



(19) RU⁽¹¹⁾ 2 224 352⁽¹³⁾ C2

(51) МПК7 H 02 P 9/04, 9/44

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ
ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 99114456/09 , 03.12.1997

(24) Дата начала действия патента: 03.12.1997

(30) Приоритет: 03.12.1996 US 60/032,149

(43) Дата публикации заявки: 20.05.2001

(46) Дата публикации: 20.02.2004

(56) Ссылки: US 5428275 A, 27.06.1995. RU 2016492 C1, 15.07.1994. RU 94046166 A1, 02.09.1996. SU 1721785 A1, 23.03.1992. SU 648150 A, 15.02.1979. US 5012177 A, 30.04.1991. US 4330743 A, 18.05.1982. US 4908565 A, 13.03.1990. EP 0488108 A1, 03.06.1992.

(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу: 05.07.1999

(86) Заявка РСТ:
US 97/22405 (03.12.1997)

(87) Публикация РСТ:
WO 98/25014 (11.06.1998)

(98) Адрес для переписки:
103064, Москва, ул. Казакова, 16, НИИР
Канцелярия "Патентные поверенные
Квашнин, Сапельников и партнеры",
пат.пов. В.П.Квашнину

(72) Изобретатель: ГУПТА Суреш Е. (US),
БХАРГАВА Брий (US), БЕРНХЕМ Дуглас
Р. (US), ТИТС Дж. Майкл (US), ТИТС Джон
В. (US)

(73) Патентообладатель:
ЭЛЛИОТТ ЭНЕРДЖИ СИСТЕМС, ИНК. (US)

(74) Патентный поверенный:
Квашнин Валерий Павлович

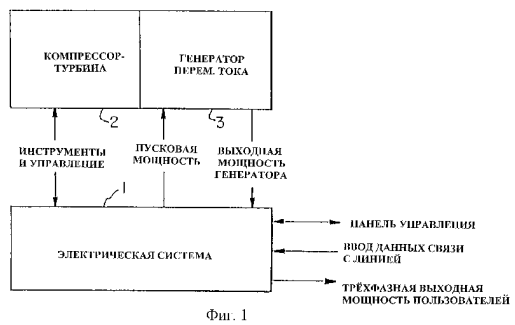
(54) ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ТУРБИНЫ/ГЕНЕРАТОРА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА НА ОБЩЕМ
ВАЛУ

(57) Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано в газовой турбинных установках. Техническим результатом является возможность работы электрической системы на разных скоростях с выходными частотой и напряжением, не зависящими от скорости ротора. Электрическая система для турбины/генератора переменного тока содержит приводимую в действие газом турбину и генератор переменного тока на постоянном магните, вращающиеся на общем валу, инверторную схему, подключаемую либо к схеме вывода переменного тока, либо к статорной обмотке генератора переменного

тока. Управляющая схема в течение пускового режима переключает инверторную схему на статорную обмотку генератора переменного тока, а в течение режима вывода энергии переключает инверторную схему на схему вывода переменного тока. Таким образом, в течение пускового режима генератор переменного тока работает в качестве электродвигателя для увеличения скорости турбины до скорости безопасного зажигания, а в режиме вывода энергии электрическая система выдает на схему вывода переменного тока электроэнергию, имеющую частоту, не связанную со скоростью вращения генератора переменного тока. 16 з.п.ф-лы, 7 ил.

RU 2 224 352 C2

RU 2 224 352 C2



Фиг. 1

RU 2 2 2 4 3 5 2 C 2

RU 2 2 2 4 3 5 2 C 2



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 224 352** ⁽¹³⁾ **C2**

(51) Int. Cl. 7 **H 02 P 9/04, 9/44**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

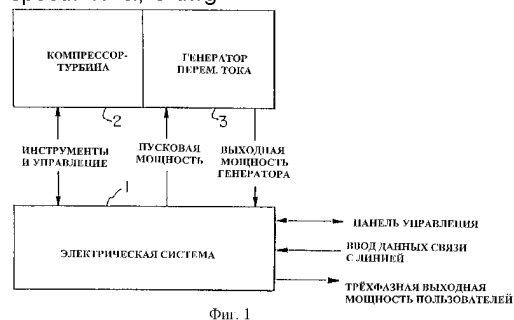
(21), (22) Application: 99114456/09 , 03.12.1997
 (24) Effective date for property rights: 03.12.1997
 (30) Priority: 03.12.1996 US 60/032,149
 (43) Application published: 20.05.2001
 (46) Date of publication: 20.02.2004
 (85) Commencement of national phase: 05.07.1999
 (86) PCT application:
 US 97/22405 (03.12.1997)
 (87) PCT publication:
 WO 98/25014 (11.06.1998)
 (98) Mail address:
 103064, Moskva, ul. Kazakova, 16, NIIR
 Kantsel'jarija "Patentnye poverennye
 Kvashnin, Sapel'nikov i partnery",
 pat.pov. V.P.Kvashninu

(72) Inventor: GUPTA Suresh E. (US),
 BKhARGAVA Brij (US), BERNKHEM Douglas
 R. (US), TITS Dzh. Majkl (US), TITS Dzhon
 V. (US)
 (73) Proprietor:
 EhLLIOTT EhNERDZhi SISTEMS, INK. (US)
 (74) Representative:
 Kvashnin Valerij Pavlovich

(54) **POWER SYSTEM FOR AC TURBINE/GENERATOR UNIT MOUNTED ON COMMON SHAFT**

(57) Abstract:
 FIELD: electrical engineering;
 gas-turbine units. SUBSTANCE: power system
 for turbine/ac generator unit has actuated
 gas turbine and permanent-magnet ac
 generator, both revolving on common shaft,
 and inversion circuit connected either to ac
 current output circuit or to ac generator
 stator winding. Control circuit switches
 over inversion circuit during starting
 period to ac generator stator winding and
 during power output period, to ac current
 output circuit. In this way ac generator
 runs as electric motor during starting
 period to raise turbine speed to safe
 ignition value and during power output
 period power system passes electrical energy
 to ac current output circuit, its frequency

being independent of ac generator speed.
 EFFECT: provision for variable-speed
 operation of system with output frequency
 and voltage being independent of rotor
 speed. 17 cl, 8 dwg



RU 2 224 352 C2

RU 2 224 352 C2

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Газовые турбины должны приводиться во вращение со стартовой скоростью вспомогательными средствами до впрыска и зажигания топлива и до самоподдерживающейся работы. В прошлом для вращения турбины до стартовой скорости использовались, например, системы с коробками передач, запускаемые дополнительными электродвигателями или двигателями на сжатом воздухе. С маленькими турбинами также использовались воздушоструйные системы запуска, которые работали путем направления потока газа, обычно воздуха, на колесо турбины или компрессора, чтобы вызвать вращение основного ротора. Эти существующие системы сложны и трудны для воплощения.

