



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014140557/11, 07.10.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
07.10.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 07.10.2014

(45) Опубликовано: 20.02.2016 Бюл. № 5

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2458819 C1, 20.08.2012. RU 2436708
C1, 20.12.2011. WO 2011/056079 A1, 12.05.2011.
EP 1641098 A1, 29.03.2006.

Адрес для переписки:

196158, Санкт-Петербург, Московское ш., 44,
ФГУП "Крыловский государственный научный
центр"

(72) Автор(ы):

Гельвер Федор Андреевич (RU),
Хомяк Валентин Алексеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное унитарное
предприятие "Крыловский государственный
научный центр" (RU)

(54) ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА СУДНА

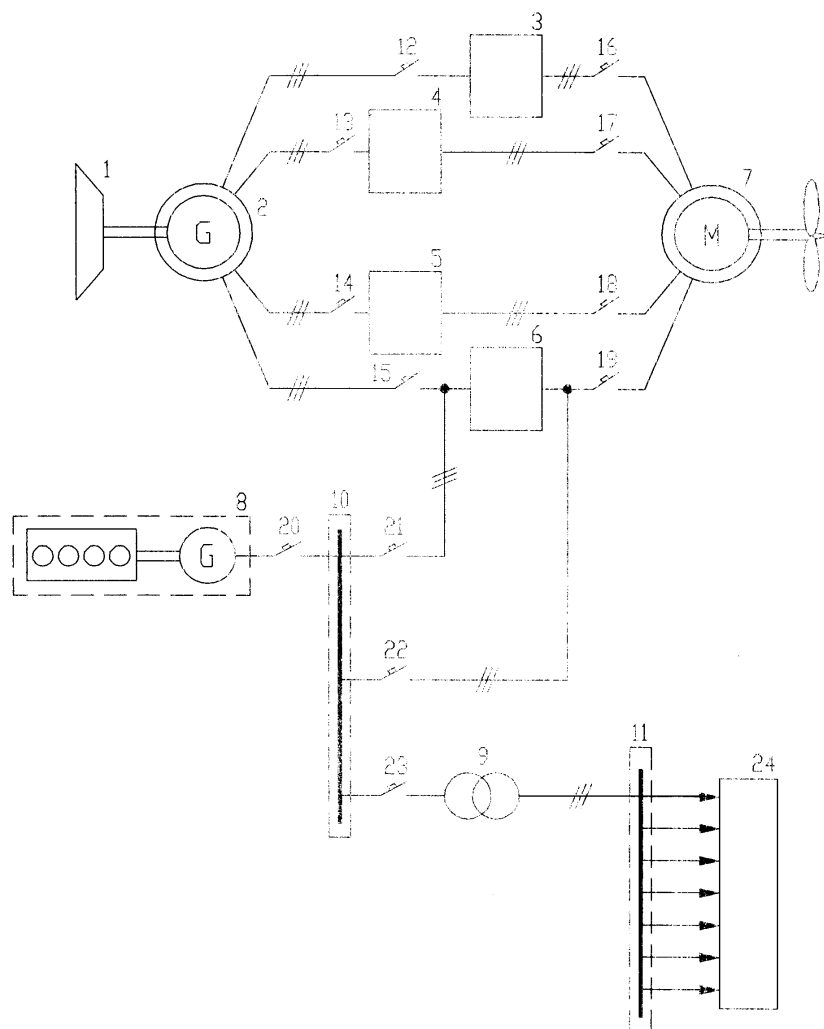
(57) Реферат:

Изобретение относится к судостроению, в частности к электроэнергетическим установкам судов. Электроэнергетическая установка судна содержит главный первичный тепловой двигатель, преобразователи частоты, гребной электродвигатель, вспомогательный дизель-генератор, согласующий трансформатор, главный распределительный щит, вторичный распределительный щит, автоматические выключатели и потребители собственных нужд. На статоре гребного электродвигателя размещены изолированные друг от друга трехфазные обмотки. Трехфазные обмотки синхронного генератора через автоматические

выключатели подключены к входам преобразователей частоты, выходы которых через автоматические выключатели подключены к статорным обмоткам гребного электродвигателя. Вспомогательный дизель-генератор через автоматический выключатель подключен к главному распределительному щиту, который через автоматические выключатели соединен с входом преобразователя частоты. Достигается повышение энергетической эффективности и увеличение коэффициента загрузки первичных тепловых двигателей. 2 з.п. ф-лы, 3 ил.

