

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014120482/07, 21.10.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
21.10.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 21.10.2011

(45) Опубликовано: 10.09.2015 Бюл. № 25

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: JP2001275247A, 05.10.2001.
US5523938A, 04.06.1996. SU1156213A1, 15.05.1985(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 21.05.2014(86) Заявка РСТ:
EP 2011/068486 (21.10.2011)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2013/056751 (25.04.2013)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, строение 3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры"

(72) Автор(ы):

БЕНГТССОН Торд (SE),
РОКСЕНБОРГ Стефан (SE)

(73) Патентообладатель(и):

АББ РИСЕРЧ ЛТД (CH)

C1
8 9 6 2 9 6 2 5 2 R U(54) СПОСОБ И СИСТЕМА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ НЕИСПРАВНОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ В
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА В ПОСТОЯННЫЙ ТОК

(57) Реферат:

Настоящее изобретение относится к устройству (1) для обнаружения неисправного выпрямителя в трехфазном преобразователе переменного тока в постоянный ток, имеющем свою сторону переменного тока, соединенную с трехфазным источником (90) переменного тока, и свою сторону постоянного тока, соединенную с нагрузкой (50) постоянного тока, при этом преобразователь переменного тока в постоянный ток включает в себя выпрямительную схему (30), содержащую, по меньшей мере, три ветви (31, 31', 31''), каждая из ветвей (31, 31', 31'') соединена с соответствующей фазой (40) переменного тока и включает в себя, по меньшей мере, один выпрямитель (32, 34, 32', 34', 32'', 34''), при этом устройство (1) включает в себя измерительный

блок (20) для измерения и выборки переменного тока каждой из фаз и вычислительный блок (10), выполненный с возможностью оценки мгновенного постоянного тока на основе измеренных мгновенных переменных токов в течение одного периода частоты источника питания. Вычислительный блок (10) дополнительно выполнен с возможностью вычисления величины пульсации оцененного мгновенного постоянного тока, определения, не превышает ли вычисленная величина пульсации предопределенное пороговое значение, инициирования аварийного сигнала соответственно, вычисления значения состояния выпрямителя на основе максимального мгновенного переменного фазного тока и

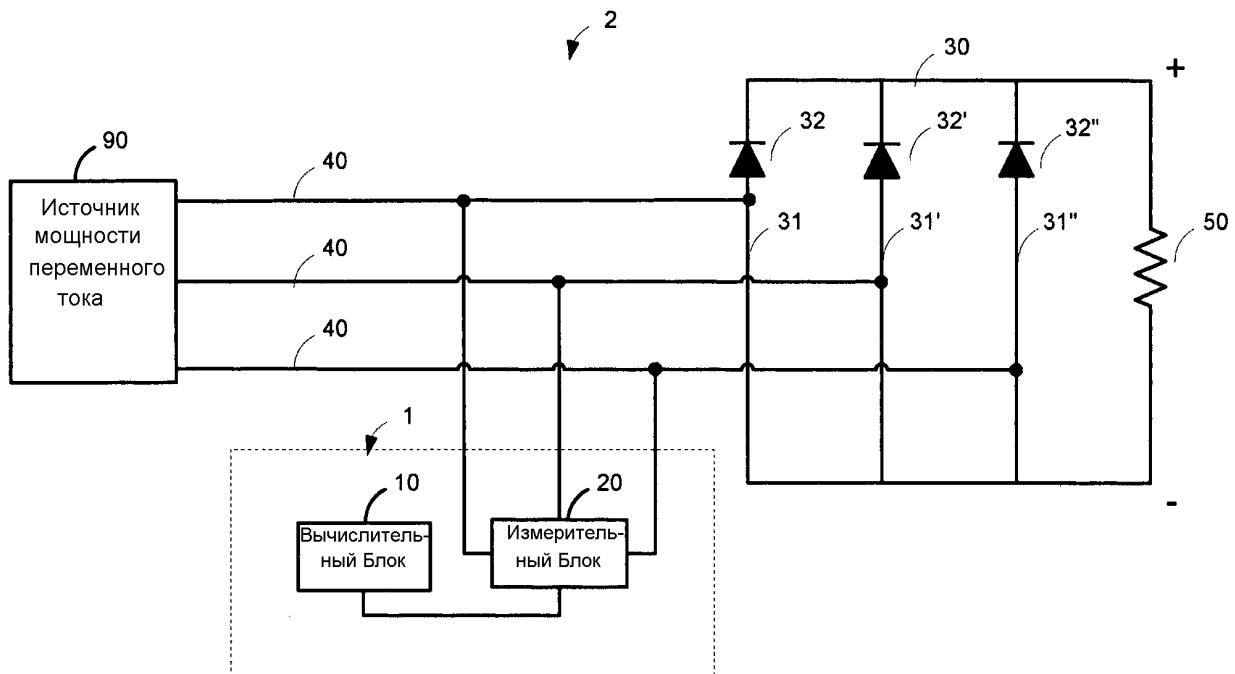
R
U
2
5
6
2
9
6
8

C
1

R U 2 5 6 2 9 6 8 C 1

минимального мгновенного переменного фазного тока в течение одного и того же периода и определения для каждой из ветвей, имеет ли выпрямитель в ветви неисправность

непроводимости, на основе вычисленного значения состояния выпрямителя. Технический результат - обеспечение возможности обнаружить неисправный диод. З н. и 9 з.п. ф-лы, 7ил.



ФИГ.1а

R U 2 5 6 2 9 6 8 C 1

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2014120482/07, 21.10.2011

(24) Effective date for property rights:
21.10.2011

Priority:

(22) Date of filing: 21.10.2011

(45) Date of publication: 10.09.2015 Bull. № 25

(85) Commencement of national phase: 21.05.2014

(86) PCT application:
EP 2011/068486 (21.10.2011)(87) PCT publication:
WO 2013/056751 (25.04.2013)

Mail address:

129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, stroenie 3,
OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery"

(72) Inventor(s):

BENGTSSON Tord (SE),
ROKSENborg Stefan (SE)

(73) Proprietor(s):

ABB RISERCh LTD (CH)

C1
8 6 2 9 6 8
RUR U
2 5 6 2 9 6 8

C 1

(54) METHOD AND SYSTEM FOR DETECTING FAULTY RECTIFIER IN AC-TO-DC CONVERTER

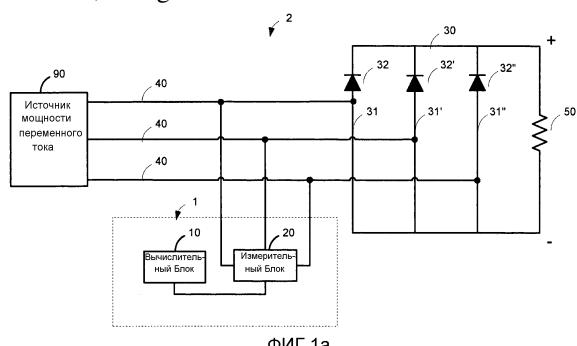
(57) Abstract:

FIELD: electricity.

