



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2010106801/06, 26.02.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
26.02.2010

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
03.03.2009 EP 09003005.7;
17.02.2010 EP 10153790.0

(43) Дата публикации заявки: 10.09.2011 Бюл. № 25

(45) Опубликовано: 20.08.2014 Бюл. № 23

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US2005177756A1,11.08.2005 .
EP1637447A1,22.03.2006.
DE10128152A1,19.12.2002.
US6592412B1,15.07.2003.
RU2031009C1,20.03.1995.
RU2039670C1,20.07.1995

Адрес для переписки:

191036, Санкт-Петербург, а/я 24, "НЕВИНПАТ",
А.В. Поликарпову

(72) Автор(ы):

ГЕЗЗЕЛЬБАХ Жероэн (NL),
ВАН ДЕР НАТ Клеменс Герардус Йоханнес
Мария (NL),
БУРГЕР Петер Корнелис (NL)

(73) Патентообладатель(и):

Блюоутер Энерджи Сёвисиз Б.В. (NL)

(54) СИСТЕМА И СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ КАЖДОГО ИЗ N ДВИГАТЕЛЕЙ С РЕГУЛИРУЕМОЙ СКОРОСТЬЮ ВРАЩЕНИЯ

(57) Реферат:

Предложена система для регулирования скорости вращения каждого из N двигателей с регулируемой скоростью вращения с помощью напряжения возбуждения, где N является целым числом, равным или превышающим 1. Данная система содержит (N+1) генераторов и переключающее устройство, выполненное с возможностью непосредственного присоединения в однозначной взаимосвязи указанных N двигателей к указанным (N+1) генераторам с обеспечением возможности работы любого из указанных N двигателей по меньшей мере в первом режиме и втором режиме. В первом

режиме указанный любой из N двигателей приводится в действие напряжением возбуждения, создаваемым первым генератором из по меньшей мере двух генераторов из (N+1) генераторов, а во втором режиме указанный любой из N двигателей приводится в действие напряжением возбуждения, создаваемым вторым генератором из указанных по меньшей мере двух генераторов из (N+1) генераторов. Технический результат изобретения - надежное регулирование скорости вращения двигателей с регулируемой скоростью вращения. 2 н. и 14 з.п. ф-лы, бил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2010106801/06, 26.02.2010**

(24) Effective date for property rights:
26.02.2010

Priority:

(30) Convention priority:
03.03.2009 EP 09003005.7;
17.02.2010 EP 10153790.0

(43) Application published: **10.09.2011 Bull. № 25**

(45) Date of publication: **20.08.2014 Bull. № 23**

Mail address:

**191036, Sankt-Peterburg, a/ja 24, "NEVINPAT",
A.V. Polikarpovu**

(72) Inventor(s):

**GEZZEL'BAKh Zheroehn (NL),
VAN DER NAT Klemens Gerardus Jokhannes
Marija (NL),
BURGER Peter Kornelis (NL)**

(73) Proprietor(s):

Bljuuoter Ehnerdzhi Sevisiz B.V. (NL)

(54) **SYSTEM AND METHOD FOR CONTROL OVER RPM OF EACH OF N CONTROLLED-RPM MOTORS**

(57) Abstract:

FIELD: engines and pumps.

SUBSTANCE: this system adjusts motor rpm by excitation voltage whereat N is an integer equal to or larger than 1. This system comprises (N+1) generators and incorporates a commutator. It allows direction connection of said N motors in univocal correspondence to said (N+1) motors at, at least, first and second modes. In first mode, said whatever N motor is driven by

excitation voltage generated by first generator of at least two generators of (N+1) generators. In second mode, said whatever N motor is driven by excitation voltage generated by second generator of at least two generators of (N+1) generators.

EFFECT: reliable rpm control.

16 cl, 6 dwg

RU 2 526 411 C 2

RU 2 526 411 C 2

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Варианты выполнения данного изобретения, в целом, относятся к области техники, связанной с энергосистемами, и, более конкретно, к системам, предназначенным для регулирования скорости вращения двигателя с регулируемой скоростью вращения.

ПРЕДПОСЫЛКИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Широкое применение получили системы энергоснабжения, предназначенные для выработки и использования энергии для приведения в действие механического оборудования или двигателей. Кроме того, часто желательно или необходимо иметь возможность регулировать скорость вращения механического вращающегося оборудования, приводимого в действие вырабатываемой энергией. Например, для надлежащей работы компрессора скорость запуска и скорость периода входа в устойчивый режим работы компрессора должны тщательно регулироваться для поддержания технологических параметров процесса в определенных пределах.

На фиг.1 показана система, способная вырабатывать энергию и использующая данную энергию для приведения в действие механического вращающегося оборудования с одновременным регулированием его скорости вращения. Как показано на чертеже, система 100 содержит газовые турбины ГТ1, ГТ2 и ГТ3, которые присоединены непосредственно к механическому вращающемуся оборудованию, например компрессорам КПП1, КПП2 и КПП3. В системе этого типа газовые турбины ГТ1, ГТ2 и ГТ3 преобразуют тепловую энергию сжигаемого газа в механическую энергию, непосредственно используемую для приведения в действие компрессоров КПП1, КПП2 и КПП3. Одним недостатком подобной системы является низкая надежность, поскольку, если одна из газовых турбин выходит из строя или требуется ее остановка для проведения технического обслуживания, то компрессор, присоединенный к этой турбине, не может работать. Данная газовая турбина может быть основным двигателем любого типа, например двигателем, работающим от воспламенения, или паровой турбиной.

Как показано далее, для данной области техники требуется система с надежным регулированием скорости вращения двигателей с регулируемой скоростью вращения.

В патентном документе США 2005/177756 приведено описание системы распределения энергии, которая содержит несколько нагрузок и несколько источников энергии. Указанная распределительная система также содержит устройство, включающее внутренние соединения, которые присоединяют каждую нагрузку к заданному количеству различных источников энергии, так что каждая нагрузка полностью снабжается энергией, несмотря на выход из строя любого одного из источников.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Одним вариантом выполнения данного изобретения предлагается система для регулирования скорости вращения каждого из N двигателей с регулируемой скоростью вращения с помощью напряжения возбуждения, где N является целым числом, равным или превышающим 1. Данная система содержит $(N+1)$ генераторов, предназначенных для приведения в действие указанных N двигателей. Данная система также содержит переключающее устройство, выполненное с возможностью непосредственного присоединения указанных N двигателей к имеющимся генераторам, причем указанные имеющиеся генераторы представляют собой указанные $(N+1)$ генераторов, так что любой из указанных N двигателей может работать по меньшей мере в первом режиме и втором режиме. В первом режиме любой из указанных N двигателей приводится в действие напряжением возбуждения, создаваемым первым генератором из по меньшей мере двух из имеющихся генераторов. Во втором режиме любой из указанных N двигателей приводится в действие напряжением возбуждения, создаваемым вторым

генератором из по меньшей мере двух из имеющихся генераторов. В подобной системе регулирование скорости вращения каждого из указанных N двигателей может выполняться путем модулирования напряжения возбуждения по частоте, по амплитуде, или как по частоте, так и по амплитуде.