RU 2 575 366 C1

RU 2 575 366 C1



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 575 366** (13) **C1**

(51) Int. Cl.

B63H 23/24 (2006.01)

B63H 21/17 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2014140557/11, 07.10.2014**

(24) Effective date for property rights:
07.10.2014

Priority:

(22) Date of filing: **07.10.2014**

(45) Date of publication: **20.02.2016** Bull. № 5

Mail address:

**196158, Sankt-Peterburg, Moskovskoe sh., 44, FGUP
"Krylovskij gosudarstvennyj nauchnyj tsentr"**

(72) Inventor(s):

**Gel'ver Fedor Andreevich (RU),
Khomjak Valentin Alekseevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe
predprijatje "Krylovskij gosudarstvennyj
nauchnyj tsentr" (RU)**

(54) MARINE ELECTRIC POWER PLANT

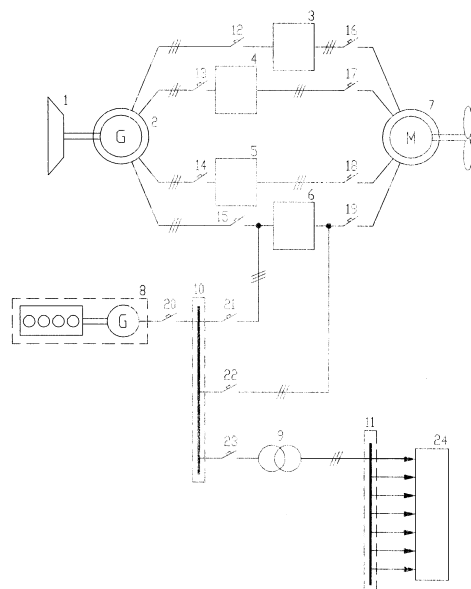
(57) Abstract:

FIELD: transport.

SUBSTANCE: claimed plant comprises the master primary heat engine, frequency inverters, propulsion motor, auxiliary diesel-generator, matching transformer, feeder switchboard, secondary switchboard, automatic interrupters and auxiliaries. Three-phase windings are fitted on the propulsion motor stator and isolated from each other. Three-phase windings of the synchronous generator are connected via automatic interrupters to frequency inverters inputs with their outputs connected via automatic interrupters to the propulsion motor stator windings. Auxiliary diesel-generator is connected via automatic interrupter to the master switchboard connected, in its turn, to frequency inverter input.

EFFECT: higher power efficiency and primary heat engine load factor.

3 cl, 3 dwg



Фиг. 1

Предложение относится к судостроению, в частности к электроэнергетическим установкам судов как гражданского, так и военно-морского флота для которых необходимо обеспечить питание гребного электродвигателя с широким диапазоном регулирования частоты вращения гребного винта и питание потребителей собственных

5 нужд.

Известна конструкция единой судовой электроэнергетической установки (Григорьев А.В., Ляпидов К.С., Макаров Л.С. Единая электроэнергетическая установка гидрографического судна на базе системы электродвижения переменного тока // Судостроение, 2006, №4, с. 33-34), содержащая первичные тепловые двигатели, с

10 которыми механически соединены синхронные генераторы переменного тока, трехфазные обмотки статора которых подключены к трехфазной линии главного распределительного щита. К шинам трехфазной линии главного распределительного щита подключены потребители собственных нужд и первичные обмотки трансформаторов, к вторичным обмоткам которых подключены входы

15 преобразователей частоты, к выходам которых подключены гребные электродвигатели переменного тока. Недостатком известной установки является то, что гребные электроприводы, которые являются на судах с электродвижением основными потребителями электроэнергии, питаются не напрямую от главного распределительного щита, а через трансформаторы, что снижает К.П.Д. судовой электроэнергетической

20 установки и повышает ее стоимость, массу и габариты. К недостаткам также относится искажение напряжения на шинах главного распределительного щита, вызванное работой преобразователей частоты, так как мощность гребных электроприводов может значительно превышать мощность потребителей собственных нужд.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому устройству является