Электроэнергия может вырабатываться путем использования газовой турбины для вращения генератора переменного тока. Генератор переменного тока может вращаться свободной турбиной, которая связана с ротором генератора переменного тока или через коробку передач. В этих системах скорость турбины должна точно управляться для поддержания требуемой частоты и напряжения выходного переменного тока.

РАСКРЫТИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

В соответствии с настоящим изобретением генератор переменного тока, имеющий ротор из постоянного магнита, соединен с основным ротором турбины, что делает возможным как запуск турбины, так и выработку электроэнергии. Электрическая система, описанная здесь, позволяет ротору работать на разных скоростях с выходными частотой и напряжением, не зависящими от скорости ротора. Электрическая система включает единственный инвертор, который выдает соответствующие напряжение и частоту как в рабочем пусковом режиме, так и в рабочем режиме выработки электроэнергии.

Электрическая система используется, чтобы вызвать вращение турбины во время пускового режима, а вслед за тем используется для выделения электроэнергии из генератора переменного тока после того, как турбина достигла нормальных рабочих условий. При запуске генератор переменного тока работает как электродвигатель. Функции электрической системы при запуске включают в себя усиление энергии, переключение энергии и управление энергией для обеспечения, например, электроэнергии трехфазного переменного тока для генератора переменного тока. Как частота, так и напряжение управляются как функции времени и скорости вращения. Электроэнергию для электрической системы получают во время запуска либо от источника постоянного тока, такого как аккумулятор, либо от линии электроэнергии переменного тока. Пусковая схема может функционировать как разомкнутая управляющая система либо как замкнутая управляющая система, основанная на обратной связи по положению ротора.

Когда турбина, запитываемая через управляемое сгорание топлива и воздуха, достигает нормальных рабочих условий при очень высоких скоростях вращения, электронная схема, используемая сначала для запуска генератора переменного тока в

качестве электродвигателя, автоматически переконфигурируется для приема энергии от генератора переменного тока. Вслед за этим трехфазная электроэнергия становится доступной для выделения из электрической системы при желательных напряжениях и частотах.

Говоря кратко, в соответствии с данным изобретением электрическая система для турбины/генератора переменного тока содержит турбину, приводимую в движение газом, и генератор переменного тока, вращающиеся на общем валу. Генератор переменного тока имеет ротор из постоянного магнита и статорную обмотку. К статорной обмотке подключена статорная схема. Шина постоянного тока запитывает инверторную схему. Выход инверторной схемы подключен к схеме вывода переменного тока или через первый контактор к статорной схеме. Между статорной схемой и шиной постоянного тока подключен выпрямитель. Генератор сигналов приводится в действие сигналами, выделяемыми от вращения на общем валу, а генератор колебаний разомкнутой системы вырабатывает колебания независимо от вращения общего вала. Второй контактор подключает либо генератор сигналов, либо генератор колебаний разомкнутой системы к задающему устройству, включенному для того, чтобы вызвать переключение инверторной схемы. Временный источник питания подает энергию на шину постоянного тока. Управляющая схема во время пускового режима переключает первый контактор для подключения инверторной схемы к статорной схеме и переключает второй контактор для подключения генератора сигналов к задающему устройству, предпочтительно к широтно-импульсному модулятору. Управляющая схема во время режима вывода энергии переключает первый контактор для отключения инвертора от статорной схемы и переключает второй контактор для подключения генератора колебаний разомкнутой системы к задающему устройству. В течение пускового режима генератор переменного тока работает как электродвигатель для увеличения скорости турбины до скорости безопасного зажигания. Инвертор используется для коммутации обмоток статора в ответ на сигнал от генератора сигналов. В течение режима вывода энергии инвертор используется для преобразования выпрямленного выходного сигнала генератора переменного тока в сигналы переменного тока, поданные на схему вывода переменного тока в ответ на генератор колебаний разомкнутой системы, вырабатывая таким образом электроэнергию, имеющую частоту, не связанную со скоростью вращения генератора переменного тока.

В соответствии с предпочтительным выполнением электрическая система для турбины/генератора переменного тока содержит турбину, приводимую в движение газом, и генератор переменного тока, вращающиеся на общем валу. Генератор переменного тока состоит из ротора из постоянного магнита и статорной обмотки. Статорная обмотка подключена через контактор к инверторной схеме. Инверторная схема подключена к шине постоянного тока. Инверторная схема также подключена к генератору сигналов. К приводному валу турбины/генератора переменного тока

подключен кодер положения. Его выход также подключен к генератору сигналов. Инвертор обрабатывает напряжение шины постоянного тока и выходной сигнал генератора сигналов для выработки трехфазных выходных напряжений переменного тока. Генератор сигналов управляет выходной частотой инвертора. Одновременно источник питания постоянного тока с регулируемым напряжением подает изменяющееся по времени напряжение на шину постоянного тока. Напряжение шины постоянного тока управляет уровнем выходного напряжения инвертора. Таким образом, выходные частоты и напряжения инвертора полностью управляемы.

В течение пускового режима выходной сигнал инвертора подается через контактор на генератор переменного тока, который работает как электродвигатель. Когда начинается пусковой режим, напряжение источника питания постоянного тока начинает линейно изменяться от 0 В. Выходная частота генератора сигналов устанавливается на фиксированную низкую частоту. Когда напряжение шины постоянного тока начинает увеличиваться, ротор генератора переменного тока начинает вращаться на низкой скорости. Кодер воспринимает изменения положения вала и посылает эту информацию на генератор сигналов. Генератор сигналов обрабатывает эту информацию и начинает линейно увеличивать частоту своего выходного сигнала как функцию скорости электродвигателя. Эта увеличивающаяся частота направляется на инвертор, где она используется для управления частотой выходного напряжения инвертора. Этот управляемый процесс отражается в изменяющемся по времени выходном сигнале инвертора, частота и напряжение которого подаются через контактор на генератор переменного тока. В результате генератор переменного тока работает как электродвигатель и повышает скорость вала турбины до величины, пригодной для зажигания. Когда турбина достигает своей нормальной рабочей скорости, источник питания с регулируемым напряжением отключается.

Далее, сигнал кодера положения вала отключается от генератора сигналов и заменяется на точный фиксированный во времени базовый сигнал. Вслед за этим выходное напряжение переменного тока генератора переменного тока выпрямляется и результирующие выходные напряжения постоянного тока подаются на шину постоянного тока. Эта переконфигурация позволяет инвертору работать в качестве выходного источника питания с фиксированной частотой, не зависящей от скорости ротора турбины. В режиме вывода энергии инвертор выдает энергию через выходные фильтры. Отфильтрованная выходная энергия затем подключается к контактору, который направляет ее на группу выводов, где она доступна для использования клиентами. Управляющая система объединяет работу инвертора, источника питания, генератора сигналов и контакторов как во время рабочего пускового режима, так и во время рабочего режима вывода энергии. Во время рабочего режима вывода энергии управляющая система непрерывно измеряет выходные напряжения с инвертора и

посылает сигналы на генератор сигналов для компенсации флюктуаций выходного напряжения, вызванных изменяющимися условиями выходных нагрузок.