SUBSTANCE: invention is referred to device (1) for detecting faulty rectifier in AC-to-DC converter having its alternating-current side connected to three-phase AC source (90) and its direct-current source connected to DC load (50). AC-to-DC converter includes rectifier circuit (30) comprised of at least three branches (31, 31', 31''), each branch (31, 31', 31'') connected to the respective alternating-current phase (40), and at least one rectifier (32, 34, 32', 34', 32'', 34''). Device (1) includes measuring unit (20) for measurement and selection of alternating current for each phase and computing unit (10) made to evaluate instantaneous direct current value based on measures instantaneous alternating current within one frequency period of the power supply source. Computing unit (10) is designed for additional computation of percent ripple for the evaluated instantaneous current and determination whether the calculated percent ripple

exceeds threshold value, initiation of alarm signal respectively, computation of the rectifier status value based on maximum instantaneous alternating phase current within the same period and determination for each branch availability or unavailability of fault in conductivity based on the computed rectifier status value.

EFFECT: possible determination of faulty diode.
12 cl, 7 dwg



ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Настоящее изобретение относится к области обнаружения неисправного выпрямителя в преобразователе переменного тока в постоянный ток для преобразования трехфазной мощности переменного тока в мощность постоянного тока. Преобразователь

- 5 переменного тока в постоянный ток, включающий в себя выпрямительную схему, которая имеет свою сторону переменного тока, соединенную с источником переменного тока для подачи мощности и свою сторону постоянного тока, соединенную с нагрузкой постоянного тока, и включает в себя, по меньшей мере, три ветви, где каждая из ветвей соединена с соответствующей фазой переменного тока и включает в себя, по меньшей
- 10 мере, один выпрямитель. Настоящее изобретение относится также к системе возбуждения, используемой в синхронной вращающейся электрической машине для возбуждения ротора синхронной вращающейся электрической машины, где система возбуждения содержит возбудитель, включающий в себя преобразователь переменного тока в постоянный ток, и устройство для обнаружения неисправного выпрямителя в
- 15 выпрямительной схеме преобразователя переменного тока в постоянный ток.

ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Преобразователь переменного тока в постоянный ток преобразует переменный ток (AC), который периодически меняет направление на противоположное, в постоянный ток (DC), который протекает только в одном направлении. Он, как правило,

- 20 используется в источниках питания постоянного тока и системах передачи энергии постоянного тока высокого напряжения. Например, в генераторе мощности напряжение на статоре создается на терминальной стороне путем подачи постоянного тока возбуждения в обмотки ротора, когда ротор вращается. Обмотка ротора обеспечивается постоянным током возбуждения через преобразователь переменного тока в постоянный
- 25 ток, включающий в себя выпрямительную схему и силовой трансформатор. Выпрямительная схема может содержать три ветви, при этом каждая из ветвей соединена с соответствующей фазой переменного тока и включает в себя, по меньшей мере, один выпрямитель, который является важнейшим компонентом в выпрямительной схеме для преобразования напряжения переменного тока в напряжение постоянного тока.
- 30 Выпрямитель может быть либо диодом, либо тиристором.

В случае, если выпрямитель выходит из строя в выпрямительной схеме, например, в случае короткого замыкания или непроводящего диода/тиристора, роторная система в высшей степени подвергается опасности. Следовательно, существует необходимость в обнаружении неисправного выпрямителя, когда преобразователь переменного тока

- 35 в постоянный ток находится в рабочем состоянии.
- US 2010/0066551 A1 описывает контроллер для диагностики неисправности генерирования мощности для силовой схемы в электрическом приводе. Силовая схема включает в себя выпрямительную схему. Чтобы обнаружить выход из строя одного из диодов в выпрямительной схеме, которая преобразует трехфазную мощность
- 40 переменного тока в мощность постоянного тока, он вычисляет среднеквадратические значения фазного тока каждой из 3 фаз и затем сравнивает соотношение среднеквадратических значений фазного тока фаз. Когда соотношение превышает порог, контроллер определяет, что одна из фаз тока несбалансирована. Это определение может служить признаком того, что одна из диодных ветвей
- 45 выпрямительной схемы неисправна. Кроме того, контроллер может попытаться изолировать конкретный диод, который вышел из строя. Чтобы выполнить такую диагностику, контроллер определяет, в какой из ветвей выпрямителя электрический ток находится в противоположном направлении по сравнению с оставшимися ветвями.

Контроллер может выполнить другие перестановки трех фазных токов, чтобы выполнить это определение. Используя этот подход, может быть обнаружен накоротко замкнутый диод, в то время как другой тип неисправности, т.е., непроводящий диод, не может быть обнаружен.

5 US 5,508,601 раскрывает систему защиты от короткого замыкания выпрямительного диода, которая контролирует схему защиты от пикового тока возбудителя поля и выходное напряжение генератора, чтобы обнаружить присутствие накоротко замкнутого выпрямительного диода. Используя это решение, непроводящий диод также не может быть обнаружен.

10 КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ СУЩНОСТИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Задача настоящего изобретения заключается в том, чтобы обнаружить неисправный выпрямитель в преобразователе переменного тока в постоянный ток и определить тип неисправности в выпрямителе.

Эта задача решается посредством способа по п. 1 формулы изобретения.

15 Такой способ содержит этапы, на которых измеряют мгновенные переменные токи каждой из фаз, оценивают мгновенный постоянный ток на основе измеренных мгновенных переменных токов в течение одного периода частоты источника питания, вычисляют величину пульсации оцененного мгновенного постоянного тока, определяют, когда вычисленная величина пульсации превышает предопределенное пороговое значение, инициируют аварийный сигнал при превышении вычисленной величиной пульсации предопределенного порогового значения, при превышении вычисленной величиной пульсации предопределенного порогового значения для каждой из ветвей вычисляют значение состояния выпрямителя на основе максимального мгновенного переменного фазного тока и минимального мгновенного переменного фазного тока в 20 течение одного и того же периода и определяют для каждой из ветвей, имеет ли выпрямитель в ветви неисправность непроводимости, на основе вычисленного значения состояния выпрямителя.

25

Под непроводимостью выпрямителя подразумевается, что выпрямитель препятствует протеканию электрического тока через схему. Такие неисправности приводят к 30 несбалансированным напряжениям, которые впоследствии приводят к непроводимости других выпрямителей в схеме. По мере того как такая неисправность накапливается, риск серьезного повреждения вблизи возрастает.

Когда вычисленная величина пульсации оцененного мгновенного постоянного тока превышает предопределенное значение, есть признак того, что может быть неисправный 35 выпрямитель в выпрямительной схеме. Тип неисправности представляет собой либо непроводимость, либо короткое замыкание. Оцененный мгновенный постоянный ток основан на мгновенном переменном токе каждой из фаз в течение одного периода частоты источника питания. Чтобы определить тип неисправности, значение состояния выпрямителя вычисляется на основе максимального мгновенного переменного фазного 40 тока и минимального мгновенного переменного фазного тока в течение одного и того же периода, при этом изобретение способно обнаружить, есть ли непроводящий выпрямитель в выпрямительной схеме.

В зависимости от обстоятельств, в случае, если обнаружен непроводящий выпрямитель, оператор/пользователь может остановить работу и отремонтировать 45 схему, или он может альтернативно выполнить работу с определенными ограничениями или переключить на резервный выпрямитель при наличии такого.

В одном из вариантов осуществления изобретения, в случае, если вычисленная величина пульсации превышает переопределенное пороговое значение, а непроводящий

выпрямитель не обнаружен, для каждой из ветвей вычисляется постоянная составляющая в переменном токе на основе измеренного мгновенного значения переменного тока фазы, и накоротко замкнутый выпрямитель определяется и идентифицируется вслед за этим.