5 Сущность данного изобретения заключается в непосредственном присоединении указанных N двигателей к имеющимся генераторам способом, который обеспечивает возможность приведения в действие любого из указанных N двигателей по меньшей мере двумя из имеющихся генераторов. Предлагаемая система обеспечивает, например, работу трех различных двигателей с регулируемой скоростью вращения от четырех
10 генераторов. В результате такого решения данные генераторы могут использоваться для работы с $(N+1)$ возможностями использования, что приводит к повышенной работоспособности данной системы. В то же самое время однозначная взаимосвязь между генераторами и двигателями с регулируемой скоростью вращения благодаря
15 непосредственному присоединению обеспечивает сохранение достаточно высокой эффективности системы в целом с одновременным обеспечением сравнительно небольшой площади, занимаемой данной системой, а также сравнительно небольших издержек. Благодаря вышеупомянутым свойствам предлагаемую систему можно рассматривать как «привод с полупрямым регулированием скорости вращения с
20 возможностью использования $N+1$ источников энергии».

20 Вариант выполнения по п.2 формулы изобретения преимущественно обеспечивает возможность добавления одного дополнительного генератора, так что любой из имеющихся генераторов может быть непосредственно присоединен к шине с фиксированным напряжением и фиксированной частотой, при этом другие N генераторов могут быть непосредственно присоединены к N двигателям с регулируемой
25 скоростью вращения, тогда как оставшийся генератор находится или в режиме ожидания, или в состоянии технического обслуживания, с возможностью использования либо для системы с фиксированной частотой, либо для системы с регулируемой скоростью вращения. Кроме того, один или более двигателей с регулируемой скоростью вращения могут быть синхронизированы с шинами фиксированного напряжения и фиксированной
30 частотой для обеспечения возможности распределения нагрузки и/или изменения режима присоединенного основного движителя/генератора. Вариант выполнения по п.3 формулы изобретения обеспечивает выполнение данной системы для приведения в действие двигателей как с постоянной, так и с регулируемой скоростью.

В соответствии с п.4 формулы изобретения каждый из имеющихся генераторов может
35 получать механическую энергию от основного движителя. Основной движитель может быть, например, газовой турбиной (п.5 формулы изобретения), обеспечивающей преобразование тепловой энергии газообразных продуктов горения в механическую энергию. Газовая турбина может содержать компрессор (компрессоры) и турбину (турбины) с камерой сгорания, паровую турбину или работающий от воспламенения
40 двигатель на газовом или жидком топливе. Варианты выполнения по п.6 формулы изобретения обеспечивают возможность использования различных типов двигателей с регулируемой скоростью вращения.

Вариант выполнения по п.7 формулы изобретения обеспечивает возможность использования N двигателей с регулируемой скоростью вращения для приведения в
45 действие механического вращающегося оборудования, например компрессора. В других вариантах выполнения системы по пп.1, 2 и 7 формулы изобретения могут быть видоизменены так, что они могут содержать множество систем токопроводящих шин вместо N двигателей с регулируемой скоростью вращения и механического

вращающегося оборудования.

Кроме того, один из вариантов выполнения изобретения обеспечивает возможность использования определенного типа напряжения возбуждения для каждого из N двигателей с регулируемой скоростью вращения.

5 Вариант выполнения по п.9 формулы изобретения обеспечивает наличие выделенного резервного генератора, предназначенного для использования, когда один из других N генераторов не может работать.

Еще один вариант выполнения изобретения обеспечивает возможность регулирования скорости вращения двигателей с регулируемой скоростью вращения.

10 Вариант выполнения по п.12 формулы изобретения преимущественно обеспечивает возможность многозначной взаимосвязи.

Согласно еще одному варианту выполнения изобретения, напряжение возбуждения является напряжением от однофазного источника.

15 Еще один вариант выполнения изобретения обеспечивает наличие энергосистемы для работы в морских условиях.

Согласно другому варианту выполнения изобретения, напряжение возбуждения является напряжением от трехфазного источника переменного тока.

Также предлагается способ регулирования (частей) данной системы.

20 Ниже приведено более подробное описание варианта выполнения данного изобретения. Однако следует понимать, что данный вариант выполнения не следует рассматривать как вариант, ограничивающий объем правовой охраны данного изобретения.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

25 Фиг.1 представляет собой схематический вид известной системы непосредственных соединений для регулирования скорости вращения каждого двигателя с регулируемой скоростью вращения;

30 фиг.2 представляет собой схематический вид системы с $(N+1)$ возможностями использования для регулирования скорости вращения каждого двигателя с регулируемой скоростью вращения в соответствии с одним вариантом выполнения данного изобретения;

фиг.3 представляет собой схематический вид системы с $(N+1)$ возможностями использования для регулирования скорости вращения каждого двигателя с регулируемой скоростью вращения в соответствии с другим вариантом выполнения данного изобретения;

35 фиг.4 представляет собой диаграмму режимов состояния и переключения, соответствующую системе, показанной на фиг.3, в соответствии с одним вариантом выполнения данного изобретения;

40 фиг.5 представляет собой схематический вид системы с $(N+1)$ возможностями использования для регулирования скорости вращения каждого двигателя с регулируемой скоростью вращения в соответствии с еще одним вариантом выполнения данного изобретения; и

фиг.6 представляет собой диаграмму режимов состояния и переключения, соответствующую системе, показанной на фиг.5, в соответствии с одним вариантом выполнения данного изобретения.

45 ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Ниже приведено описание многочисленных конкретных деталей для лучшего понимания данного изобретения. Однако специалисту должно быть очевидно, что данное изобретение может быть выполнено без одной или более из этих конкретных

деталей. В других случаях, чтобы не затруднять понимание данного изобретения, описание хорошо известных характеристик не приведено.

Фиг.2 представляет собой схематический вид системы 200 с (N+1) возможностями использования, предназначенной для регулирования скорости вращения каждого двигателя с регулируемой скоростью вращения в соответствии с одним вариантом выполнения данного изобретения. Как показано на чертеже, система 200 содержит четыре генератора П, Г2, Г3 и Г4, выполненные с возможностью преобразования механической энергии в электрическую энергию. В одном варианте выполнения генераторы Г1-Г4 могут получать механическую энергию от газовых турбин, обозначенных как ГТ1, ГТ2, ГТ3 и ГТ4, которые выполнены с возможностью преобразования тепловой энергии газообразных продуктов сгорания в механическую энергию. В других вариантах выполнения генераторы Г1-Г4 могут получать механическую энергию от других включенных двигателей (например, паровой турбины, газового двигателя или дизельного двигателя, работающего на любом топливе). В данном документе газовые турбины (или паровые турбины, или другие двигатели), обеспечивающие передачу механической энергии к генераторам, иногда рассматривают как «основные движители», чтобы отметить тот факт, что они являются исходным источником энергии, подаваемой к двигателям с регулируемой скоростью вращения.