В соответствии с предпочтительным выполнением генератор сигналов является широтно-импульсным модулятором. Обычно статорная обмотка генератора переменного тока является трехфазной обмоткой, а инверторная схема и схемы переменного тока являются трехфазными схемами.

В соответствии с предпочтительным выполнением электрическая система содержит запитываемую аккумулятором схему источника, включающую в себя аккумулятор и повышающую от 0 инверторную схему для выдачи на шину постоянного тока напряжения между 0 и величиной, требуемой инвертором для питания генератора переменного тока до скоростей безопасного зажигания. В соответствии с другой предпочтительной схемой запитываемая аккумулятором схема источника содержит понижающую схему для перезарядки аккумулятора и для питания устройств низкого напряжения, таких как вентиляторы и насосы, от шины постоянного тока в течение режима вывода.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Дальнейшие признаки и другие объекты и преимущества станут ясны из нижеследующего подробного описания, сделанного со ссылками на чертежи, на которых:

Фиг. 1 является блок-схемой, показывающей общие связи электрической системы с газовой турбиной/генератором переменного тока;

Фиг. 2 является блок-схемой, показывающей электрическую систему для подачи электроэнергии на генератор переменного тока во время пускового режима и для пропускания выработанной энергии в нагрузку во время режима вывода энергии;

Фиг.3 показывает блок-схему выпрямителя для преобразования выходного сигнала генератора переменного тока в напряжение постоянного тока на шине постоянного тока;

Фиг. 4а и 4б схематически показывают инверторную схему, содержащую шесть переключателей IGBT, используемых для коммутации тока на генератор переменного тока во время пускового режима и для обеспечения трехфазного выхода во время режима вывода энергии;

Фиг. 5 схематически показывает блок-схему генератора колебаний разомкнутой системы и задающего устройства замкнутой системы для инверторной схемы;

Фиг. 6 показывает схему повышающего/компенсирующего прерывателя, пригодного для использования питания от аккумулятора во время пускового режима для питания шины постоянного тока и для зарядки аккумулятора от шины постоянного тока во время режима вывода энергии; и

Фиг. 7 показывает блок-схему всей электрической системы, включая датчики турбины и управление турбины.

ОПИСАНИЕ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНОГО ВАРИАНТА ВЫПОЛНЕНИЯ

Фиг.1 показывает связь между электрической управляющей системой 1, выполненной в соответствии с данным изобретением, и системой выработки

питания, включающей газовую турбину 2 и генератор 3 переменного тока. Ротор генератора переменного тока укреплен на валу, общем с валом турбины. Электрическая управляющая система взаимодействует с системой выработки энергии для обеспечения пускового питания, управления двигателем, обработки сигналов, зарядки аккумулятора, пользовательских интерфейсов, равно как и для преобразования и управления питанием для выработки электроэнергии для пользователей. Облегчается как автономная работа, так и работа с привязкой к линии.

На Фиг.2 изображена общая компоновка схем электроэнергии для турбинного генератора, выполненного в соответствии с данным изобретением. Турбина 10 соединена с генератором 11 переменного тока на постоянном магните (редкоземельный самарий-кобальт) общим валом 12. Статор изготавливается с использованием пакета из высококачественных электрических листовых стальных слоев с низкими потерями. Этот пакет содержит трехфазную распределенную обмотку в 12 статорных пазах с корпусом с обеспечением масляного охлаждения. Производительность генератора переменного тока зависит от эффективного охлаждения. В воплощенном в настоящее время выполнении ротор с четырехполюсным постоянным магнитом имеет следующие размеры: активная длина 3,55 дюйма (90,17 мм); диаметр под магнитами 1,00 дюйм (25,4 мм); общий диаметр 1,430 дюйма (36,322 мм); масса магнитов 0,70 фунта (0,318 кг); масса ротора 1,95 фунта (0,885 кг).

Трехфазные статорные обмотки генератора переменного тока подключены шиной 14 переменного тока к выпрямителю 15. Выход выпрямителя подключен к шине 16 постоянного тока. Во время выработки электроэнергии, т.е. режима вывода энергии, когда турбину приводит в действие генератор переменного тока, трехфазный выходной сигнал на шине переменного тока выпрямляется выпрямителем, обеспечивающим энергию постоянного тока на шине постоянного тока. Энергия постоянного тока подается на инвертор 17. Инвертор 17 во время режима вывода энергии переключает энергию постоянного тока для обеспечения трехфазного выходного сигнала с частотой, не связанной со скоростью вращения генератора переменного тока. Эта частота управляется сигналами из системного контроллера 18. Выходной сигнал инвертора фильтруется катушками 19 индуктивности и конденсаторами 20.

Отфильтрованный трехфазный выходной сигнал пропускается на нагрузку через выходной контактор 21 (управляемый системным контроллером 18 через реле 22) и выходные выключатели 23.

Токовый трансформатор 25 воспринимает выходной ток, который возвращается на системный контроллер 18, обеспечивая балансировку токового предела и мощности трехфазного выходного сигнала инвертора.

Для запуска турбины необходимо ускорить ее до пригодной скорости зажигания. Во время пускового режима генератор переменного тока работает как электродвигатель. Во время пускового режима выход инвертора 17 подключен к статорным обмоткам генератора 11

переменного тока через пусковой контактор 30, который управляется системным контроллером 18. В то же время контактор 31 конденсатора отключает конденсаторы 20 фильтра от выходной схемы. Из-за очень высоких частот во время запуска необходимо отключать конденсаторы 20 фильтра от статорных схем.

Во время запуска энергия постоянного тока поступает из аккумулятора 33 через плавкий предохранитель 34 и подается на бустерный прерыватель 36. Бустерный прерыватель линейно увеличивает напряжение энергии постоянного тока от аккумулятора от 0 до напряжения, которое после преобразования в переменный ток инвертором 17 будет приводить в движение генератор переменного тока в качестве электродвигателя на скорости, которая обеспечит безопасное зажигание турбины. Предпочтительно, чтобы датчик 37 положения вала вырабатывал сигнал, подаваемый на системный контроллер 18, который, в свою очередь, использует сигнал для управления инвертором 17 для выработки трехфазного выходного сигнала, который коммутирует статорные обмотки генератора переменного тока для линейного ускорения генератора переменного тока и турбины до скорости зажигания.

На Фиг.3 схематически показана подходящая схема выпрямителя. Трехфазные статорные обмотки 40, 41 и 42, включенные треугольником, соединены, как показано, шестью диодами 43а, 43б, 43с, 43d, 43е, 43f с шиной 16 постоянного тока.

