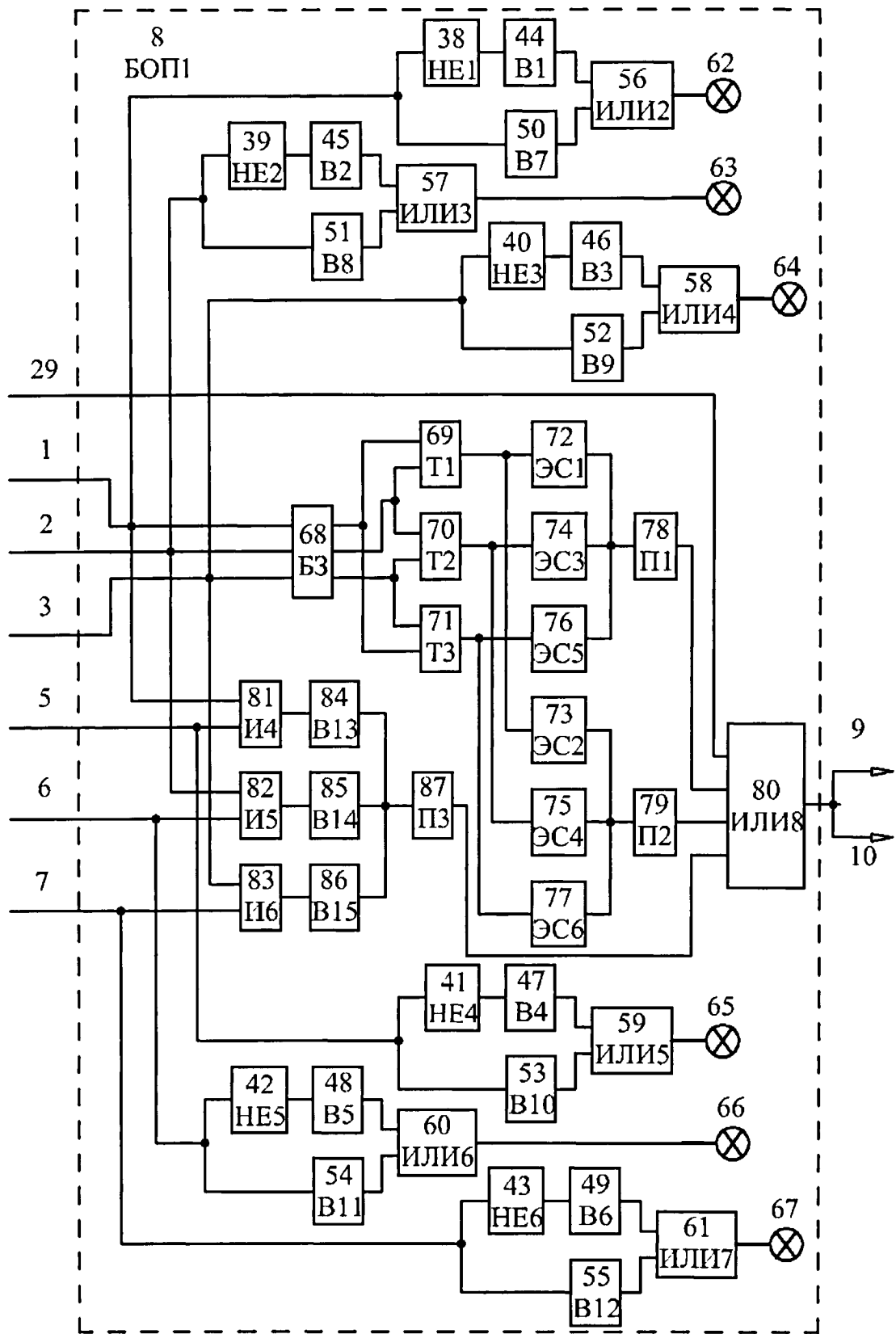
35

40

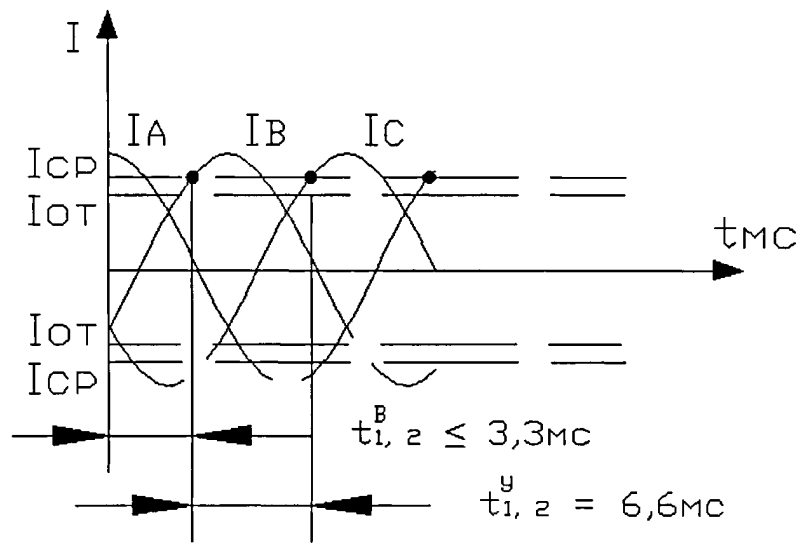
45



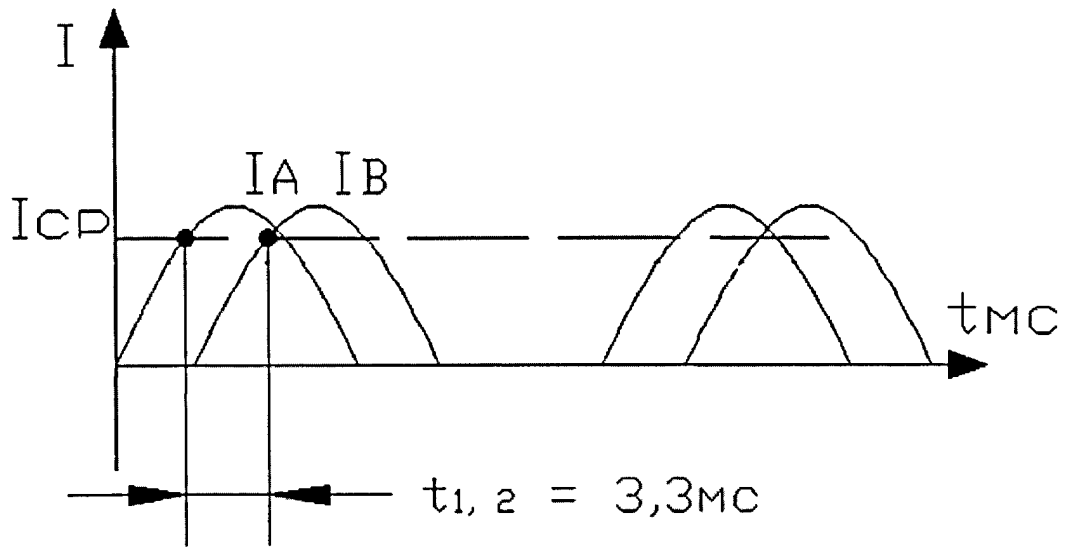
Фиг. 2