Система 200 дополнительно содержит три двигателя с регулируемой скоростью вращения, обозначенные как Д1, Д2 и Д3, и переключающее устройство, показанное в виде коммутационной панели 205, выполненное с возможностью непосредственного присоединения генераторов Г1-Г4 к двигателям Д1-Д3 в однозначной взаимосвязи. Каждый из двигателей Д1-Д3, в свою очередь, присоединен к единице механического вращающегося оборудования, например компрессору, показанному на фиг.2 как КПР1, КПР2 и КПР3. Как вариант, один или более двигателей Д1-Д3 также может быть заменен на одну или более электрораспределительную сеть путем введения систем с шинами вместо данного двигателя и механического вращающегося оборудования. Один или более двигателей Д1-Д3 может представлять собой один или более электродвигателей.

Генераторы Г1-Г4 выполнены с возможностью приведения в действие каждого из двигателей Д1-Д3 путем переменного напряжения возбуждения. Указанное переменное напряжение возбуждения может быть изменено (модулировано) по амплитуде, по частоте или как по амплитуде, так и по частоте, для получения требуемой скорости вращения и вращающего момента для каждого из двигателей Д1-Д3. Приведение в действие двигателей Д1-Д3 выполняется путем приложения напряжения от 3-фазного источника переменного тока. В свою очередь, двигатели Д1, Д2 и Д3 выполнены с возможностью преобразования электрической энергии переменного напряжения возбуждения в механическую энергию, которая приводит в действие компрессоры КПР1, КПР2 и КПР3. Таким образом, путем модулирования напряжения возбуждения, подаваемого двигателям Д1-Д3 для регулирования их скорости вращения и вращающего момента, также можно регулировать скорость вращения компрессоров КПР1, КПР2 и КПР3.

Как показано, генератор Г4 выполнен в виде выделенного резервного генератора. Коммутационная панель 205 обеспечивает возможность приведения в действие любого из двигателей Д1-Д3 посредством по меньшей мере двух генераторов из генераторов Г1-Г4. Другими словами, каждый двигатель Д1-Д3 может быть приведен в действие по меньшей мере в двух режимах работы. В первом режиме двигатели Д1, Д2 и Д3 приводятся в действие с помощью напряжений возбуждения, создаваемых,

соответственно, генераторами Г1, Г2 и Г3 в однозначной взаимосвязи каждого из двигателей Д1-Д3 с генераторами Г1-Г3. Во втором режиме приведение в действие каждого из двигателей Д1, Д2 и Д3 выполняется с помощью напряжений возбуждения, создаваемых выделенным резервным генератором Г4. Например, в первом режиме работы все три двигателя могут быть запущены и затем синхронизированы для создания электрораспределительной сети, которая будет создавать возможность для распределения нагрузки. Во втором режиме работы резервный генератор Г4 может быть приведен в действие с обеспечением возможности поддержания любого из основных сочетаний движитель-генератор (т.е. сочетаний ГТ1-ГТ3 и Г1-Г3). При подобной конфигурации, если, например, генератор Г2 не работает (т.е. генератор Г2 может быть, например, выведен из обслуживания в результате отказа или технического обслуживания, или может находиться в режиме ожидания), то все двигатели Д1-Д3 могут продолжать работать. В подобном случае двигатели Д1-Д3 могут работать в первом режиме (т.е. приведение в действие двигателей Д1 и Д3 выполняется, соответственно, генераторами Г1 и Г3), тогда как работа двигателя Д2 может выполняться во втором режиме (т.е. приведение в действие двигателя Д2 выполняется резервным генератором Г4).

Поскольку в системе 200 выполнены четыре газовые турбины ГТ1-ГТ4, обеспечивающие приведение в действие трех двигателей Д1-Д3, то приведение в действие системы 200 выполняется благодаря наличию одного резервного сочетания газовая турбина-генератор, которое может использоваться для обеспечения электроэнергии при повреждении одного из других трех сочетаний газовая турбина-генератор. Подобная конфигурация рассматривается в данном документе как имеющая (N+1) возможностей использования, причем термин «возможность использования» рассматривается как способность потребителей энергии (например, двигателей Д1-Д3, или компрессоров КПП1-КПП3) получать требуемую электроэнергию. Если потребитель электроэнергии не может получать требуемую энергию, то данный потребитель энергии указывается как «недоступный для использования». Наличие конфигурации (N+1) в системе 200 приводит в результате к повышенной возможности использования системы 200 по сравнению, например, с системой 100.

Отметим, что диапазон режимов для эксплуатации выделенного резервного генератора Г4 является ограниченным, так как этот генератор Г4 должен быть по возможности быстрее введен обратно в режим ожидания, чтобы снова находиться в состоянии готовности для других генераторов. Таким образом, у системы 200 отсутствует возможность одинакового распределения нагрузки на протяжении времени (например, при физическом изнашивании генераторов Г1-Г4).

Фиг.3 представляет собой схематический вид системы 300 с (N+1) возможностями использования, предназначенной для регулирования скорости вращения каждого двигателя с регулируемой скоростью вращения в соответствии с другим вариантом выполнения данного изобретения. Как показано на чертеже, система 300 тоже содержит четыре генератора Г1-Г4, выполненные с возможностью преобразования механической энергии в электрическую энергию. В этом случае, также, генераторы Г1-Г4 могут получать механическую энергию от газовых турбин ГТ1-ГТ4 или от других типов основных движителей.

Подобно системе 200 система 300 дополнительно содержит три двигателя Д1-Д3 с регулируемой скоростью вращения и переключающее устройство, показанное в виде коммутационной панели 305 и выполненное с возможностью непосредственного присоединения генераторов Г1-Г4 к двигателям Д1-Д3 в однозначной взаимосвязи.