25 выбранная в качестве прототипа судовая электроэнергетическая установка (МПК В 63Н 21/17, В63Н 23/24, Н02J 3/16, патент RU 2458819 (С1), Заявка: 2011107510/11, 25.02.2011, Васин И.М., Сеньков А.П., Токарев Л.Н., Судовая электроэнергетическая установка (варианты)). Известная установка содержит главные первичные тепловые двигатели, главные синхронные генераторы, главный распределительный щит,

30 преобразователи частоты, гребные электродвигатели, аварийный дизель-генератор, аварийный распределительный щит, согласующие трансформаторы и потребители собственных нужд. На статоре каждого главного синхронного генератора размещены несколько изолированных друг от друга трехфазных обмоток, подключенных к

35 отдельным шинам главного распределительного щита к которому также подключены выпрямители каскадных преобразователей частоты и согласующие трансформаторы потребителей собственных нужд. К выходу каскадных многоуровневых преобразователей частоты подключены гребные электродвигатели, а к шинам

40 вторичного распределительного щита подключены аварийный и стояночный дизель-генератор. Технический результат такой конструкции обеспечивает повышение К.П.Д. и надежности судовой установки исключения трансформаторов между линиями главного распределительного щита и преобразователями частоты.

Недостатками известного прототипа является сложная структура системы распределения электроэнергии, сложная схемотехническая реализация преобразователей частоты, а также искажения напряжения на шинах главного распределительного щита

45 вызванные работой преобразователей частоты. К недостаткам известной установки также можно отнести невозможность использования высокочастотного генераторного агрегата, так как шины главного распределительного щита должны быть рассчитаны на напряжение промышленной частоты 50 Гц для последующего питания потребителей

собственных нужд.

Предлагаемая электроэнергетическая установка судна может быть построена с использованием высокооборотных безредукторных главных генераторных установок с выходным напряжением повышенной частоты. Электроэнергетическая установка судна помимо выполнения требований эксплуатационного характера позволяет:

обеспечивать потребителей собственных нужд электроэнергией от главного первичного теплового двигателя в режимах движения судна;

обеспечивать регулирование частоты вращения гребного винта от вспомогательного теплового двигателя при сохранении питания потребителей собственных нужд обеспечивая швартовный режим и аварийный режим в случае отказа главного теплового двигателя;

обеспечивать большой диапазон регулирования частоты вращения гребного винта на малых частотах вращения без использования главного теплового двигателя;

улучшить массогабаритные характеристики, а также повысить надежность и живучесть энергетической установки;

улучшить виброшумовые характеристики электроэнергетической установки для режима работы при питании от статического источника тока и, как следствие, осуществить снижение шума излучаемого в воду при движении судна;

повысить экономичность энергоустановки и коэффициент загрузки первичных тепловых двигателей тем самым повысив их ресурс эксплуатации.

Описанные преимущества достигаются тем, что для управления гребным электродвигателем используются преобразователи частоты, которые можно использовать и для обеспечения питания мощных электроприводов и потребителей собственных нужд. Структура электроэнергетической установки судна построена таким образом, что для различных режимов работы энергетической установки используются различные варианты соединения элементов структуры таким образом, чтобы помимо выполнения требований технологического процесса между источником энергии и исполнительным агрегатом было минимальное число элементов, а используемый источник энергии загружался под номинальное значение и не работал вхолостую.

Электроэнергетическая установка судна, структурная схема которой представлена на фиг. 1, содержит главный первичный тепловой двигатель 1, механически соединенный с синхронным генератором 2, на статоре которого размещены изолированные друг от друга трехфазные обмотки, преобразователи частоты 3, 4, 5, 6, гребной электродвигатель 7, вспомогательный дизель-генератор 8, согласующий трансформатор 9, главный распределительный щит 10, вторичный распределительный щит 11, автоматические выключатели 12-23 и потребители собственных нужд 24. На статоре гребного электродвигателя 7 размещены изолированные друг от друга трехфазные обмотки, число которых равно числу трехфазных обмоток синхронного генератора 2, причем трехфазные обмотки синхронного генератора 2 через автоматические выключатели 12, 13, 14, 15 подключены к входам преобразователей частоты 3, 4, 5, 6, выходы которых через автоматические выключатели 16, 17, 18, 19 подключены к статорным обмоткам гребного электродвигателя 7. Вспомогательный дизель-генератор 8 через автоматический выключатель 20 подключен к главному распределительному щиту 10, который через автоматические выключатели 21, 22, 23 соединен с входом преобразователя частоты 6, с выходом этого же преобразователя частоты 6 и с первичной обмоткой согласующего трансформатора 9 соответственно, вторичная обмотка которого соединена с вторичным распределительным щитом 11, к которому подключены потребители собственных нужд 24.