5 В другом варианте осуществления изобретения способ дополнительно содержит этапы, на которых вычисляют максимальный постоянный ток и минимальный постоянный ток в течение одного и того же периода и вычисляют величину пульсации в процентах от оцененного постоянного тока на основе вычисленных максимального и минимального мгновенных постоянных токов.

10 Альтернативно, способ дополнительно содержит этапы, на которых вычисляют средний постоянный ток на основе измеренных мгновенных переменных токов в течение одного и того же периода и вычисляют величину пульсации в процентах от оцененного постоянного тока на основе вычисленных максимального и минимального мгновенных постоянных токов и вычисленного среднего постоянного тока.

15 Эта задача решается предоставлением устройства, как определено в п. 5 формулы изобретения.

Такое устройство включает в себя измерительный блок для измерения и выборки переменных токов для каждой из фаз и вычислительный блок. Вычислительный блок выполнен с возможностью оценки мгновенного постоянного тока на основе измеренных

20 мгновенных переменных токов в течение одного периода частоты источника питания, вычисления величины пульсации оцененного мгновенного постоянного тока, определения, не превышает ли вычисленная величина пульсации предопределенное пороговое значение, инициирования аварийного сигнала при превышении вычисленной величиной пульсации предопределенного порогового значения, вычисления, при

25 превышении вычисленной величиной пульсации предопределенного порогового значения, для каждой из ветвей, значения состояния выпрямителя на основе максимального мгновенного переменного фазного тока и минимального мгновенного переменного фазного тока в течение одного и того же периода и определения для каждой из ветвей, имеет ли выпрямитель в ветви неисправность непроводимости, на

30 основе вычисленного значения состояния выпрямителя.

В соответствии с одним из вариантов осуществления, вычислительный блок дополнительно выполнен с возможностью вычисления, при превышении вычисленной величиной пульсации предопределенного порогового значения и необнаружения непроводящего выпрямителя, для каждой из ветвей, постоянной составляющей в

35 переменном токе на основе измеренного мгновенного значения переменного тока фазы и определения и идентификации для каждой из ветвей, не замкнут ли накоротко выпрямитель, на основе вычисленной постоянной составляющей.

В соответствии с другим вариантом осуществления изобретения, вычислительный блок дополнительно выполнен с возможностью вычисления максимального постоянного тока и минимального постоянного тока в течение одного и того же периода и вычисления величины пульсации в процентах от оцененного постоянного тока на основе вычисленных максимального и минимального мгновенных постоянных токов.

Альтернативно, вычислительный блок дополнительно выполнен с возможностью вычисления среднего постоянного тока на основе измеренных мгновенных переменных токов в течение одного и того же периода и вычисления величины пульсации в процентах от оцененного постоянного тока на основе вычисленных максимального мгновенного и минимального мгновенного постоянных токов и вычисленного среднего постоянного тока.

Такое устройство может использоваться в системе возбуждения для возбуждения синхронной вращающейся электрической машины, где синхронная вращающаяся электрическая машина имеет ротор, при этом система возбуждения содержит трансформатор, имеющий первичную обмотку и вторичную обмотку и возбудитель 5 для возбуждения ротора синхронной вращающейся электрической машины и содержащий преобразователь переменного тока в постоянный ток, включающий в себя, по меньшей мере, три ветви, и каждая из ветвей имеет вход переменного тока, соединенный со вторичной обмоткой, и выход постоянного тока, соединенный с ротором, и каждая из ветвей включает в себя, по меньшей мере, один выпрямитель.

10 Система возбуждения дополнительно содержит устройство по любому из пп. 5-8 формулы изобретения для обнаружения неисправного выпрямителя в преобразователе переменного тока в постоянный ток.

В соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения, измерительный блок устройства дополнительно выполнен с возможностью измерения мгновенного 15 переменного тока либо в первичной обмотке, либо во вторичной обмотке.

В случае, когда трансформатор дополнительно содержит третичную обмотку, и каждая из трех дополнительных ветвей выпрямительной схемы имеет вход переменного тока, соединенный с третичной обмоткой, и выход постоянного тока, соединенный с ротором. Измерительный блок устройства дополнительно выполнен с возможностью 20 измерения мгновенного переменного тока как во вторичной обмотке, так и в третичной обмотке. Альтернативно, измерительный блок может быть выполнен с возможностью только измерения мгновенного переменного тока в первичной обмотке.

В соответствии с другим вариантом осуществления изобретения, система возбуждения может содержать второй трансформатор, имеющий первичную обмотку и вторичную 25 обмотку, где каждая из трех дополнительных ветвей выпрямительной схемы имеет вход переменного тока, соединенный со вторичной обмоткой второго трансформатора, и выход постоянного тока, соединенный с ротором, и каждая из дополнительных трех ветвей содержит, по меньшей мере, один выпрямитель, и измерительный блок дополнительно выполнен с возможностью измерения мгновенного переменного тока, 30 протекающего через обмотку второго трансформатора на той же стороне, что и первый трансформатор.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Теперь изобретение будет объяснено более подробно посредством описания различных вариантов осуществления изобретения и со ссылкой на прилагаемые чертежи. 35 Фиг. 1а-б показывают схематическое представление изобретения в соответствии с первым и вторым вариантами осуществления изобретения, где выпрямительные схемы являются трехфазными однополупериодными трехимпульсными и трехфазными двухполупериодными 6-импульсными, соответственно.

Фиг. 2 иллюстрирует схематическое представление системы возбуждения для 40 возбуждения синхронной вращающейся электрической машины, включающей в себя возбудитель, как показано на Фиг. 2а, в соответствии с третьим вариантом осуществления изобретения, где возбудитель включает в себя устройство настоящего изобретения.

Фиг. 3 иллюстрирует схематическое представление системы возбуждения для 45 возбуждения синхронной вращающейся электрической машины, включающей в себя возбудитель, как показано на Фиг. 3а, в соответствии с четвертым вариантом осуществления изобретения, где трансформатор представляет собой трехобмоточный трансформатор.

Фиг. 4 показывает блок-схему изобретения, в соответствии с вариантом осуществления изобретения.

ОПИСАНИЕ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Изобретение может быть применено в схемах выпрямителя переменного тока в постоянный ток, имеющих различную конфигурацию выпрямителя.

Фиг. 1а-б показывают две конфигурации преобразователя переменного тока в постоянный ток. Фиг. 1а показывает трехфазную однополупериодную выпрямительную схему 30, имеющую свою сторону переменного тока, соединенную с источником 90 питания переменного тока с тремя фазами 40, где каждая из ветвей 31, 31', 31'' схемы соединена с соответствующей фазой переменного тока и включает в себя, по меньшей мере, один выпрямитель 32, 32', 32''. Сторона постоянного тока схемы соединена с импедансом 50 нагрузки постоянного тока. На Фиг. 1б два выпрямителя, положительный 32, 32', 32'' диод и отрицательный 34, 34', 34'' диод расположены в каждой из ветвей 31, 31', 31''. Соответствующая фаза 40 переменного тока подключена между положительным 32, 32', 32'' диодом и отрицательным 34, 34', 34'' диодом ветви. Следовательно, это трехфазный двухполупериодный 6-импульсный преобразователь.

Вне зависимости от конфигурации преобразователя, устройство 1 настоящего изобретения может быть приспособлено для обнаружения неисправного выпрямителя в схеме. Устройство 1 содержит блок 20 измерений и выборки и вычислительный блок 10.