Каждый из двигателей Д1-Д3, в свою очередь, присоединен к единице механического вращающегося оборудования, например компрессору, обозначенному как КПП1, КПП2 и КПП3. Один или более двигателей Д1-Д3 может представлять собой один или более электрических двигателей. И в этом случае генераторы Г1-Г4 выполнены с
5 возможностью приведения в действие каждого из двигателей Д1-Д3 с помощью переменного напряжения возбуждения. Указанное напряжение возбуждения может быть изменено (модулировано) по амплитуде, по частоте, или как по амплитуде, так и по частоте для получения требуемой скорости вращения и вращающего момента для
10 каждого из двигателей Д1-Д3. Двигатели Д1-Д3 приводятся в действие с помощью напряжения от 3-фазного источника переменного тока. В свою очередь, двигатели Д1, Д2 и Д3 выполнены с возможностью преобразования электрической энергии при переменном напряжении возбуждения в механическую энергию, которая приводит в действие компрессоры КПП1, КПП2 и КПП3. Таким образом, путем модулирования
15 напряжения возбуждения, подаваемого двигателям Д1-Д3 для регулирования их скорости вращения и вращающего момента, также можно регулировать скорость вращения компрессоров КПП1, КПП2 и КПП3. Как вариант, один или более из данных двигателей может быть также заменен на одну или более электрораспределительную сеть путем введения систем с множеством шин вместо двигателя и механического вращающегося оборудования.

20 Посредством переключателей коммутационная панель 305 создает возможность для приведения в действие любого из двигателей Д1-Д3 с помощью по меньшей мере двух из генераторов Г1-Г4 в конкретных выделенных сочетаниях (пример выполнения выделенных сочетаний приведен ниже). Другими словами, каждый из двигателей Д1-Д3 может быть приведен в действие по меньшей мере в двух режимах работы. В первом
25 режиме двигатели Д1, Д2 или Д3 приводятся в действие напряжением возбуждения, создаваемым, соответственно, одним из генераторов Г1-Г4, а во втором режиме приведение в действие каждого из двигателей Д1, Д2 или Д3 выполняется с помощью напряжения возбуждения, создаваемого другим из генераторов Г1-Г4. Например, коммутационная панель 305 может содержать переключатели П1 и П2, как показано
30 на фиг.3. Переключатели П1 и П2 позволяют получить следующие выделенные сочетания - двигатель Д1 может быть приведен в действие в первом режиме посредством генератора Г1, а во втором режиме - генератором Г2, двигатель Д2 может быть приведен в действие в первом режиме генератором Г2, а во втором режиме - генератором Г3, и наконец, двигатель Д3 может быть приведен в действие в первом режиме генератором
35 Г3, а во втором режиме - генератором Г4. При подобной конфигурации, если, например, генератор Г2 находится в нерабочем состоянии (т.е. генератор Г2 может быть, например выведен из обслуживания в результате поломки или технического обслуживания, или может быть в режиме ожидания), все двигатели Д1-Д3 могут еще оставаться в работе. В подобном случае двигатель Д1 может работать в первом режиме (т.е. двигатель Д1
40 приводится в действие генератором Г1), двигатель Д2 может работать во втором режиме (т.е. двигатель Д2 приводится в действие генератором Г3) и двигатель Д3 может также работать во втором режиме (т.е. двигатель Д3 приводится в действие генератором Г4).

45 Специалист должен понимать, что для управляющих переключателей потребуется координация напряжения и фазового угла для обеспечения возможности синхронизации двух изолированных электрических систем. Кроме того, в других вариантах выполнения вместо переключателей П1 и П2, показанных на фиг.3, коммутационная панель 305 может содержать любое другое переключающее устройство, выполненное с возможностью непосредственного присоединения в однозначной взаимосвязи двигателей

Д1-Д3 к генераторам Г1-Г4 так, что любой из двигателей Д1-Д3 может работать по меньшей мере в вышеуказанных первом и втором режимах.

Фиг.4 иллюстрирует диаграмму режима состояния и переключения, соответствующую системе 300. Как показано на фиг.4, когда коммутационное устройство содержит переключатели П1 и П2, как показано в системе 300 на фиг.3, то возможно создание четырех сочетаний. В первом сочетании генератор Г4 находится в нерабочем состоянии. При замыкании переключателя П2 генератор Г1 может быть выполнен с возможностью приведения в действие двигателя Д1, генератор Г2 может быть выполнен с возможностью приведения в действие двигателя Д2, а генератор Г3 может быть выполнен с возможностью приведения в действие двигателя Д3. Во втором сочетании в нерабочем состоянии находится генератор Г3. При удержании обоих переключателей П1 и П2 в разомкнутом состоянии генераторы Г1, Г2 и Г4 могут быть выполнены так, чтобы приводить в действие, соответственно, двигатели Д1, Д2 и Д3. Другие два сочетания могут быть проанализированы подобным способом.

(N+1) возможностей использования генераторов Г1-Г4 в системе 300 приводят к повышенной возможности использования системы 300 по сравнению с системой 100, показанной на фиг.1, поскольку даже при одном из генераторов Г1-Г4, находящемся в нерабочем состоянии, три двигателя Д1-Д3 могут быть приведены в действие остальными тремя генераторами. В системе 300 постоянная однозначная взаимосвязь между газовыми турбинами ГТ1-ГТ4 и механическим вращающимся оборудованием КПП1-КПП3 разрывается, создавая возможность для непрерывного регулирования скорости вращения механического вращающегося оборудования с помощью резервирования в сочетании основной движитель-генератор. В то же самое время, непосредственное соединение между генераторами Г1-Г4 и двигателями Д1-Д3 позволяет поддерживать общую эффективность системы 300 по существу равной эффективности системы 200. Система 300 обладает рядом дополнительных эксплуатационных преимуществ для применений, для которых необходимы небольшая занимаемая механическим вращающимся оборудованием площадь и физическое разделение основного движителя и механического вращающегося оборудования (например, для использования в морских условиях). Компрессоры КПП1, КПП2 и КПП3, входящие в систему 300, занимают площадь, меньшую, чем компрессоры, входящие в систему 100, так как двигатели Д1-Д3 имеют значительно меньшие габариты, чем газовые турбины, показанные на фиг.1, или любые другие основные движители, например, паровая турбины или двигатель, работающий от воспламенения. Во-вторых, система 300 обеспечивает возможность расположения газовых турбин ГТ1-ГТ4 или других основных движителей в отдалении от процессов, в которых задействованы компрессоры КПП1-КПП4 (например, в процессе сжижения газа), приводящее к повышенной безопасности вследствие удаления горячих поверхностей от участка технологического процесса и отсутствия введения в него топлива. В-третьих, система 300 обеспечивает возможность расположения газовых турбин ГТ1-ГТ4 или других основных движителей в месте, в котором может быть организовано наилучшее техническое обслуживание. Кроме того, при необходимости утилизации отработанного тепла на какой-либо установке, связанное с этим оборудованием может теперь быть установлено в одном месте с упрощением общей компоновки. Однозначная взаимосвязь в сочетании основной движитель-генератор и механическое вращающееся оборудование может исключить необходимость наличия редуктора между электрическим двигателем и механическим вращающимся оборудованием.