На Фиг.4а и Фиг.4б схематически изображена подходящая инверторная схема. (Фиг. 4а показывает соединение треугольником, а Фиг.4б показывает соединение звездой для статорной обмотки.) Инвертор содержит шесть твердотельных (IGBT) переключателей, которые во время пускового режима могут попеременно подключать один вывод статорных обмоток, соединенных треугольником, с положительной или отрицательной стороны шины 16 постоянного тока через контактор 30. Также, твердотельные переключатели 44а, 44б, 44с, 44d, 44е, 44f соединяют либо положительную, либо отрицательную сторону шины постоянного тока с катушками 19 индуктивности фильтра все время, а после запуска - с конденсаторами 20 фильтра через контактор 31. Инвертор используется для выработки трехфазных выходных сигналов. Он способен обеспечить широкое разнообразие выходных напряжений и частот при управлении микропроцессором в системном контроллере. Выходной инвертор используется в системе выработки электроэнергии двумя совершенно разными путями во время операций запуска и вывода энергии.

Во время фазы запуска инвертор используется для выдачи изменяющихся по времени напряжений и частот, необходимых для приведения в действие генератора переменного тока в качестве электродвигателя и для ускорения ведущего вала турбины генератора переменного тока до скоростей вращения, необходимых для поддерживаемой работы системы выработки электроэнергии. В ее настоящей конфигурации она требует трехфазных напряжений в диапазоне от 0 до 350 В на частотах от примерно 0 до 2 кГц.

Во время фазы вывода энергии инвертор используется для выдачи трехфазных напряжений, совместимых с требованиями пользователей по мощности. Обычные напряжения переменного тока равны 480 В, 240 В, 208 В, 120 В на частотах 50, 60 и 400 Гц. Данная система не ограничена этими значениями, и, если потребуется, можно выбрать практически бесконечный диапазон напряжений и частот.

Определенные применения системы выработки электроэнергии требуют, чтобы выходной инвертор был способен связываться линией с существующей электрической сетью. Схемы линейного фазирования используются вместе с системным контроллером для наблюдения за фазой напряжения электрической сети и синхронизируют с ней систему выработки электроэнергии. Аналогичным образом системный контроллер может наблюдать за амплитудами напряжения электрической сети и регулировать выходной сигнал системы выработки электроэнергии для облегчения и управления передачей энергии в сеть.

Фиг.5 схематически показывает часть системного контроллера для выработки колебаний разомкнутой системы для приведения в действие инвертора 17. Генератор 50 частоты вырабатывает выходные импульсы на частотах, выбираемых ЦПУ 51 между 250 Гц и 600 кГц. Эти импульсы применяются для опережения выходных сигналов в синусных ППЗУ (программируемых постоянных запоминающих устройствах) 52а, 52b, 52с. Выходы синусных ППЗУ (в основном, просмотрных таблиц емкостью 256 К) сдвинуты по фазе друг от друга в точности на 120°. Выходные сигналы из ППЗУ подаются на цифроаналоговые преобразователи 53а, 53b, 53с, вырабатывающие три аналоговых синусоидальных колебания. Амплитуда каждого колебания на выходах цифроаналоговых преобразователей отдельно управляется командой синусоиды (амплитуды). Синусоиды затем сравниваются в широтно-импульсных модуляторах 54а, 54b, 54с с треугольным колебанием от генератора треугольных колебаний управляема. Колебания с широтно-импульсной модуляцией затем подаются через вентили 55а, 55b, 55с выбора электродвигателя на запускаящие устройства 57а, 57b, 57с. В воплощенном в настоящее время выполнении эти запускаящие устройства вырабатывают три комплементарные пары импульсных сигналов для управления инвертором. Генератор колебаний используется для приведения в действие инвертора во время режима вывода энергии, когда турбина приводит в действие генератор переменного тока. Схема колебаний, как описано ниже, является разомкнутой системой. Другими словами, она не управляется по скорости вращения генератора переменного тока. Однако различные сигналы обратной связи могут быть использованы для регулировки амплитуды сигналов на выходе цифроаналогового преобразователя. Хотя схема колебаний принципиально используется для приведения в действие инвертора во время режима вывода энергии, она может использоваться для управления инвертором в самом начале пускового режима, чтобы заставить якорь повернуться

по меньшей мере один раз. Это позволяет синхронизировать сигналы датчиков на эффекте Холла.

5 Три переключателя 58 на эффекте Холла прикреплены для съема магнитных импульсов через 120° по мере вращения общего вала. Эти сигналы обрабатываются логической схемой 59 Холла для выработки пары сигналов, соответствующих каждому снятому импульсу. Три пары сигналов передаются вентильями 55а, 55b, 55с выбора запускаящего устройства на запускаящие устройства 57а, 57b, 57с. Система датчиков положения состоит из постоянных магнитов и датчиков на эффекте Холла, которые используются во время запуска двигателя турбины для коммутации электроэнергии на статорные обмотки генератора переменного тока. Синхронизация датчиков завершается в начале фазы запуска путем короткого вращения вала турбины генератора переменного тока в направлении нормального вращения. Вращение вала в течение этого начального периода фазы запуска выполняется микрокомпьютерным управлением системы выходного инвертора в конфигурации разомкнутой системы, которая не использует датчики на эффекте Холла. Когда завершается синхронизация этих датчиков, их сигналы направляются в выходную часть инвертора системы для облегчения запуска двигателя турбины под управлением замкнутой системы. Съемы с датчиков на эффекте Холла делают возможной коммутацию замкнутой системы инвертора 17 и статорных обмоток генератора переменного тока. Схема 61 управления усилением обрабатывает сигнал обратной связи от инверторной схемы 17 для регулировки усиления схем запускаящих устройств для балансировки выхода трехфазного выходного сигнала из инвертора 17.

Во время пускового режима аккумулятор подает питание на шину постоянного тока через бустерный прерыватель. Фиг.6 является схематическим изображением бустерного прерывателя для питания шины постоянного тока напряжением от 0 до 350 В от аккумулятора в 12 или 24 В во время пускового режима. Когда переключатели 65а и 65b бустерного прерывателя закрыты (проводят), ток течет в катушку 66 индуктивности. Когда переключатели 65а и 65b открыты, магнитное поле в катушке индуктивности исчезает, делая конец А катушки индуктивности очень положительным по отношению к концу В и подавая ток через диоды 67а и 67b к положительной и отрицательной сторонам шины постоянного тока соответственно. Переключатели 65а и 65b приводятся в действие на 4 кГц. Рабочий цикл управляется от 0 до 100%, давая возможность выходному напряжению на конденсаторах 70 шины постоянного тока изменяться от 0 до 350 В. Использование схемы бустерного прерывателя от 0 позволяет постепенно увеличивать скорость вращения генератора переменного тока во время запуска.