Электроэнергетическая установка судна, структурная схема которой представлена на фиг. 2, содержит мощные электродвигатели пожарного насоса 25, осушительного насоса 26, лебедки 27 и прочих мощных потребителей, причем к выходу одного из преобразователей частоты 5 через индивидуальные автоматические выключатели 28, 29, 30 могут быть подключены электродвигатели пожарного насоса 25, осушительного насоса 26, лебедки 27 и прочих мощных потребителей.

Электроэнергетическая установка судна, структурная схема которой представлена на фиг. 3, содержит обратимый преобразователь частоты 31 и статический источник постоянного тока 32, причем к главному распределительному щиту 10 через автоматический выключатель 33 и обратимый преобразователь частоты 31 подключен статический источник постоянного тока 32.

Предлагаемая электроэнергетическая установка судна работает следующим образом. Предлагаемая структура обеспечивает четыре режима работы электроэнергетической установки, отличающихся способом передачи электрической энергии от главного первичного теплового двигателя 1, вспомогательного дизель-генератора 8, статического источника постоянного тока 32 к движителю - гребному электродвигателю 7 и потребителям собственных нужд 24:

- режим хода судна;
- режим полного хода судна с максимально возможной скоростью;
- швартовный или аварийный режим работы;
- малощумный режим работы.

Режим хода судна характеризуется снабжением всех потребителей судна гребного электродвигателя 7 и потребителей собственных нужд 24 от главного первичного теплового двигателя 1, выступающего в роли источника энергии. При этом механическая энергия от главного первичного теплового двигателя 1 преобразуется в синхронном генераторе 2 в электрическую энергию и через автоматические выключатели 12-15, преобразователи частоты 3-6, автоматические выключатели 16, 17, 18 поступает для питания гребного электродвигателя 7 и через автоматический выключатель 22, главный распределительный щит 10, автоматический выключатель 23 и согласующий трансформатор 9 для питания вторичного распределительного щита 11 и последующего питания потребителей собственных нужд 24. При необходимости подзарядки статического источника постоянного тока 32 электрическая энергия через автоматический выключатель 33, обратимый преобразователь частоты 31 поступает на его подзарядку. Преобразователи частоты 3, 4, 5 работают согласованно с регулированием параметров частоты, действующего значения и фазы выходного напряжения в зависимости от требуемой частоты вращения гребного электродвигателя 7, преобразователь частоты 6 работает, независимо обеспечивая стабилизацию частоты и действующего значения выходного напряжения питающего потребителя, подключенные к шинам главного распределительного щита 10. Данный режим является наиболее частым и продолжительным режимом работы гребной электрической установки. По статистике считается, что самым продолжительным режимом движения судна является его движение со скоростью порядка 70-80% от максимально возможной. Таким образом, в данном режиме предлагается использовать главный генераторный агрегат, состоящий из главного первичного теплового двигателя 1 и синхронного генератора 2 не только для питания гребного электродвигателя 7, но и для снабжения электроэнергией потребителей собственных нужд 24.

В случае необходимости работы мощных электродвигателей во время движения судна, таких как пожарного насоса 25, или осушительного насоса 26, или лебедки 27,

либо прочих мощных потребителей один из преобразователей частоты 5 может быть использован в качестве привода одного из этих механизмов. Тогда этот преобразователь частоты 5 отключается автоматическим выключателем 18 от гребного электродвигателя 7 и подключается к электродвигателям пожарного насоса 25, или осушительного насоса 26, или лебедки 27 с помощью автоматических выключателей 28, или 29, или 30 соответственно. Преобразователь частоты 5 работает с регулированием параметров частоты, действующего значения и фазы выходного напряжения в зависимости от требуемой частоты вращения электродвигателя пожарного насоса 25, или осушительного насоса 26, или лебедки 27, либо прочих мощных потребителей.