Кроме того, если регулируемая скорость вращения требуется только при запуске

или регулируемой остановке механического вращающегося оборудования, то нормальный установившийся режим также может быть получен с помощью N генераторов и N двигателей, которые подключены через коммутационную панель 305, при этом обеспечивается распределение нагрузки между активными основными
5 движителями и генераторами, все из которых работают при одинаковой скорости вращения. Указанное схемное решение и работа отличается, из-за наличия поддерживаемой однозначной взаимосвязи, от конструкций, имеющих в настоящее время в промышленности, в которых множественные основные движители и генераторы сгруппированы на одной шине, приводящей в действие множество двигателей при
10 одинаковой регулируемой скорости вращения.

Фиг.5 представляет собой схематический вид системы 500 с (N+1) возможностями использования, предназначенной для регулирования скорости вращения каждого двигателя с регулируемой скоростью вращения в соответствии с еще одним вариантом выполнения данного изобретения. Как показано, система 500 содержит пять генераторов
15 Г1, Г2, Г3, Г4 и Г5, выполненных с возможностью преобразования механической энергии в электрическую энергию. И в этом случае, также, генераторы Г1-Г5 могут получать механическую энергию от газовых турбин (показанных как ГТ1, ГТ2, ГТ3, ГТ4 и ГТ5), или от паровых турбин или других двигателей, работающих от воспламенения.

Система 500 дополнительно содержит три двигателя с регулируемой скоростью
20 вращения (показанные как Д1, Д2 и Д3), каждый из которых может представлять собой один или более электрических двигателей, два двигателя с постоянной скоростью вращения (показанные как Д4 и Д5) и переключающее устройство (показанное в виде коммутационной панели 505), выполненное с возможностью непосредственного присоединения четырех генераторов из генераторов Г1-Г5 к двигателям Д1-Д3 с
25 регулируемой скоростью вращения с однозначной взаимосвязью, и непосредственного подключения (по меньшей мере одного из) остальных генераторов Г1-Г5 к шине 510 с фиксированным напряжением и фиксированной частотой. Используемый в данном документе термин «шина» относится к полосе токопроводящего материала (например, медного или алюминиевого), который проводит электрический ток в коммутационную
30 панель или другое электрическое устройство. В свою очередь, каждый из двигателей Д1-Д3 с регулируемой скоростью вращения присоединен к единице механического вращающегося оборудования, например компрессору, показанному, как КПП1, КПП2 и КПП3.

Подобно показанному на фиг.3, четыре генератора из генераторов Г1-Г5 выполнены
35 с возможностью приведения в действие каждого из двигателей Д1-Д3 с регулируемой скоростью вращения с помощью переменного напряжения возбуждения. Указанное напряжение может быть изменено (модулировано) по амплитуде, по частоте или как по амплитуде, так и по частоте, для получения требуемой скорости вращения каждого из двигателей Д1-Д3. Двигатели Д1-Д3 приводятся в действие напряжением от 3-фазного
40 источника переменного тока. В свою очередь, двигатели Д1, Д2 и Д3 выполнены с возможностью преобразования электрической энергии переменного напряжения возбуждения в механическую энергию, которая приводит в действие компрессоры КПП1, КПП2 и КПП3. Таким образом, путем модулирования напряжения возбуждения, подаваемого двигателям Д1-Д3 для регулирования их скорости вращения и вращающего
45 момента, также можно регулировать скорость вращения компрессоров КПП1-КПП3. Если регулируемая скорость вращения требуется только во время запуска или регулируемой остановки механического оборудования, то нормальный установившийся режим также может быть получен с помощью N+1 генераторов и N двигателей,

сгруппированных на шинах 510, 520 и 530 при фиксированном напряжении и фиксированной частоте, при этом обеспечивается распределение нагрузки между активными основными двигателями и генераторами. Как вариант, один или более двигателей может быть также заменен на одну или более электрораспределительную сеть путем введения систем с множеством шин вместо двигателя и механического вращающегося оборудования.

Посредством переключателей коммутационная панель 505 обеспечивает возможность приведения в действие любого из двигателей Д1-Д3 с помощью по меньшей мере двух генераторов из генераторов Г1-Г5. Например, коммутационная панель 505 может содержать переключатели П1, П2, П3 и П4, как показано на фиг.5. Переключатели П1-П4 обеспечивают возможность приведения в действие двигателя Д1 в первом режиме посредством генератора Г1, во втором режиме - генератором Г2, и в третьем режиме - генератором Г3. Аналогичным образом, переключатели П1-П4 обеспечивают возможность приведения в действие двигателя Д2 в первом режиме посредством генератора Г2, во втором режиме - генератором Г3, и в третьем режиме - генератором Г4. И, наконец, двигатель Д3 может быть приведен в действие в первом режиме посредством генератора Г1, во втором режиме - генератором Г4, и в третьем режиме - генератором Г5. При подобной конфигурации, если, например, генератор Г2 находится в нерабочем состоянии, а генератор Г5 обеспечивает подачу фиксированного напряжения на шину 510 фиксированного напряжения и фиксированной частоты, то все двигатели Д1-Д3 могут еще оставаться в работе. В подобном случае двигатель Д1 может работать в третьем режиме (т.е. двигатель Д1 приводится в действие генератором Г3), двигатель Д2 может работать в третьем режиме (т.е. двигатель Д2 приводится в действие генератором Г4), и двигатель Д3 может также работать в первом режиме (т.е. двигатель Д3 приводится в действие генератором Г1).

Фиг.6 показывает диаграмму режима состояния и переключения, соответствующую системе 500. Как показано на фиг.6, когда переключающее устройство содержит переключатели П1-П4, как показано в системе 500 на фиг.5, возможно выполнение двадцати одного сочетания. В первом сочетании генератор Г4 находится в нерабочем состоянии (т.е. генератор Г4 может быть, например, выведен из обслуживания вследствие отказа или технического обслуживания, или может находиться в режиме ожидания), а генератор Г5 обеспечивает подачу фиксированного напряжения на шину 510. В этом случае генератор Г1 может быть выполнен с возможностью приведения в действие двигателя Д3, генератор Г2 может быть выполнен с возможностью приведения в действие двигателя Д1, а генератор Г3 может быть выполнен с возможностью приведения в действие двигателя Д2, тогда как все переключатели П1-П4 остаются в разомкнутом состоянии. При втором сочетании генератор Г5 находится в нерабочем состоянии, а генератор Г4 обеспечивает подачу фиксированного напряжения на шину 510. В этом случае, генераторы Г2, Г3 и Г1 могут быть выполнены с возможностью приведения в действие, соответственно, двигателей Д1, Д2 и Д3, как при первом сочетании. При третьем сочетании генератор Г3 находится в нерабочем состоянии, а генератор Г5 обеспечивает подачу фиксированного напряжения на шину 510. В этом случае, генератор Г1 может быть выполнен с возможностью приведения в действие двигателя Д3, генератор Г2 может быть выполнен с возможностью приведения в действие двигателя Д1, а генератор Г4 может быть выполнен с возможностью приведения в действие двигателя Д2, тогда как все переключатели П1-П4 остаются в разомкнутом состоянии. Другие сочетания могут быть проанализированы подобным образом.