Как показано на Фиг. 4, блок 20 измерений и выборки выполнен с возможностью измерения и выборки переменного тока для каждой из фаз, этап 100. Измеренные значения передаются в вычислительный блок 10. Вычислительный блок 10 выполнен с возможностью оценки мгновенного постоянного тока на основе измеренных мгновенных переменных токов в течение одного периода частоты источника питания, этап 110. Мгновенный постоянный ток может быть оценен следующим образом,

$$i_{DC} = \frac{|i_1| + |i_2| + |i_3|}{2},$$

где $|i_1|$, $|i_2|$ и $|i_3|$ представляют собой абсолютные значения измеренных выборок мгновенных переменных токов, измеренных в каждой из фаз 40, соответственно.

Чтобы иметь возможность обнаружения неисправного выпрямителя, вычислительный блок 10 дополнительно выполнен с возможностью вычисления величины пульсации оцененного мгновенного постоянного тока, этап 120, и вслед за этим определения, не превышает ли вычисленная величина пульсации предопределенного порогового значения, этап 130. Из-за того, что непроводящий выпрямитель может не всегда приводить к асимметрии в фазных токах, вычисляется величина пульсации в процентах от оцененного постоянного тока, которая может быть основана на максимальном постоянном токе i_{DC_MAX} и минимальном постоянном токе i_{DC_MIN} в течение одного и того же периода, в котором измеряется переменный ток каждой из фаз и вычисляется соответствующий мгновенный постоянный ток, где максимальный постоянный ток i_{DC_MAX} и минимальный постоянный ток i_{DC_MIN} могут быть, соответственно, определены следующим образом,

$$i_{DC_MAX} = \max_n \{i_{DC}\}$$

$$i_{DC_MIN} = \min_n \{i_{DC}\},$$

5 где n соответствует количеству мгновенных выборок переменного тока в течение одного периода частоты источника питания.

Предпочтительно, величина пульсации может быть вычислена в процентах.

Существует несколько способов вычисления величины пульсации в процентах от оцененного постоянного тока на основе максимального постоянного тока i_{DC_MAX} и 10 минимального постоянного тока i_{DC_MIN} . Например, один способ может быть таким, как следующий,

$$15 rippleValuePercent = 100 \cdot \frac{(i_{DC_MAX} - i_{DC_MIN})}{0.5 \cdot (i_{DC_MAX} + i_{DC_MIN})}.$$

Она может быть альтернативно вычислена следующим образом,

$$rippleValuePercent = 100 \cdot \frac{(i_{DC_MAX} - i_{DC_MIN})}{\bar{i}_{DC}},$$

20 где \bar{i}_{DC} представляет собой средний постоянный ток мгновенного постоянного тока в течение одного и того же периода.

При превышении вычисленной величиной пульсации предопределенного порогового значения инициируется аварийный сигнал, этап 140.

25 Далее, для каждой из ветвей/фазы вычисляется значение состояния выпрямителя на основе максимального мгновенного переменного фазного тока и минимального мгновенного переменного фазного тока в течение одного и того же периода, этап 150, чтобы обнаружить, имеет ли выпрямитель в ветви неисправность непроводимости, на основе вычисленного значения состояния выпрямителя, этап 160.

30 Пример таких вычислений продемонстрирован следующим образом. Предполагая, что i_1 , i_2 , i_3 представляет выборки мгновенного фазного тока, максимальное мгновенное значение фазного тока для каждой из фаз в одном и том же периоде определяется следующим образом,

$$35 i_{MAX_L_k} = \max_n \{i_k\},$$

где n представляет собой количество мгновенных выборок переменного тока в течение одного и того же периода частоты источника питания, $k=1, 2, 3$ представляет одну из трех фаз. Следовательно, $i_{MAX_L_k}$ представляет максимальное мгновенное 40 значение выборки фазного тока в периоде фазы k. Аналогично, может быть определено минимальное мгновенное значение $i_{MIN_L_k}$ выборки фазного тока в периоде фазы k.

На основе максимального и минимального значений выборки фазного тока значение состояния выпрямителя для каждой фазы затем определяется следующим образом,

$$45 rectifierStatusValue_k = \frac{i_{MAX_L_k}}{(i_{MAX_L_k} - i_{MIN_L_k})},$$

где $k=1, 2, 3$.

В принципе, непроводящий выпрямитель приведет к отсутствующему импульсу в

неисправной фазе.

Для конфигурации выпрямительной схемы, показанной на Фиг. 1б, если rectifierStatusValue находится в диапазоне от 0,75 до 1,25, то отрицательный выпрямитель имеет неисправность непроводимости, тогда как если оно находится в диапазоне от -0,25 до 0,25, то положительный выпрямитель имеет неисправность непроводимости, этап 190. Это происходит потому, что в неповрежденной схеме,

$$i_{MIN_L_k} = -i_{MAX_L_k},$$

что приводит к тому, что rectifierStatusValue=0,5. Если отрицательный выпрямитель имеет неисправность непроводимости, минимальный фазный ток будет равен нулю, что приведет к тому, что rectifierStatusValue отрицательного выпрямителя будет равно единице. Подобным образом, если положительный выпрямитель имеет неисправность непроводимости, максимальный фазный ток будет равен нулю, что приведет к тому, что rectifierStatusValue будет равно нулю.

В том случае, если выпрямитель имеет неисправность непроводимости, может быть установлен сигнал, и могут быть приняты контрмеры, например, можно затем остановить и отремонтировать, запустить с ограничениями или переключить на резервный выпрямитель при наличии такого.

При превышении вычисленной величиной пульсации предопределенного порогового значения и необнаружении непроводящего выпрямителя, для каждой из ветвей вычисляется постоянная составляющая в переменном токе на основе измеренных мгновенных значений переменного тока фазы, этап 170. Накоротко замкнутый выпрямитель ветви вследствие этого определяется и идентифицируется на основе вычисленной постоянной составляющей тока. Постоянная составляющая в переменном токе ветви/фазы может быть средним значением выбранных мгновенных значений переменного тока в том же периоде и рассчитываться следующим образом,

$$i_{AVE_L_k} = ave_n \{i_k\},$$

Как показано на Фиг. 1б, если постоянная составляющая тока одной фазы является положительной, а другие две являются отрицательными, неисправность короткого замыкания возникает в отрицательном выпрямителе ветви, соединенной с фазой, которая имеет положительную постоянную составляющую тока. Если постоянная составляющая тока одной фазы является отрицательной, а другие две являются положительными, неисправность короткого замыкания возникает в положительном выпрямителе ветви, соединенной с фазой, которая имеет отрицательную составляющую тока, этап 190. В случае если выпрямитель имеет неисправность короткого замыкания, может быть установлен сигнал, и может быть выполнена подобная контрмера, как и для непроводящего выпрямителя.

Выпрямители, показанные на Фиг. 1а и 1б, представляют собой диоды; однако, они могут быть тиристорами. Кроме того, выпрямительные схемы могут иметь другие конфигурации, например, трехфазной двухполупериодной 12-импульсной схемы.

Вычислительный блок 10 может быть, например, микропроцессором, цифровым сигнальным процессором, логической матрицей, программируемой пользователем, или стандартным компьютером.