Во время режима вывода энергии аккумулятор заряжается зарядной схемой. Зарядные переключатели 68а и 68b переключаются примерно с частотой 1 кГц. Рабочий цикл регулируем. Когда зарядные переключатели 68а и 68b закрыты, ток от шины постоянного тока течет через катушку

66 индуктивности. Когда зарядные переключатели открыты, сторона В катушки индуктивности становится положительной по отношению к стороне А и заряжает батарею, выдавая ток через диоды 69а и 69б. Как показано здесь, не требуется, чтобы бустерная и зарядная схемы использовали одну и ту же катушку индуктивности.

В предпочтительном выполнении данного изобретения, разработанного для вывода мощности 45 кВт, следующие составляющие установлены такими:

катушки 19 индуктивности фильтра - 300 мГц на фазу

конденсаторы 20 фильтра - 100 мкФ на фазу

конденсатор 70 шины постоянного тока - 4700 мкФ

переключатели IGBT в инверторе 17 - 400 А/600 В

Фиг.7 иллюстрирует взаимодействие между системным контроллером и газовой турбиной. Системный контроллер использует три микропроцессора, которые связываются друг с другом через высокоскоростную последовательную линию, и обеспечивает следующие функции: (1) управление электроэнергией, требуемой для вращения ротора турбины до скоростей, необходимых для поддержания работы турбины; (2) обработку и управление электроэнергией, выработанной генератором переменного тока в процессе работы системы по выводу энергии для обеспечения трехфазной выходной энергии при общих линейных напряжениях и частотах; (3) управление другими подсистемами, необходимыми для работы системы выработки электроэнергии, такими как зажигание, охлаждающие вентиляторы, топливные и масляные насосы; (4) согласование сигналов и управление приборами для измерения давлений, температур, потока и скорости и (5) генерирование и управление панелью управления, обеспечивающей пользовательский интерфейс для работы и диагностики системы.

Каждый из трех микропроцессоров имеет свое собственное связанное с ним запоминающее устройство, запрограммированное для независимой работы. Один микропроцессор направлен на слежение за клавиатурой, дисплеем и соединителями RS232. Второй микропроцессор предназначен для наблюдения за параметрами турбины, для задействования обхода повреждений и для регистрации изменения рабочих параметров за последний час работы. Третий микропроцессор наблюдает и направляет выбранные электрической схемой частоты, напряжения, задействует реле и т.д.

РАБОТА

Существует два отдельных режима работы системы. В первом режиме системный контроллер 18 используется для управления бустерным прерывателем 36 и выходными инверторами 17 для изменения выходных напряжения и частоты как функции времени. Работая таким образом, генератор переменного тока используется как электродвигатель с изменяющейся скоростью для вращения двигателя на скоростях, требуемых для поддерживаемой работы газовой турбины. Во втором режиме работы секция инверторов автоматически переконфигурируется системным

контроллером 18 для обеспечения вывода энергии для пользователей. В этом режиме работы выход энергии высокочастотного переменного тока от генератора переменного тока преобразуется выпрямителем 15 в энергию постоянного тока и подается на вход инвертора. Инвертор совместно с системным контроллером обеспечивает желательные трехфазные выходные напряжения и частоты, требуемые для нормальных пользовательских применений. Выходные напряжение, частота и фаза управляются способом, совместимым как с автономными, так и со связанными с линией пользовательскими применениями.

Панель 72 управления обеспечивает интерфейс между пользователем и контроллером. Она обеспечивает пользователя различными опциями управления и приборов, такими как запуск, выключение, связь с линией и диагностика. Во время нормального запуска и работы системы системный контроллер устанавливает очередность и управляет системой выработки электроэнергии следующим образом.

1) По команде с панели 72 управления контроллер 18 посылает соответствующие команды на генераторы колебаний и бустерный прерыватель для запуска кратковременного вращения турбин, так чтобы датчики положения Холла были должным образом синхронизированы для последующих функций запуска.

2) Далее, контроллер управляет бустерным прерывателем 36 и генератором колебаний (см. позиции 50-54 и 58 на Фиг.5) для линейного усиления трехфазных напряжений и частот для инвертора. Трехфазные выходные сигналы направляются на генератор переменного тока, который отвечает путем ускорения вращения вала турбины до скоростей, необходимых для ее поддерживаемой работы.

3) В течение описанной последовательности запуска системный контроллер наблюдает за и управляет другими функциями, такими как поток топлива, зажигание, скорости вращения, температуры и давления.

4) Вслед за фазой запуска системный контроллер переконфигурирует бустерный прерыватель для работы в качестве зарядного устройства аккумулятора. Кроме того, генератор колебаний обнуляется для выдачи сигналов, необходимых для выработки выходных требований мощности для пользователя. Эти сигналы соединены со входом селекторного переключателя, где они направляются на устройства запуска и инвертор. В результате инвертор обеспечивает желательные трехфазные выходные напряжения и частоты для пользователя.

5) В течение нормальной работы выхода мощности, как описано в 4), системный контроллер наблюдает и управляет всеми функциями, необходимыми для управления системой выработки электроэнергии, включая - но не ограничиваясь ими - управление и/или наблюдение за потоком топлива, температурой, давлением, скоростью, временем работы и различными диагностиками, уникальными для составляющих всей системы выработки энергии.

Описав таким образом наше изобретение

с подробностями и конкретными деталями, требуемыми патентными законами, желательно защитить патентом на изобретение то, что установлено в формуле изобретения.

Формула изобретения:

1. Электрическая система для турбины/генератора переменного тока, содержащая приводимую в действие газом турбину и генератор переменного тока на постоянном магните на общем валу, содержащая упомянутый генератор переменного тока, имеющий ротор из постоянного магнита и статорную обмотку, шину переменного тока, подключенную к статорной обмотке, схему вывода переменного тока, инвертор, подключенный к схеме вывода переменного тока, первый контактор для подключения инвертора к статорной схеме, шину постоянного тока, подключенную к инвертору, выпрямитель, подключенный между шиной переменного тока и шиной постоянного тока, временный источник питания, подключенный к шине постоянного тока, задающее устройство, подключенное таким образом, чтобы вызвать переключение инвертора, генератор сигналов, приводимый в действие сигналами, полученными от вращения общего вала, генератор колебаний разомкнутой системы, второй контактор для подключения либо генератора сигналов, либо генератора колебаний разомкнутой системы к инвертору, системный контролер для переключения во время пускового режима первого контактора в положение соединения инверторной схемы к шине переменного тока и переключения второго контактора в положение соединения генератора сигналов к задающему устройству и для переключения во время режима вывода энергии первого контактора в положение отключения инвертора от шины переменного тока и переключения второго контактора в положение подключения генератора колебаний разомкнутой системы к задающему устройству, благодаря чему во время пускового режима генератор переменного тока функционирует как электродвигатель, увеличивающий скорость турбины до скорости безопасного зажигания, и в режиме вывода энергии электрическая система выдает на схему вывода переменного тока электроэнергию переменного тока с частотой, несвязанной со скоростью вращения генератора переменного тока.