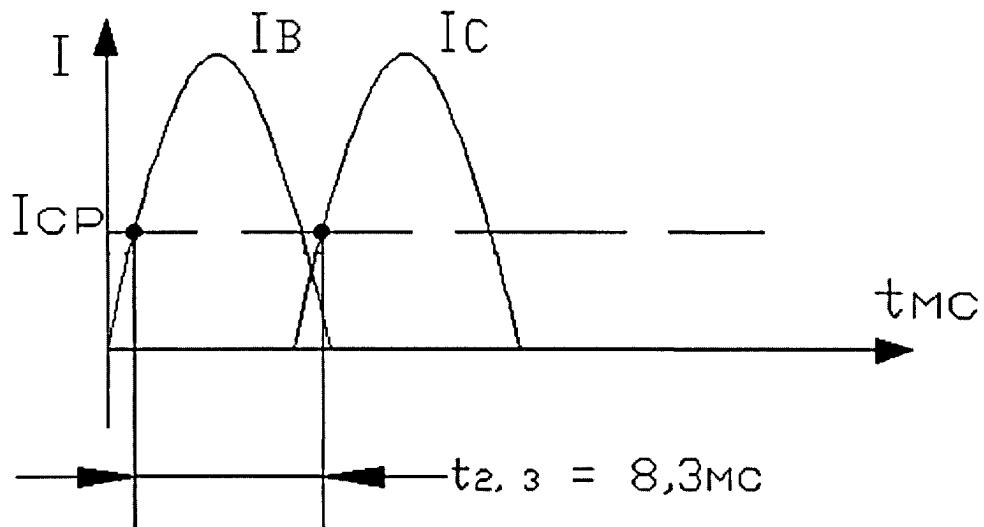
Фиг. 3



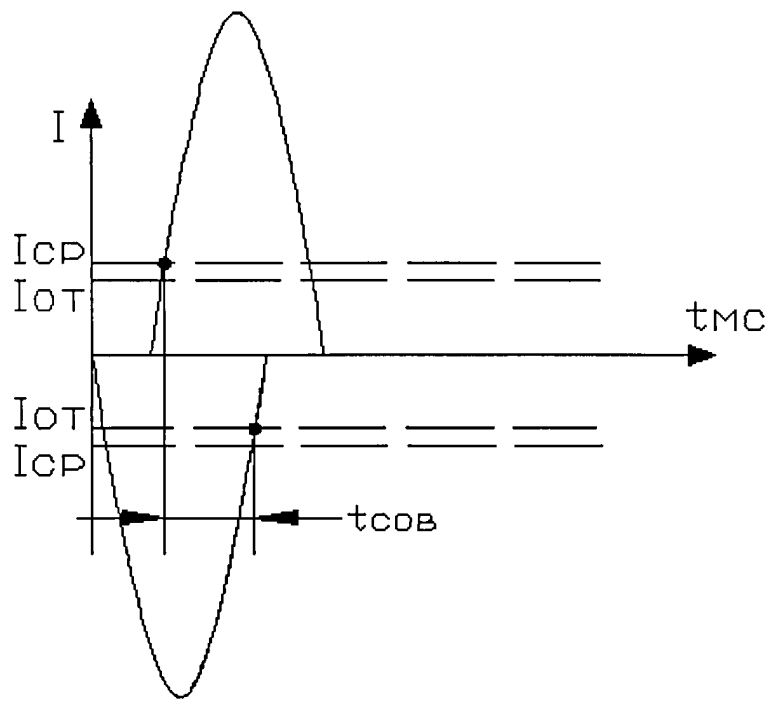
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7