Настоящее изобретение может быть применено к системе возбуждения для возбуждения синхронной вращающейся электрической машины, включающей в себя ротор 70 и статор 60. Синхронная вращающаяся электрическая машина может быть синхронным генератором или синхронным двигателем.

Фиг. 2 иллюстрирует схематическое представление такого применения, где система возбуждения содержит трансформатор 80, имеющий первичную обмотку 82 и вторичную обмотку 84, и возбудитель 22 для возбуждения ротора 70 синхронной вращающейся электрической машины. Кроме того, источник 90 питания переменного тока выполнен с возможностью подачи питания переменного тока в возбудитель 22. Трансформатор подключен между источником 90 питания переменного тока и возбудителем 22 для преобразования поданной мощности переменного тока. Как показано на Фиг. 2а, возбудитель 22 содержит преобразователь переменного тока в постоянный ток, включающий в себя выпрямительную схему 30, имеющую три ветви, каждая из ветвей имеет вход 40 переменного тока, соединенный со вторичной обмоткой 84 трансформатора, и выход постоянного тока схемы, соединенный с ротором 70, при этом каждая из ветвей 31, 31', 31'' включает в себя положительный диод 32, 32', 32'' и отрицательный диод 34, 34', 34''. Импеданс 50 нагрузки постоянного тока соединен с положительным выходом и отрицательным выходом схемы, который дополнительно соединен с ротором. Положительные диоды 32, 32', 32'' соединены с положительным выходом выпрямительной схемы на одном конце, а отрицательные диоды 34, 34', 34'' соединены с отрицательным выходом схемы на другом конце. Два конца дополнительно соединены с ротором. Система возбуждения дополнительно содержит устройство 1 для обнаружения неисправного выпрямителя в выпрямительной схеме. В этом примере измерительный блок 20 соединен со вторичной обмоткой 84 для измерения мгновенных переменных фазных токов. Однако, возможно выполнить измерение в первичной обмотке 82 трансформатора 80.

Как показано на Фиг. 3 и Фиг. 3а, трансформатор 80 может дополнительно содержать третичную обмотку 86. Выпрямительная схема 30 включает в себя три дополнительные ветви 41, 41', 41'', которые имеют свои входы переменного тока, соединенные с третичной обмоткой, и выход постоянного тока, соединенный с ротором. Каждая из дополнительных ветвей включает в себя положительный диод 42, 42', 42'' и отрицательный диод 44, 44', 44''. Положительные диоды 42, 42', 42'' соединены с положительным выходом выпрямительной схемы на одном конце, а отрицательные диоды 44, 44', 44'' соединены с отрицательным выходом схемы на другом конце. Следовательно, если третичная обмотка подключена, чтобы получить подходящий (± 30) фазовый сдвиг ко вторичной обмотке, преобразователь переменного тока в постоянный ток имеет трехфазную двухполупериодную 12-импульсную выпрямительную схему. Измерительный блок 20 дополнительно выполнен с возможностью измерения мгновенного переменного тока в третичной обмотке 86, если он выполнен с возможностью измерения мгновенного переменного тока во вторичной обмотке 84. Альтернативно, измерительный блок 20 может быть выполнен с возможностью измерения переменного фазного тока в первичной обмотке 82.

Также возможно, чтобы такая система возбуждения могла иметь второй трансформатор, имеющий первичную обмотку и вторичную обмотку, с подходящим фазовым сдвигом к первому трансформатору, где каждая из трех дополнительных ветвей преобразователя переменного тока в постоянный ток имеет вход переменного тока, соединенный со вторичной обмоткой второго трансформатора, и выход постоянного тока, соединенный с ротором, и каждая из дополнительных трех ветвей содержит, по меньшей мере, один выпрямитель, и измерительный блок дополнительно выполнен с возможностью измерения мгновенного переменного тока, протекающего через обмотку второго трансформатора на той же стороне, что и первый трансформатор.

Формула изобретения

1. Способ обнаружения неисправного выпрямителя в преобразователе переменного тока в постоянный ток для преобразования трехфазной мощности переменного тока в мощность постоянного тока, имеющем свою сторону переменного тока, соединенную с источником переменного тока для подачи мощности, и свою сторону постоянного тока, соединенную с нагрузкой постоянного тока, при этом преобразователь

5 ток переменного тока в постоянный ток включает в себя выпрямительную схему, содержащую, по меньшей мере, три ветви, каждая из ветвей соединена с

10 соответствующей фазой переменного тока и включает в себя, по меньшей мере, один выпрямитель, при этом способ содержит этапы, на которых:

- измеряют мгновенные переменные токи каждой из фаз (100),

- оценивают мгновенный постоянный ток на основе измеренных мгновенных переменных токов в течение одного периода частоты источника питания (110),

15 отличающийся тем, что способ дополнительно содержит этапы, на которых:

- вычисляют величину пульсации оцененного мгновенного постоянного тока (120),
- определяют, не превышает ли вычисленная величина пульсации предопределенное пороговое значение (130),

20 - инициируют аварийный сигнал при превышении вычисленной величиной пульсации предопределенного порогового значения (140),

- вычисляют, при превышении вычисленной величиной пульсации предопределенного порогового значения, для каждой из ветвей значение состояния выпрямителя на основе максимального мгновенного переменного фазного тока и минимального мгновенного переменного фазного тока в течение одного и того же периода (150) и

25 - определяют для каждой из ветвей, не имеет ли выпрямитель в ветви неисправность непроводимости на основе вычисленного значения состояния выпрямителя (160, 190).

2. Способ по п. 1, дополнительно содержащий этапы, на которых:

- вычисляют, при превышении вычисленной величиной пульсации предопределенного порогового значения и необнаружении непроводящего выпрямителя, для каждой из ветвей постоянную составляющую в переменном токе на основе измеренного

30 мгновенного значения переменного тока фазы (170) и

- определяют и идентифицируют для каждой из ветвей, не замкнут ли накоротко выпрямитель в ветви, на основе вычисленной постоянной составляющей тока (180, 190).

35 3. Способ по п. 1, дополнительно содержащий этап, на котором вычисляют максимальный постоянный ток и минимальный постоянный ток в течение одного и того же периода и вычисляют величину пульсации в процентах от оцененного постоянного тока на основе вычисленных максимального мгновенного и минимального мгновенного постоянных токов.

40 4. Способ по п. 3, дополнительно содержащий этап, на котором вычисляют средний постоянный ток на основе измеренных мгновенных переменных токов в течение одного и того же периода и вычисляют величину пульсации в процентах от оцененного постоянного тока на основе вычисленных максимального мгновенного и минимального мгновенного постоянных токов и вычисленного среднего постоянного тока.