Режим полного хода судна с максимально возможной скоростью является долевым режимом работы и используется очень редко. Суть этого режима заключается в питании гребного электродвигателя 7 через преобразователи частоты 3, 4, 5, 6, работающие согласованно от главного первичного теплового двигателя 1 и синхронного генератора 2, выступающих в роли источника электроэнергии, при этом автоматические выключатели 12-19 включены, а автоматические выключатели 21, 22 выключены. Потребители собственных нужд 24 получают питание по цепи вспомогательный дизель-генератор 8, автоматический выключатель 20, главный распределительный щит 10, автоматический выключатель 23, согласующий трансформатор 9, вторичный распределительный щит 11 и потребители собственных нужд 24.

Швартовный или аварийный режим работы характеризуется питанием гребного электродвигателя 7 и потребителей собственных нужд 24 от вспомогательного дизель-генератора 8. Швартовный режим характеризуется небольшой частотой вращения и частыми реверсами винта, при этом питание гребного электродвигателя 7 идет по цепи вспомогательный дизель-генератор 8, автоматический выключатель 20, главный распределительный щит 10, автоматический выключатель 21, преобразователь частоты 6, автоматический выключатель 19, гребной электродвигатель 7. При этом потребители собственных нужд 24 получают питание по цепи дизель-генератор 8, автоматический выключатель 20, главный распределительный щит 10, автоматический выключатель 23, согласующий трансформатор 9, вторичный распределительный щит 11 и потребители собственных нужд 24. Аварийный режим работы характеризуется той же комбинацией и соединением элементов в случае выхода из строя главного первичного теплового двигателя 1.

Малошумный режим работы гребной электрической установки судна характеризуется питанием гребного электродвигателя 7 и потребителей собственных нужд 24 от статического источника постоянного тока 32. Данный режим работы отличается небольшими частотами вращения гребного электродвигателя 7 и исключением элементов, создающих посторонние шумы - главного первичного теплового двигателя 1 и вспомогательного дизель-генератора 8. При этом электрическая энергия от статического источника постоянного тока 32 через обратимый преобразователь частоты 31 и автоматический выключатель 33 поступает на шины главного распределительного щита 10 для питания потребителей собственных нужд 24 через автоматический выключатель 23 и согласующий трансформатор 9, а через автоматический выключатель 21, преобразователь частоты 6 и автоматический выключатель 19 для питания гребного электродвигателя 7. Обратимый преобразователь частоты 31 осуществляет стабилизацию частоты и действующего значения выходного напряжения питающего потребителя главного распределительного щита 10, а преобразователь частоты 6 работает с регулированием параметров частоты, действующего значения и фазы выходного напряжения в зависимости от требуемой частоты вращения гребного электродвигателя

7.

Предлагаемая электроэнергетическая установка позволяет использовать высокочастотный генераторный агрегат, тем самым уменьшая массогабаритные характеристики всей электроэнергетической системы, а также использовать в качестве преобразователей частоты более простые и обладающие высоким К.П.Д. непосредственные преобразователи частоты.