2. Система по п.1, в которой задающее устройство, подключенное к инвертору, является задающим устройством с широтно-импульсной модуляцией.

3. Электрическая система по п.1, в которой статорная обмотка генератора переменного тока является трехфазной обмоткой, а инвертор и схема вывода переменного тока являются трехфазной схемой.

4. Электрическая система по п.1, в которой временный источник питания содержит аккумулятор и повышающий от 0 инвертор для выдачи на шину постоянного тока напряжения между 0 и требуемым для ускорения генератора переменного тока до скоростей безопасного зажигания.

5. Электрическая система по п.1, в которой временный источник питания содержит постепенно понижающую схему для перезарядки источника питания во время режима вывода.

6. Электрическая система по п.1, в которой временный источник питания содержит инвертор, совместно использующий общую катушку индуктивности для постепенного подъема напряжения на шине постоянного тока во время пускового режима и для постепенного понижения напряжения на шине постоянного тока во время режима зарядки источника питания для зарядки источника питания.

7. Электрическая система по п.1, в которой генератор сигналов приводится в действие сигналами, снятыми с магнитных датчиков, возбужденных магнитами, прикрепленными к общему валу.

8. Электрическая система по п.1, в которой схема вывода переменного тока содержит чувствительный к току трансформатор для обеспечения управления пределом тока.

9. Электрическая система по п.1, в которой схема вывода переменного тока содержит катушки индуктивности и конденсаторы фильтра для каждой фазы.

10. Электрическая система по п.1, в которой генератор колебаний разомкнутой системы используется для начала запуска, за которым следует управление замкнутой системы для увеличения скорости общего вала до скорости вращения, безопасной для зажигания.

11. Электрическая система по п.1, в которой выработка колебаний содержит счетчики, ППЗУ, цифро-аналоговые преобразователи и усилители с амплитудным управлением для каждой фазы, управляемой по отдельности.

12. Электрическая система по п.4, в которой временный источник питания содержит широтно-импульсный модулятор с постоянной частотой, приводящий в действие повышающий от 0 инвертор.

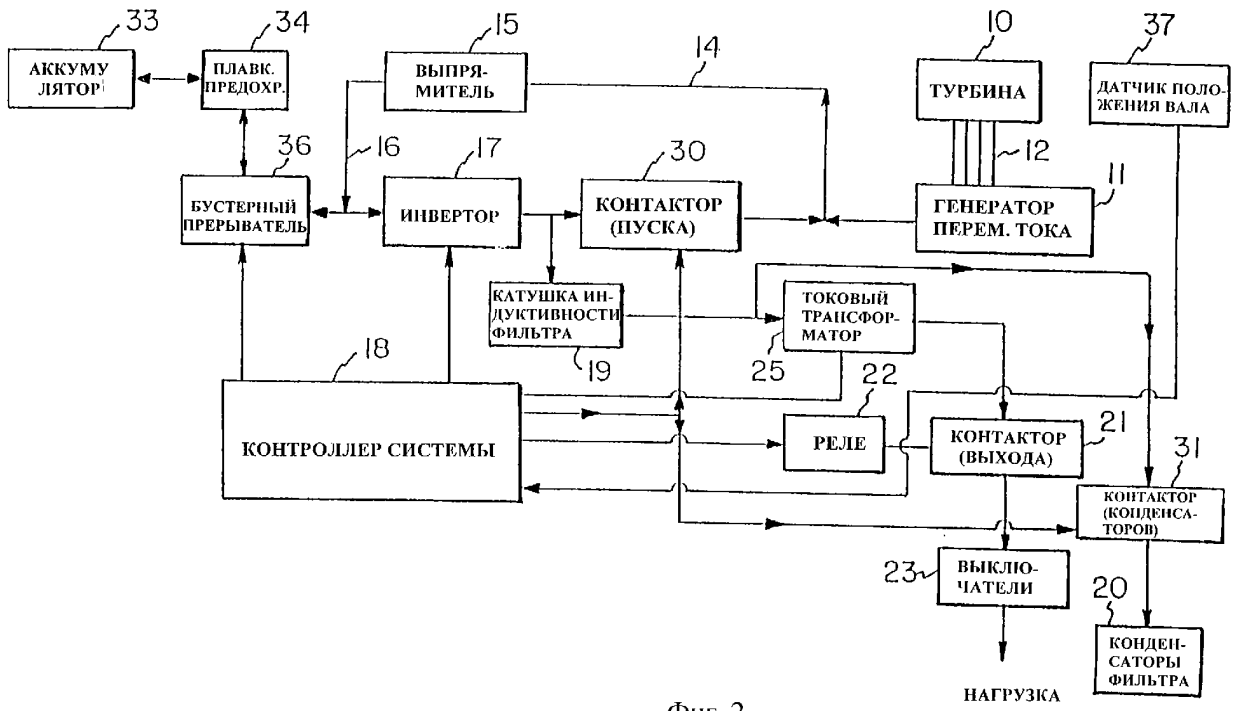
13. Электрическая система по п.5, в которой управляющая схема управляет рабочим циклом широтно-импульсного модулятора для управления напряжением на шине постоянного тока.

14. Электрическая система по п.5, в которой запитываемая аккумулятором схема содержит широтно-импульсный модулятор с постоянной частотой для приведения в действие инвертора и средства для регулировки рабочего цикла широтно-импульсного модулятора для управления зарядным напряжением аккумулятора.

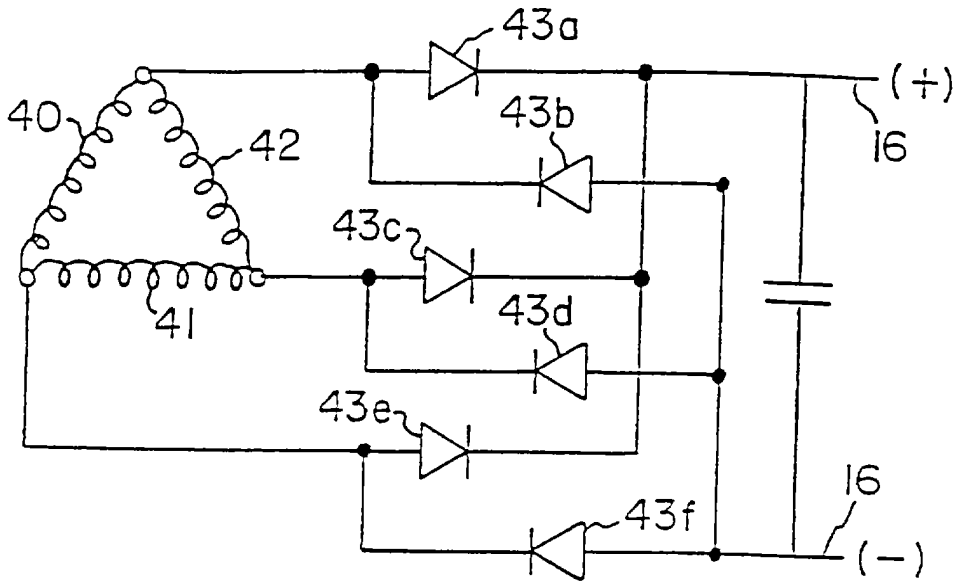
15. Электрическая система по п.7, в которой магнитные датчики являются датчиками на эффекте Холла.