45 5. Устройство (1) для обнаружения неисправного выпрямителя в преобразователе постоянного тока в переменный ток для преобразования трехфазной мощности переменного тока в мощность постоянного тока, имеющем свою сторону переменного тока, соединенную с трехфазным источником (90) переменного тока, и свою сторону

- постоянного тока, соединенную с нагрузкой (50) постоянного тока, при этом преобразователь переменного тока в постоянный ток включает в себя выпрямительную схему (30), содержащую, по меньшей мере, три ветви (31, 31', 31''), каждая из ветвей (31, 31', 31'') соединена с соответствующей фазой 40 переменного тока и включает в себя, 5 по меньшей мере, один выпрямитель (32, 34, 32', 34', 32'', 34''), при этом устройство (1) включает в себя измерительный блок (20) для измерения и выборки переменного тока каждой из фаз и вычислительный блок (10), выполненный с возможностью оценки мгновенного постоянного тока на основе измеренных мгновенных переменных токов в течение одного периода частоты источника питания,
- 10 отличающееся тем, что вычислительный блок (10) дополнительно выполнен с возможностью
- вычисления величины пульсации оцененного мгновенного постоянного тока,
 - определения, не превышает ли вычисленная величина пульсации предопределенное пороговое значение,
- 15 - инициирования аварийного сигнала при превышении вычисленной величиной пульсации предопределенного порогового значения,
- вычисления, при превышении вычисленной величиной пульсации предопределенного порогового значения, для каждой из ветвей значения состояния выпрямителя на основе максимального мгновенного переменного фазного тока и минимального мгновенного 20 переменного фазного тока в течение одного и того же периода и
 - определения для каждой из ветвей, не имеет ли выпрямитель в ветви неисправность непроводимости на основе вычисленного значения состояния выпрямителя.
6. Устройство по п. 5, в котором вычислительный блок дополнительно выполнен с возможностью
- 25 - вычисления, при превышении вычисленной величиной пульсации предопределенного порогового значения и обнаружении непроводящего выпрямителя, для каждой из ветвей постоянной составляющей в переменном токе на основе измеренного мгновенного значения переменного тока фазы и
- обнаружения и идентификации для каждой из ветвей, не замкнут ли накоротко 30 выпрямитель, на основе вычисленной постоянной составляющей тока.
7. Устройство по п. 6, в котором вычислительный блок дополнительно выполнен с возможностью вычисления максимального постоянного тока и минимального постоянного тока в течение одного и того же периода и вычисления величины пульсации в процентах от оцененного постоянного тока на основе вычисленных максимального 35 и минимального мгновенных постоянных токов.
8. Устройство по п. 7, в котором вычислительный блок дополнительно выполнен с возможностью вычисления среднего постоянного тока на основе измеренных мгновенных переменных токов в течение одного и того же периода и вычисления величины пульсации в процентах от оцененного постоянного тока на основе 40 вычисленных максимального мгновенного и минимального мгновенного постоянных токов и вычисленного среднего постоянного тока.
9. Система возбуждения для возбуждения синхронной вращающейся электрической машины (60), причем синхронная вращающаяся электрическая машина имеет ротор (70), при этом система возбуждения содержит
- 45 - трансформатор (80), имеющий первичную обмотку (82) и вторичную обмотку (84), и
- возбудитель (22, 23) для возбуждения ротора (70) синхронной вращающейся электрической машины и содержащий преобразователь переменного тока в постоянный

ток, включающий в себя выпрямительную схему (30), содержащую, по меньшей мере, три ветви (31, 31', 31''), причем каждая из ветвей имеет вход (40) переменного тока, соединенный со вторичной обмоткой (84), и выход постоянного тока, соединенный с ротором (70), и каждая из ветвей включает в себя, по меньшей мере, один выпрямитель (32, 34, 32', 34', 32'', 34''),

5 причем система возбуждения дополнительно содержит устройство (1) по любому из пп. 5-8 для обнаружения неисправного выпрямителя в выпрямительной схеме.

10 10. Система возбуждения по п. 9, в которой измерительный блок устройства дополнительно выполнен с возможностью измерения мгновенного переменного тока либо в первичной обмотке, либо во вторичной обмотке.

15 11. Система возбуждения по п. 9 или 10, содержащая второй трансформатор, имеющий первичную обмотку и вторичную обмотку, причем каждая из трех дополнительных ветвей выпрямительной схемы имеет вход переменного тока, соединенный с вторичной обмоткой второго трансформатора, и выход постоянного тока, соединенный с ротором, и каждая из дополнительных трех ветвей содержит, по меньшей мере, один выпрямитель, и измерительный блок дополнительно выполнен с возможностью измерения мгновенного переменного тока, протекающего через обмотку второго трансформатора на той же стороне, что и первый трансформатор.

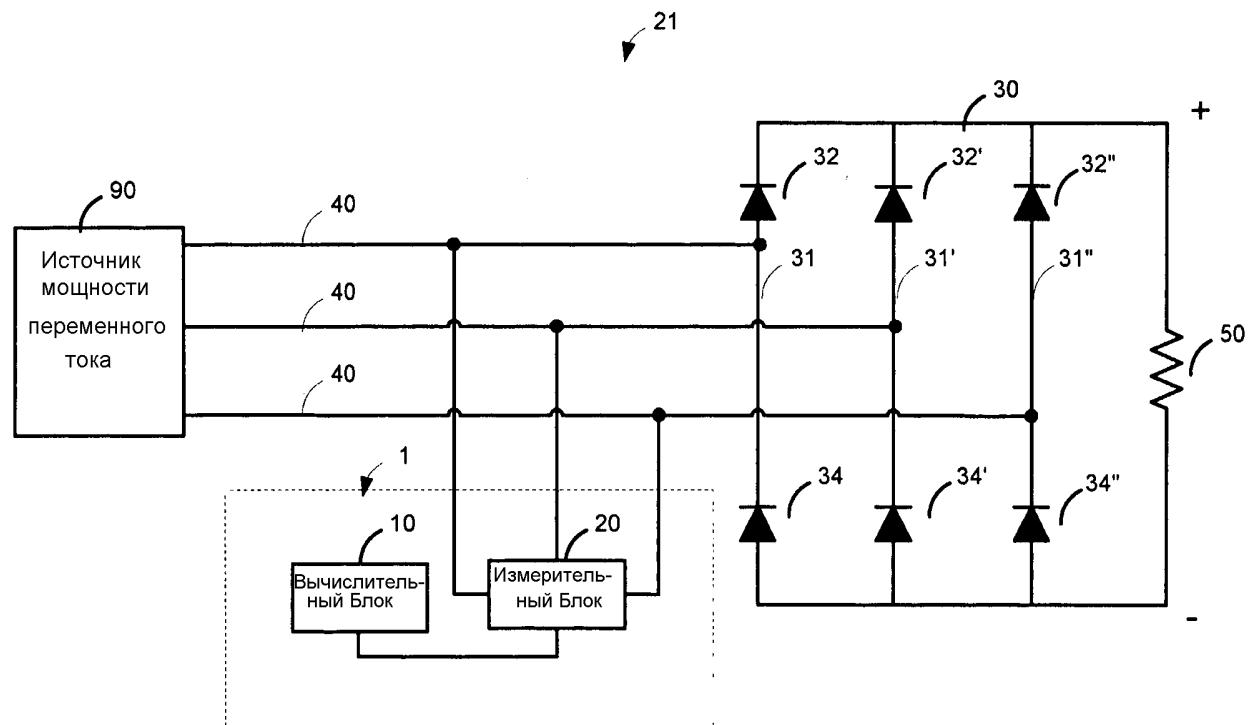
20 12. Система возбуждения по п. 9 или 10, в которой трансформатор дополнительно содержит третичную обмотку (86) и каждая из трех дополнительных ветвей (41, 41', 41'') выпрямительной схемы (30) имеет вход переменного тока, соединенный с третичной обмоткой (86), и выход постоянного тока, соединенный с ротором (70), и измерительный блок (20) дополнительно выполнен с возможностью измерения мгновенного переменного тока в третичной обмотке в случае, если измерительный блок выполнен 25 с возможностью измерения вторичной обмотки.