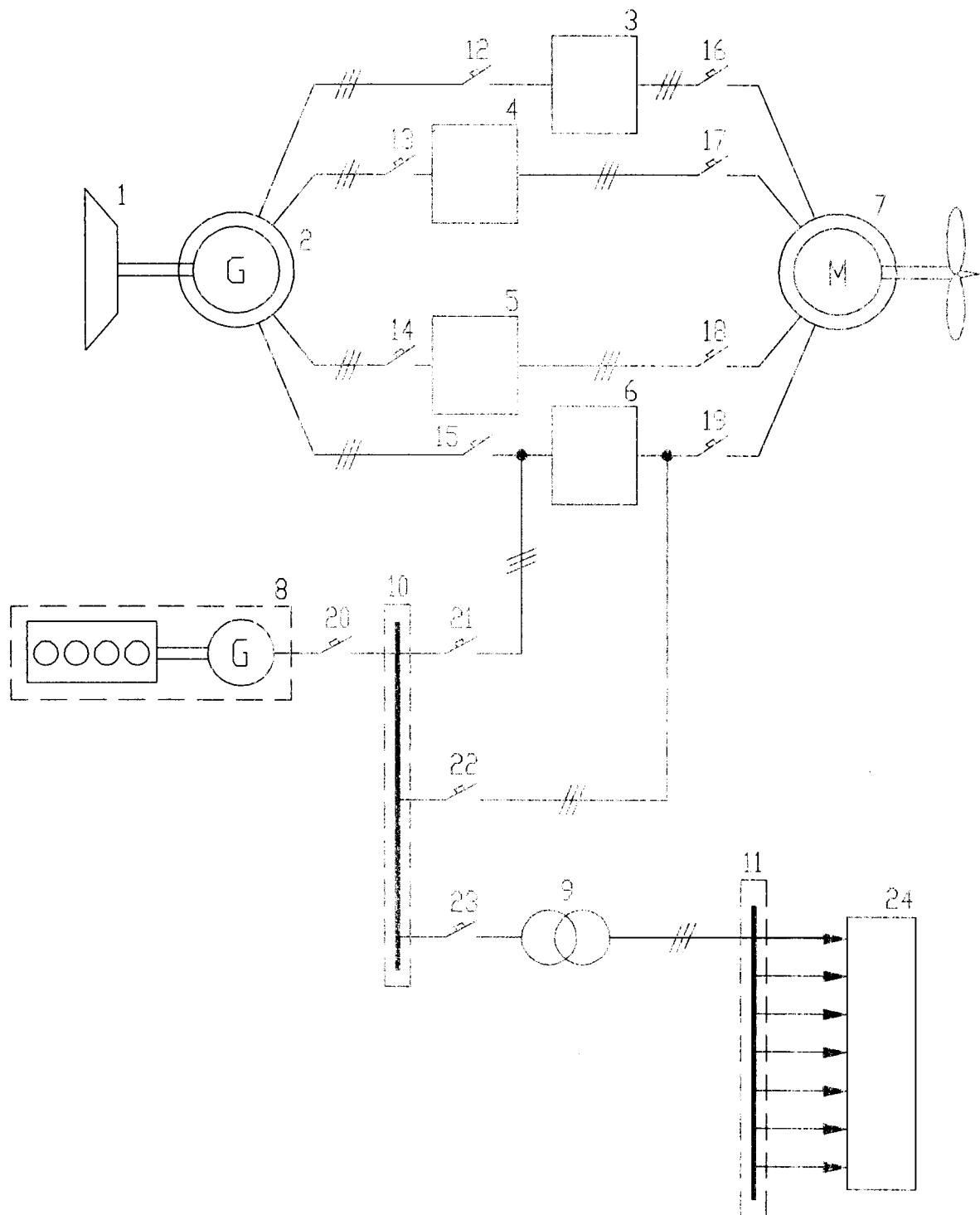
Преимуществом данной электроэнергетической установки является повышение энергетической эффективности и увеличения коэффициента загрузки первичных тепловых двигателей электроэнергетической установки и, как следствие, экономия топлива, а также повышение ресурса элементов системы. К достоинствам предлагаемой системы также следует отнести простоту структуры, отсутствие искажений напряжения на шинах главного распределительного щита, вызванные работой силовых преобразователей частоты, улучшение массогабаритных и виброшумовых характеристик, а также повышение надежности и живучести электроэнергетической установки.