При этом способе (N+1) возможностей использования источника энергии могут быть обеспечены для двигателей Д1-Д3, а также для потребителей энергии фиксированного напряжения и фиксированной частоты, например для двигателей Д4 и Д5 с постоянной скоростью вращения. В общем, в системе, содержащей N двигателей с регулируемой скоростью и N+K генераторов, где N является целым числом, равным или превышающим 1, а K является целым числом, равным или превышающим 2, N двигателей с регулируемой скоростью вращения могут быть непосредственно присоединены к (N+1) генераторам, тогда как остальные (K-1) генераторы могут быть присоединены к шине фиксированного напряжения и фиксированной частоты (при одном из генераторов, находящемся в режиме ожидания или в техническом обслуживании). Если регулируемая скорость вращения требуется только во время запуска или регулируемой остановки механического оборудования, то нормальный установившийся режим также может быть получен с помощью N+1 генераторов и N двигателей, сгруппированных на шинах 510, 520 и 530, при этом обеспечивается распределение нагрузки между активными основными двигателями и генераторами.

Специалисты должны понимать, что, несмотря на то, что фиг.2, 3 и 5 иллюстрируют генераторы, получающие энергию от газовой турбины, в других вариантах выполнения генераторы могут получать механическую энергию также от других двигателей, например паровой турбины, газового двигателя или дизельного двигателя, работающих на любом топливе. Далее, несмотря на то, что фиг.2, 3 и 5 иллюстрируют компрессоры, которые присоединены к двигателям с регулируемой скоростью вращения, в других вариантах выполнения возможно использование механического вращающегося оборудования других типов, например насосов, вентиляторов, нагнетателей и судовых двигателей. Кроме того, любой из двигателей Д1-Д3 с регулируемой скоростью вращения и любой из двигателей Д4 и Д5 с постоянной скоростью вращения, показанные на фиг.2, 3 и 5, могут содержать один или более двигателей.

Одно преимущество данного изобретения заключается в том, что повышенная надежность данной системы может быть получена за счет работы генераторов с (N+1) возможностями использования. В то же время однозначная взаимосвязь между генераторами и двигателями с регулируемой скоростью вращения, благодаря непосредственному соединению, обеспечивает возможность сохранения скорости вращения и регулирования вращающего момента, а также достаточно высокую эффективность всей системы в целом по сравнению с любым электронным блоком регулирования скорости, с одновременным обеспечением относительно небольшой занимаемой площади двигателем с регулируемой скоростью вращения, а также сравнительно небольших издержек для получения (N+1) возможностей использования. Кроме того, вследствие отсутствия коммутационных электронных устройств не вносятся нелинейные искажения к потребителям фиксированного напряжения и фиксированной частоты. При этом вырабатывающее электроэнергию оборудование не будет установлено на площадке расположения вращающегося оборудования, т.е. технологических модулей. Такое решение, в частности, соответствует условиям работы в открытом море, при которых надежность и возможность технического обслуживания являются преимущественными аспектами, регулирующими расположение оборудования.

Несмотря на то что вышеизложенное относится к вариантам выполнения данного изобретения, возможна разработка других и дополнительных вариантов выполнения данного изобретения без отклонения от объема правовой охраны данного изобретения. Например, аспекты данного изобретения могут быть выполнены в аппаратных средствах или программных средствах или в их сочетании. Соответственно, объем правовой

охраны данного изобретения определен в нижеприведенной формуле изобретения.

Формула изобретения

5 1. Система для регулирования скорости вращения каждого из N двигателей с регулируемой скоростью вращения с помощью напряжения возбуждения, где N является

целым числом, равным или превышающим 1, содержащая

($N+1$) генераторов, выполненных с возможностью приведения в действие указанных N двигателей, и

10 переключающее устройство, выполненное с возможностью непосредственного присоединения в однозначной взаимосвязи указанных N двигателей к имеющимся генераторам с обеспечением возможности работы любого из указанных N двигателей по меньшей мере в первом режиме и во втором режиме,

15 причем указанные имеющиеся генераторы представляют собой указанные ($N+1$) генераторов, и в первом режиме указанный любой из N двигателей приводится в действие напряжением возбуждения, создаваемым первым генератором из по меньшей мере двух генераторов из имеющихся генераторов, а во втором режиме указанный любой из N двигателей приводится в действие напряжением возбуждения, создаваемым вторым генератором из указанных по меньшей мере двух генераторов из имеющихся генераторов.

20 2. Система по п.1, дополнительно содержащая дополнительный генератор, причем указанные имеющиеся генераторы содержат указанный дополнительный генератор, а переключающее устройство дополнительно содержит шину фиксированного напряжения и фиксированной частоты и выполнено с возможностью непосредственного присоединения одного из указанных имеющихся генераторов к указанной шине

25 фиксированного напряжения и фиксированной частоты.

3. Система по п.2, в которой к шине фиксированного напряжения и фиксированной частоты присоединен один или более двигателей с постоянной скоростью вращения.

4. Система по п.1 или 2, в которой каждый из указанных имеющихся генераторов

30 5. Система по п.4, в которой основной движитель содержит газовую турбину.

6. Система по п.1 или 2, в которой указанные N двигателей с регулируемой скоростью вращения содержат по меньшей мере один асинхронный электродвигатель или синхронный двигатель.

7. Система по п.1 или 2, в которой каждый из указанных N двигателей с регулируемой скоростью вращения выполнен с возможностью приведения в действие механического вращающегося оборудования.

8. Система по п.1 или 2, в которой напряжение возбуждения является напряжением от однофазного источника.

9. Система по п.1 или 2, в которой указанный первый генератор или указанный второй генератор является выделенным резервным генератором.

10. Система по п.1 или 2, которая содержит энергосистему для работы в морских условиях.

11. Система по п.1 или 2, в которой напряжение возбуждения является напряжением от трехфазного источника переменного тока.

45 12. Система по п.1 или 2, в которой каждый из указанных N двигателей с регулируемой скоростью вращения содержит один или более электродвигателей.

13. Система по п.1, в которой N больше или равно 2.