16. Электрическая система по п.9, в которой контактор, управляемый схемой управления, отключает конденсаторы фильтра от схемы вывода переменного тока во время запуска.

17. Электрическая система по п.15, в которой схема колебаний замкнутой системы далее содержит схему кодера на датчиках Холла.



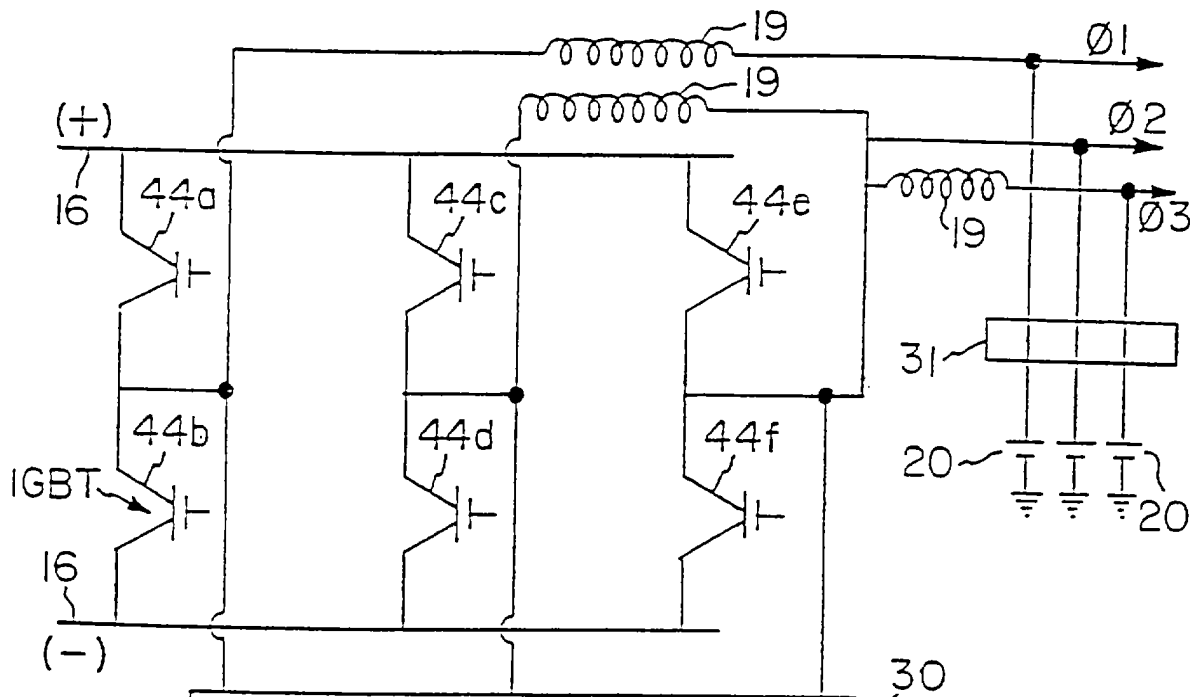