30

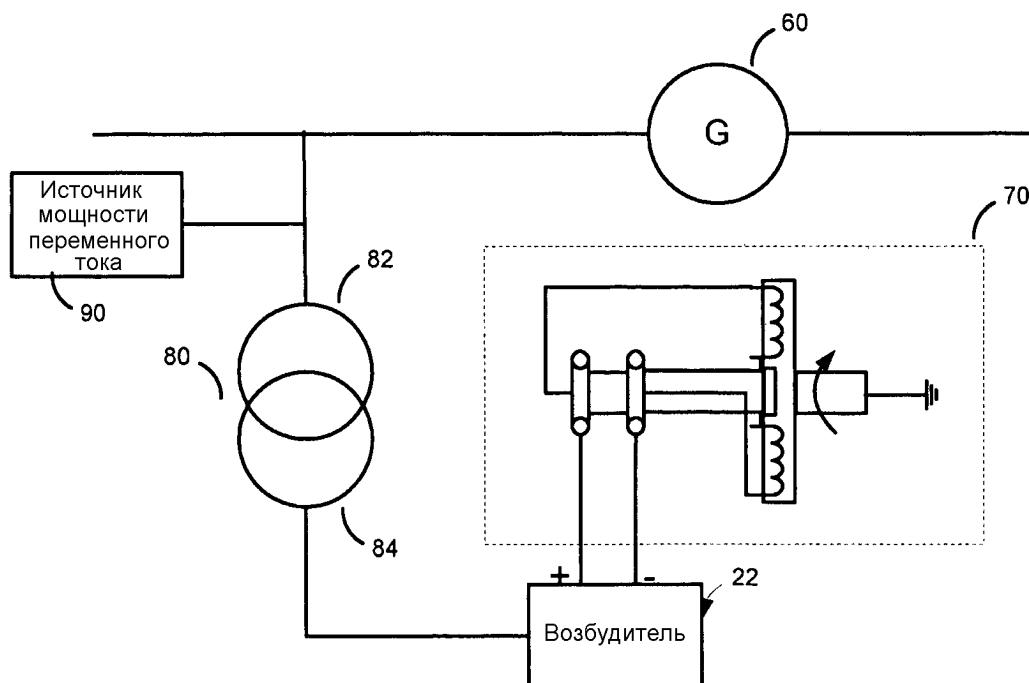
35

40

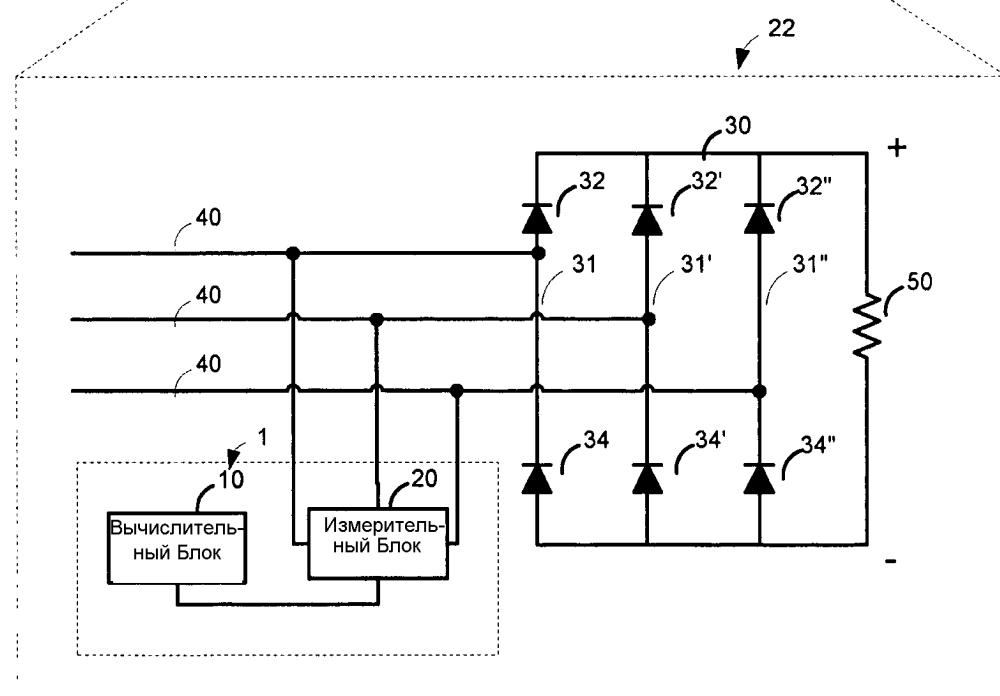
45



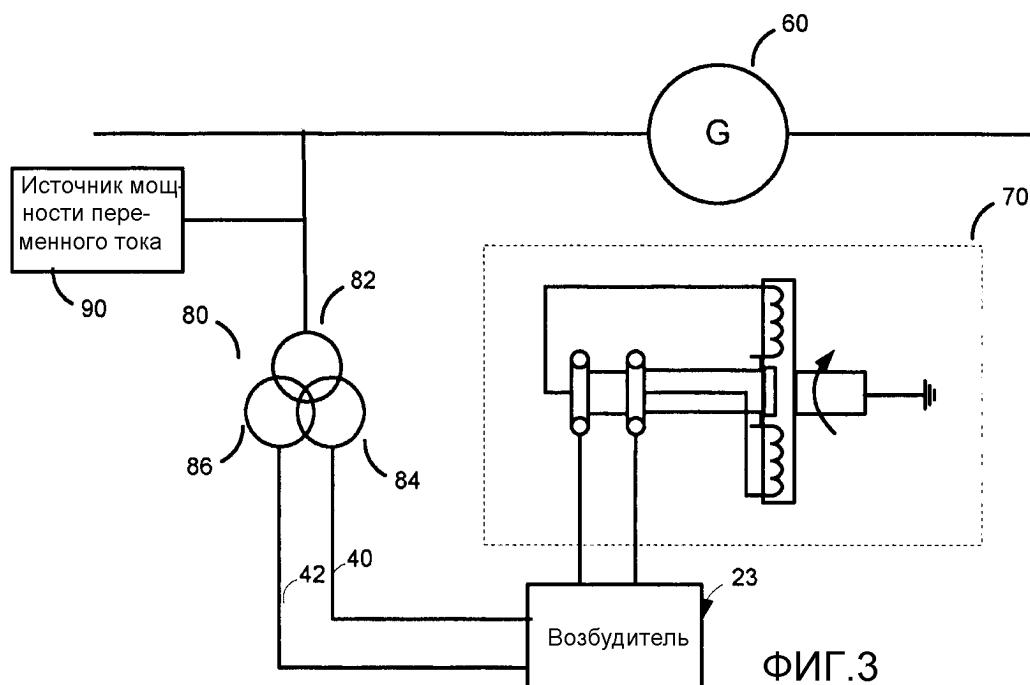