14. Способ регулирования скорости вращения каждого из N двигателей с

регулируемой скоростью вращения с помощью напряжения возбуждения, где N является целым числом, равным или превышающим 1, в системе, содержащей $(N+1)$ генераторов, выполненных с возможностью приведения в действие указанных N двигателей, и переключающее устройство, выполненное с возможностью непосредственного
5 присоединения в однозначной взаимосвязи указанных N двигателей к имеющимся генераторам с обеспечением возможности работы любого из указанных N двигателей по меньшей мере в первом режиме и во втором режиме, причем указанные имеющиеся генераторы представляют собой указанные $(N+1)$ генераторов, при этом способ включает

10 в первом режиме приведение в действие указанного любого из указанных N двигателей напряжением возбуждения, создаваемым первым генератором из по меньшей мере двух генераторов из имеющихся генераторов, и

во втором режиме приведение в действие указанного любого из N двигателей напряжением возбуждения, создаваемым вторым генератором из указанных по меньшей
15 мере двух генераторов из имеющихся генераторов.

15. Способ по п.14, в котором N больше или равно 2.

16. Способ по п.14, дополнительно включающий регулирование системы по любому из пп.2-13.

20

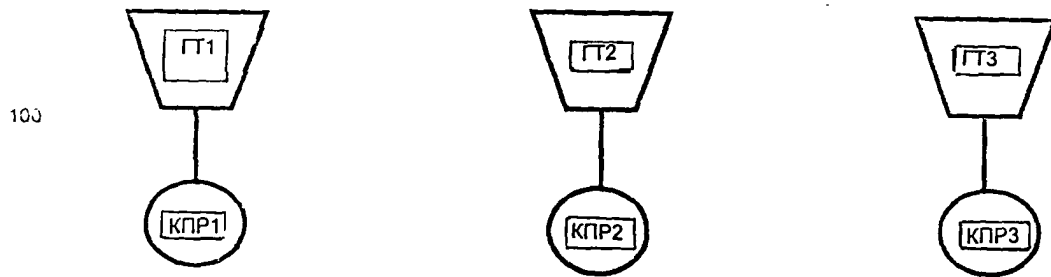
25

30

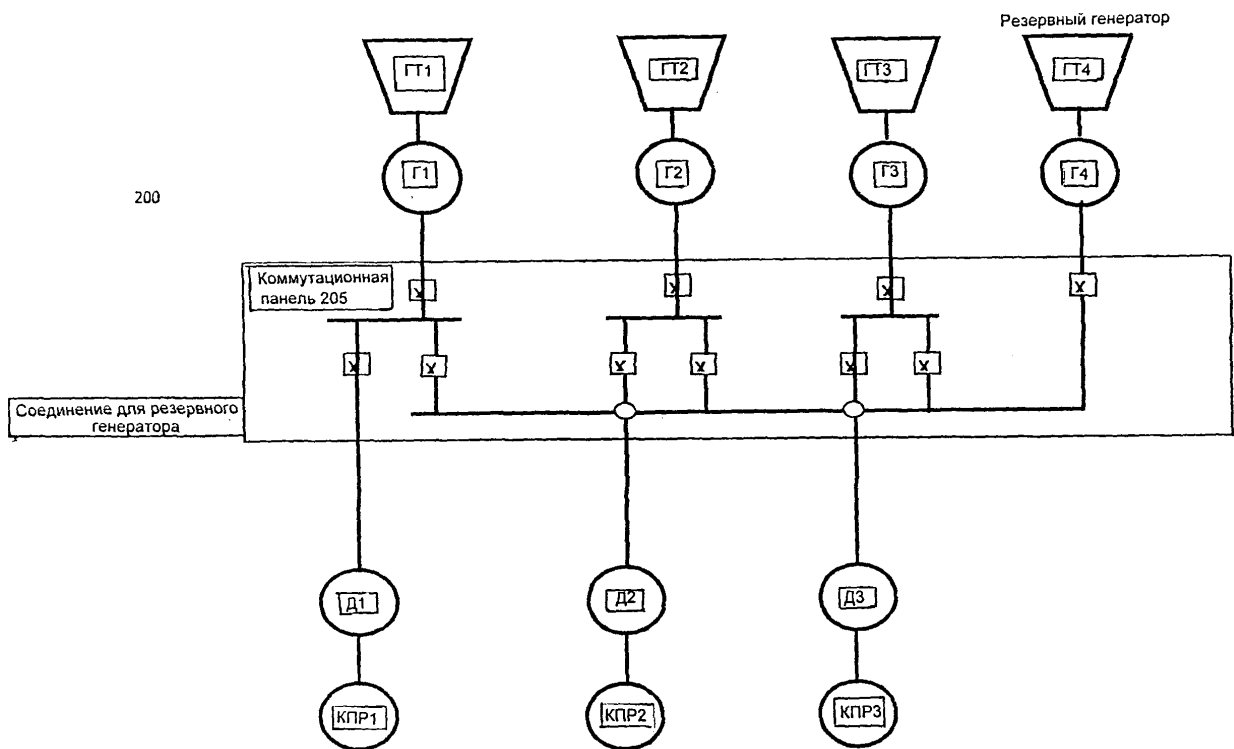
35

40

45

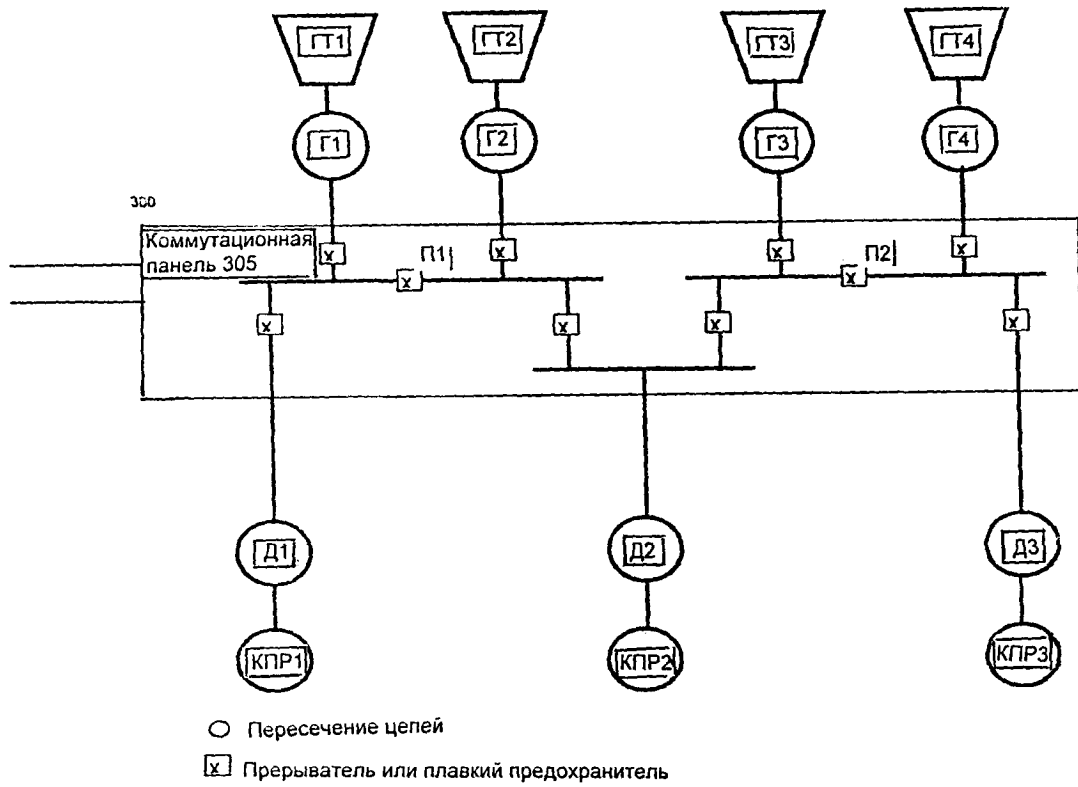


Фиг. 1



☒ Прерыватель или плавкий предохранитель

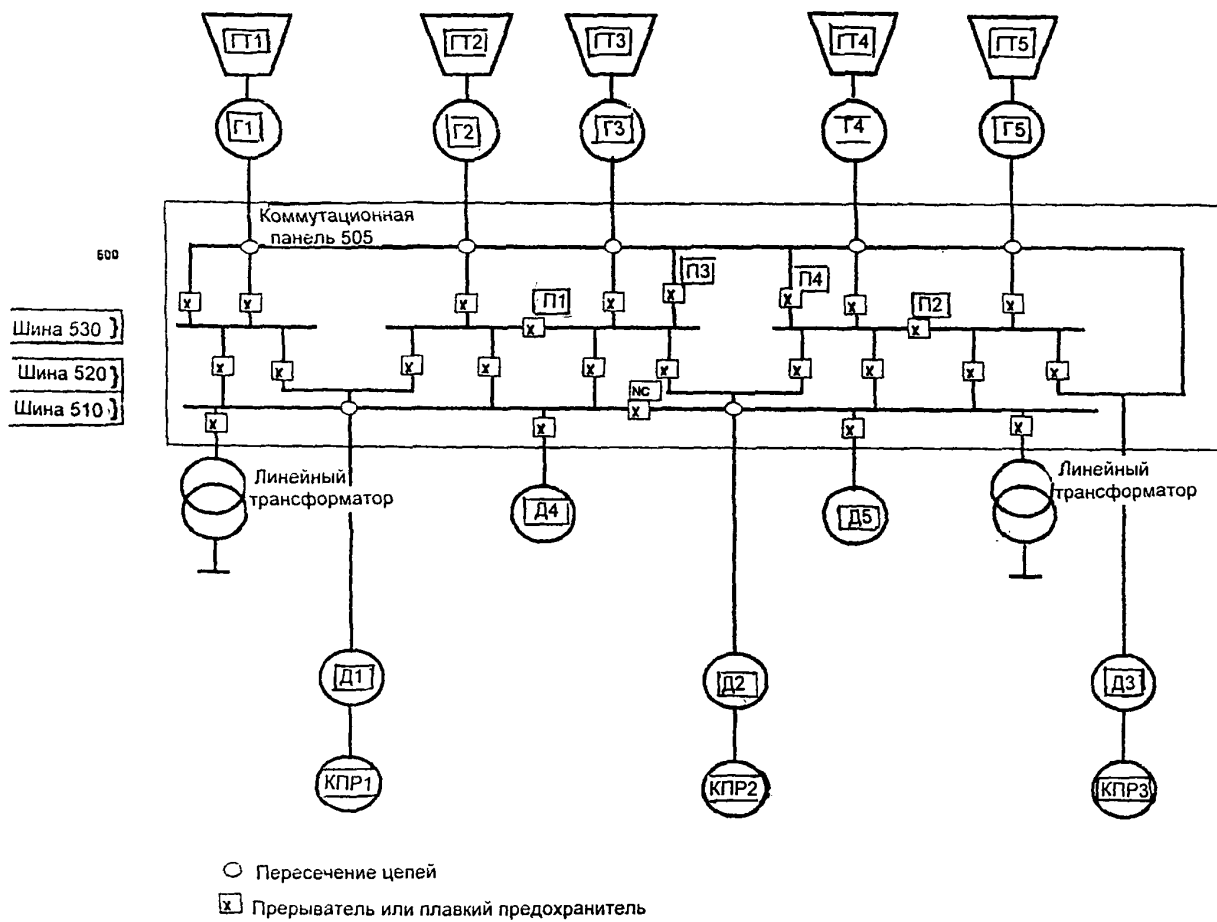
Фиг. 2



Фиг.3

Генератор в режиме ожидания					
Сочетания	Д(i) = регулируемая скорость, Нет = в нерабочем состоянии				Вспомогат. переключ.
	Г1	Г2	Г3	Г4	Замкнут
1	Д1	Д2	Д3	Нет	П2
2	Д1	Д2	Нет	Д3	
3	Д1	Нет	Д2	Д3	
4	Нет	Д1	Д2	Д3	П1

Фиг.4



Фиг.5

	Генератор в режиме ожидания					
Сочетания	Д(i) = регулир. скорость, ф – фиксирован. напряжен., Нет = в нерабочем состоянии					Вспомогат. переключ.
	Г1	Г2	Г3	Г4	Г5	Замкнут
1	Д3	Д1	Д2	ф	нет	
2	Д3	Д1	Д2	нет	ф	
3	Д3	Д1	ф	Д2	нет	
4	Д3	Д1	нет	Д2	ф	
5	Д3	Д1	ф	нет	Д2	П2
6	Д1	Д2	нет	ф	Д3	П1
7	Д1	ф	Д2	Д3	нет	П2
8	Д3	нет	Д1	Д2	ф	П1
9	Д1	ф	Д2	нет	Д3	
10	Д1	нет	Д2	ф	Д3	
11	Д1	ф	нет	Д2	Д3	
12	Д1	нет	ф	Д2	Д3	
13	ф	Д1	Д2	Д3	нет	П2
14	нет	Д1	Д2	Д3	ф	П4
15	ф	Д1	Д2	нет	Д3	
16	нет	Д1	Д2	ф	Д3	
17	ф	Д1	нет	Д2	Д3	
18	нет	Д1	ф	Д2	Д3	
19	ф	нет	Д1	Д2	Д3	П1
20	нет	ф	Д1	Д2	Д3	П3
21	нет	ф	Д2	Д1	Д3	П4

Фиг.6