Фиг. 2



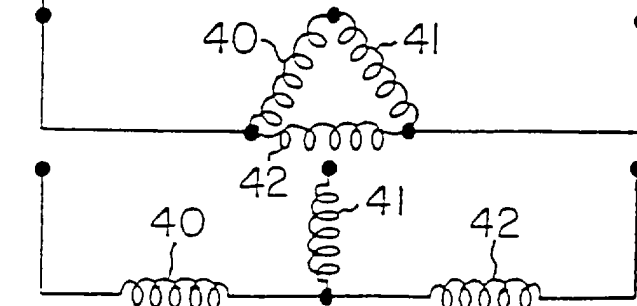
Фиг. 3

RU 2224352 C2

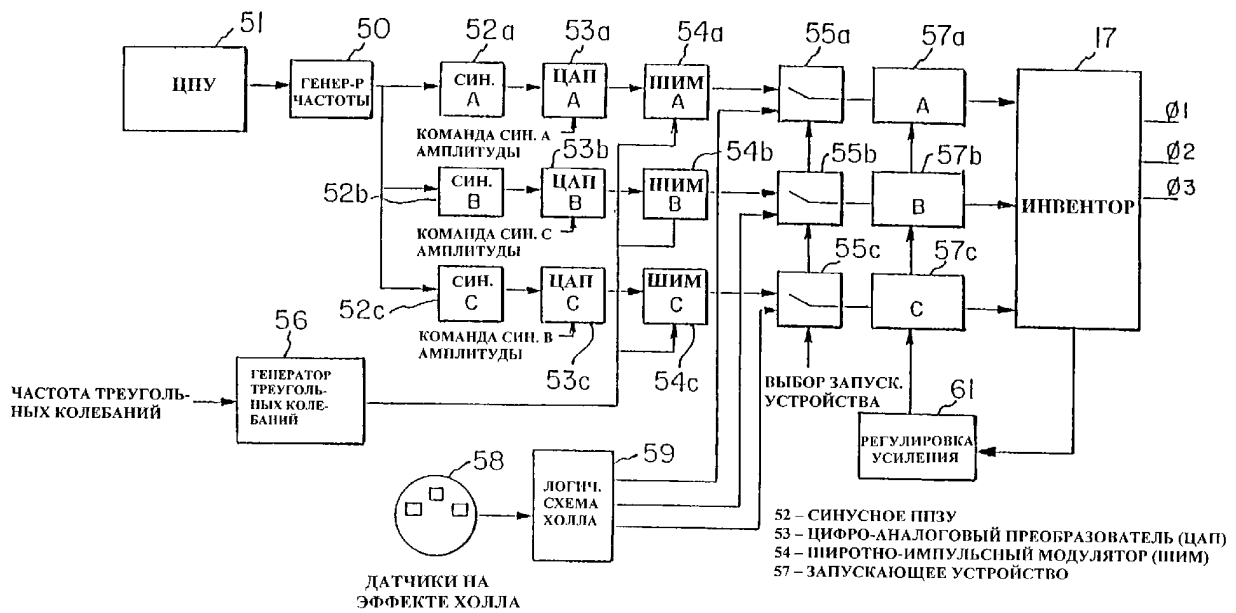
RU 2224352 C2



Фиг. 4а



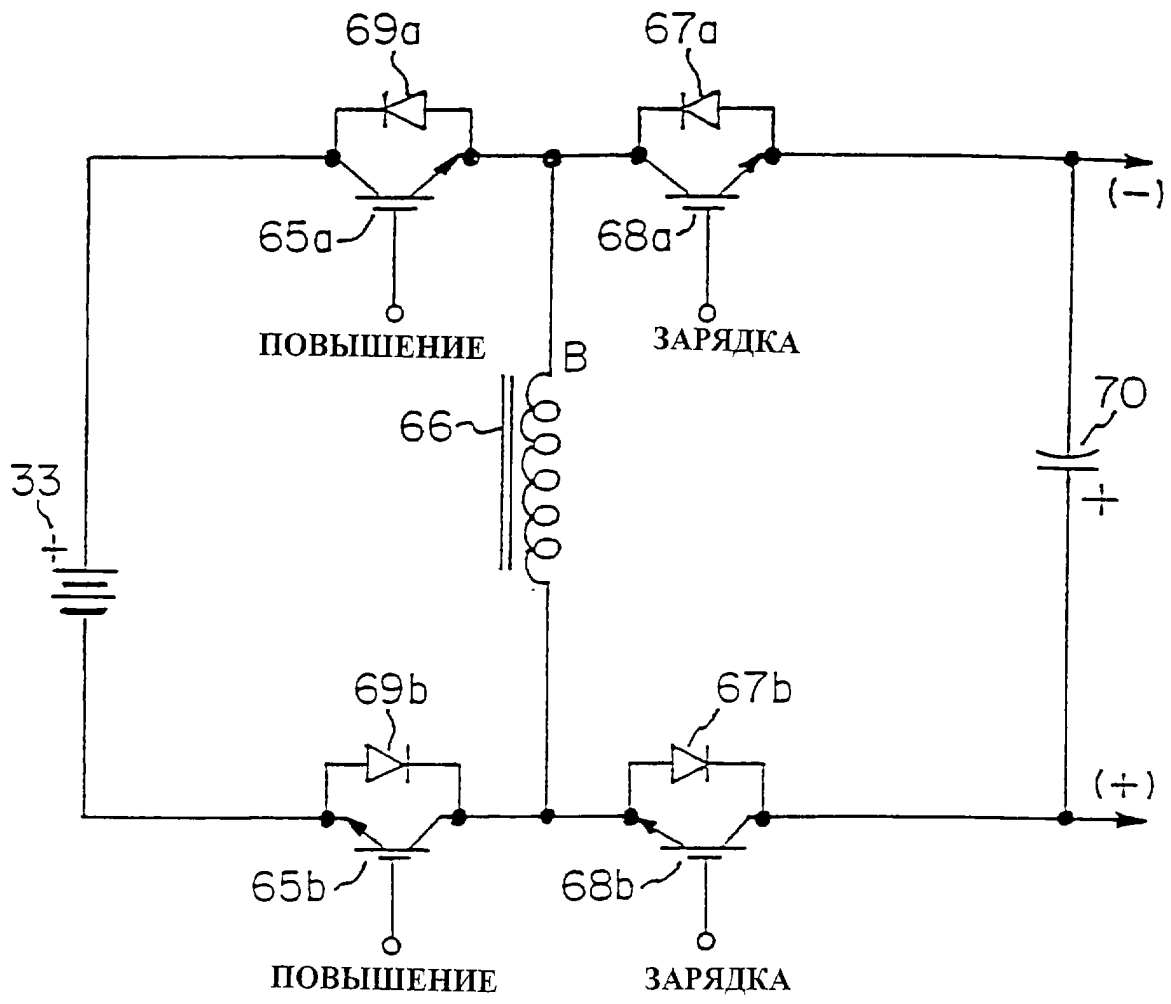
Фиг. 4б



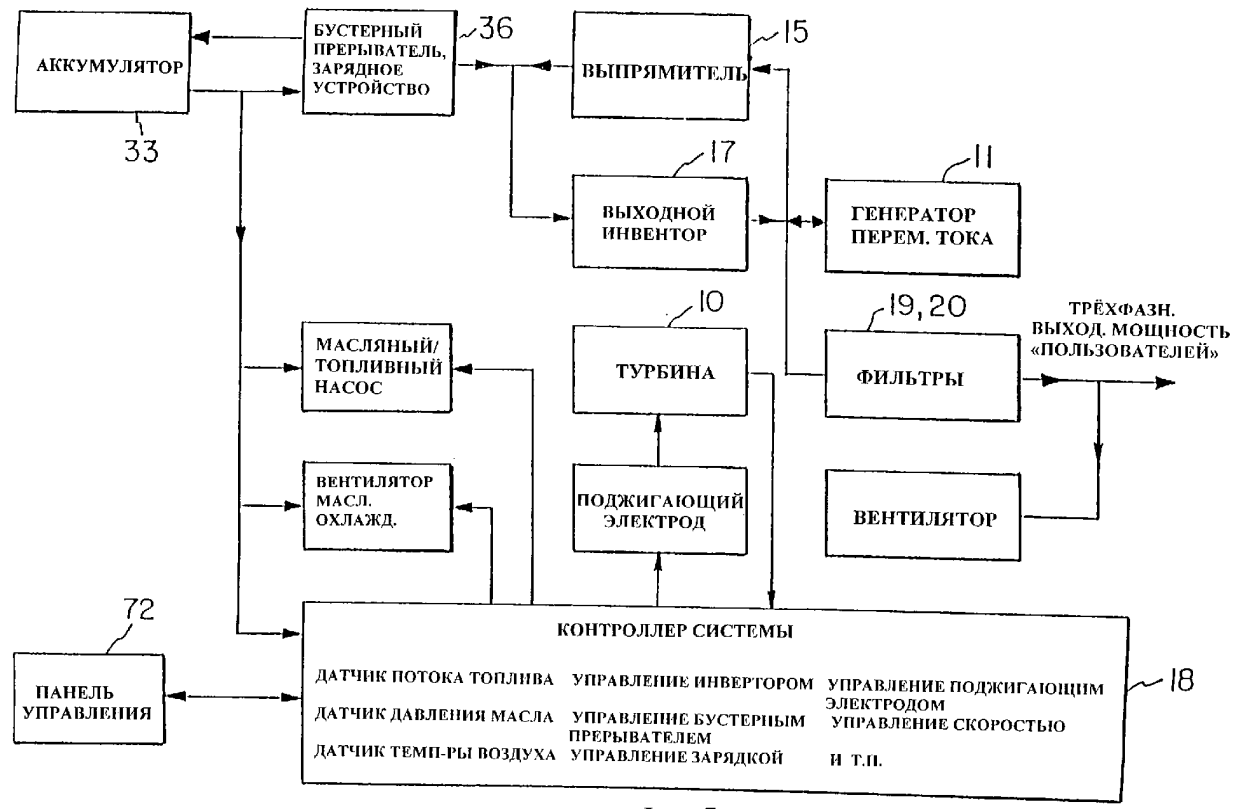
Фиг. 5

RU 2224352 C2

RU 2224352 C2



Фиг. 6



Фиг. 7

RU 2224352 C2

RU 2224352 C2