ФИГ.1б



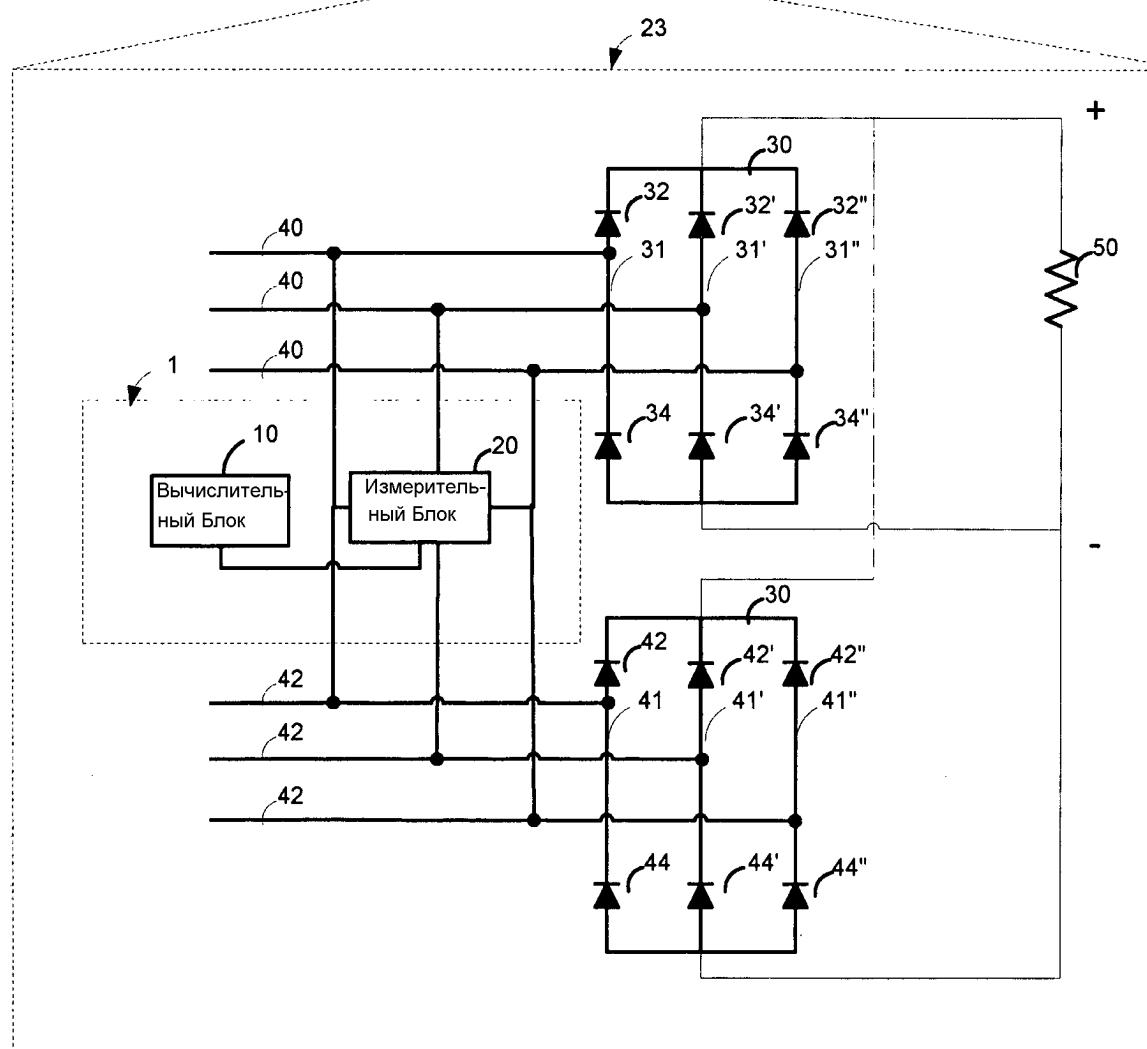
ФИГ.2



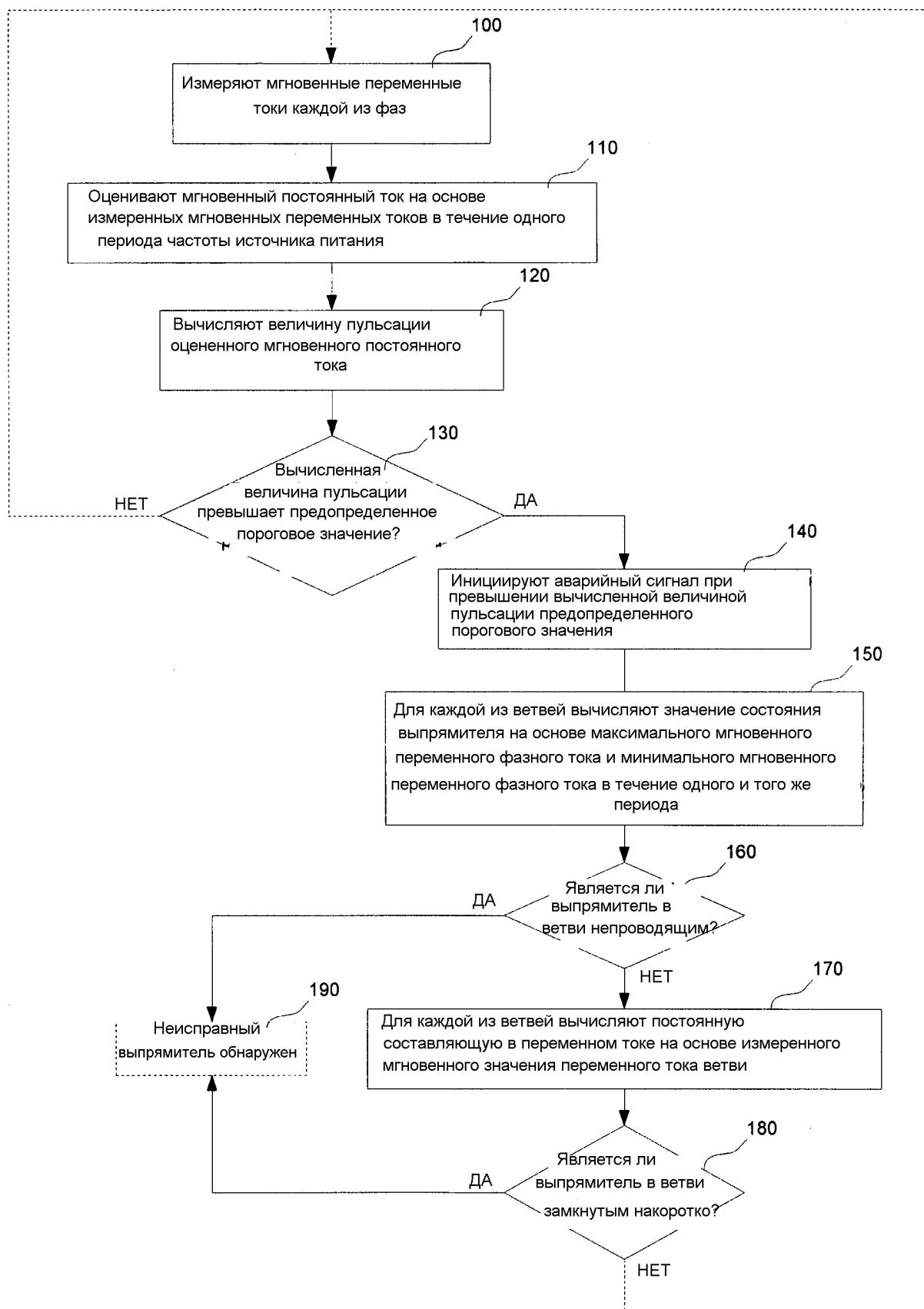
ФИГ.2а



ФИГ.3



ФИГ.3а



ФИГ.4