Формула изобретения

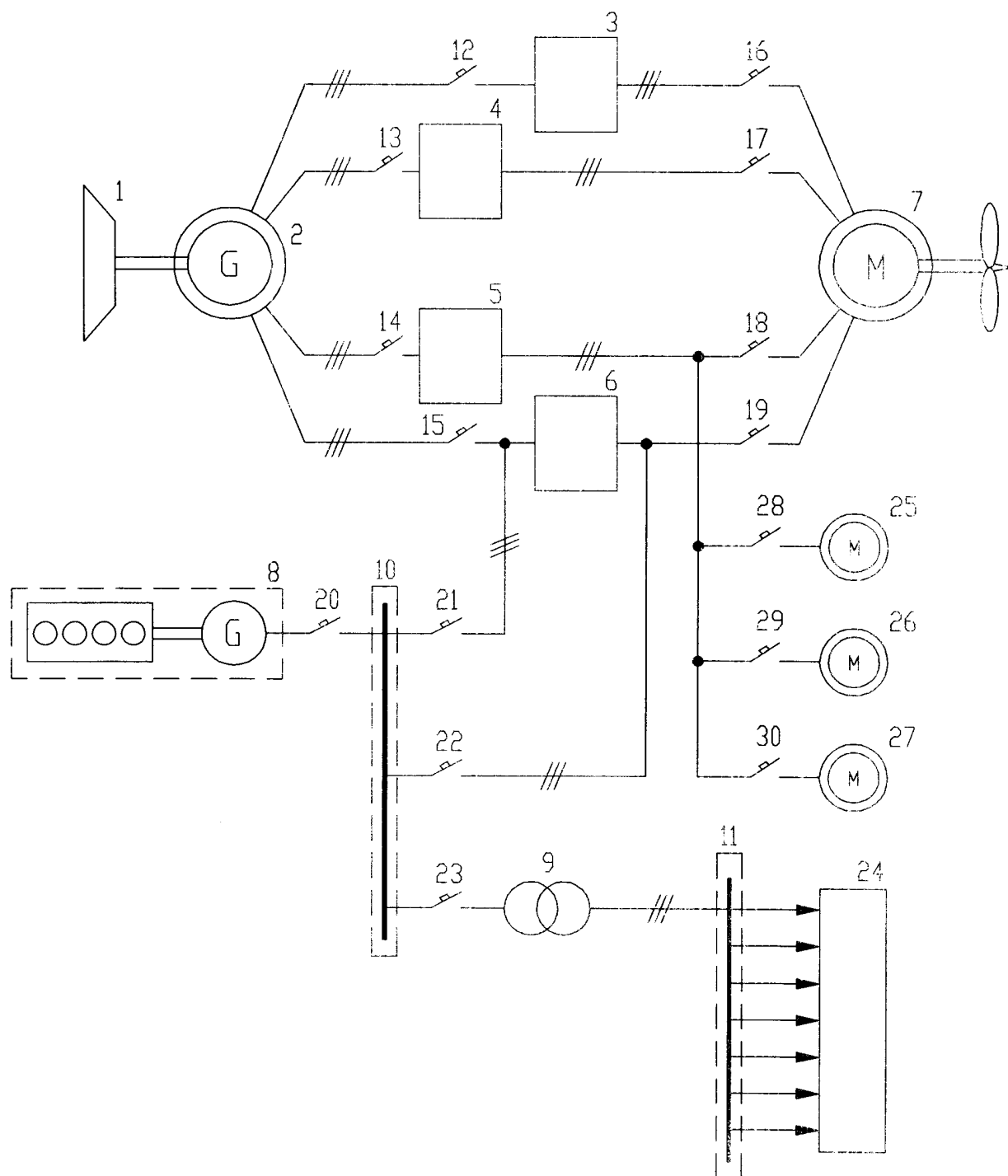
1. Электроэнергетическая установка судна, содержащая главный первичный тепловой двигатель, механически соединенный с синхронным генератором, на статоре которого размещены изолированные друг от друга трехфазные обмотки, преобразователи частоты, гребной электродвигатель, вспомогательный дизель-генератор, согласующий трансформатор, главный распределительный щит, вторичный распределительный щит, автоматические выключатели и потребители собственных нужд, отличающаяся тем, что на статоре гребного электродвигателя размещены изолированные друг от друга трехфазные обмотки, число которых равно числу трехфазных обмоток синхронного генератора, причем трехфазные обмотки синхронного генератора через автоматические выключатели подключены к входам преобразователей частоты, выходы которых через автоматические выключатели подключены к статорным обмоткам гребного электродвигателя, вспомогательный дизель-генератор через автоматический выключатель подключен к главному распределительному щиту, который через автоматические выключатели соединен с входом преобразователя частоты, с выходом этого же преобразователя частоты и с первичной обмоткой согласующего трансформатора, вторичная обмотка которого соединена с вторичным распределительным щитом, к которому подключены потребители собственных нужд.

2. Электроэнергетическая установка судна по п.1, отличающаяся тем, что содержит мощные электродвигатели пожарного насоса, осушительного насоса и лебедки, причем к выходу одного из преобразователей частоты через индивидуальные автоматические выключатели подключены электродвигатели пожарного насоса, осушительного насоса и лебедки.

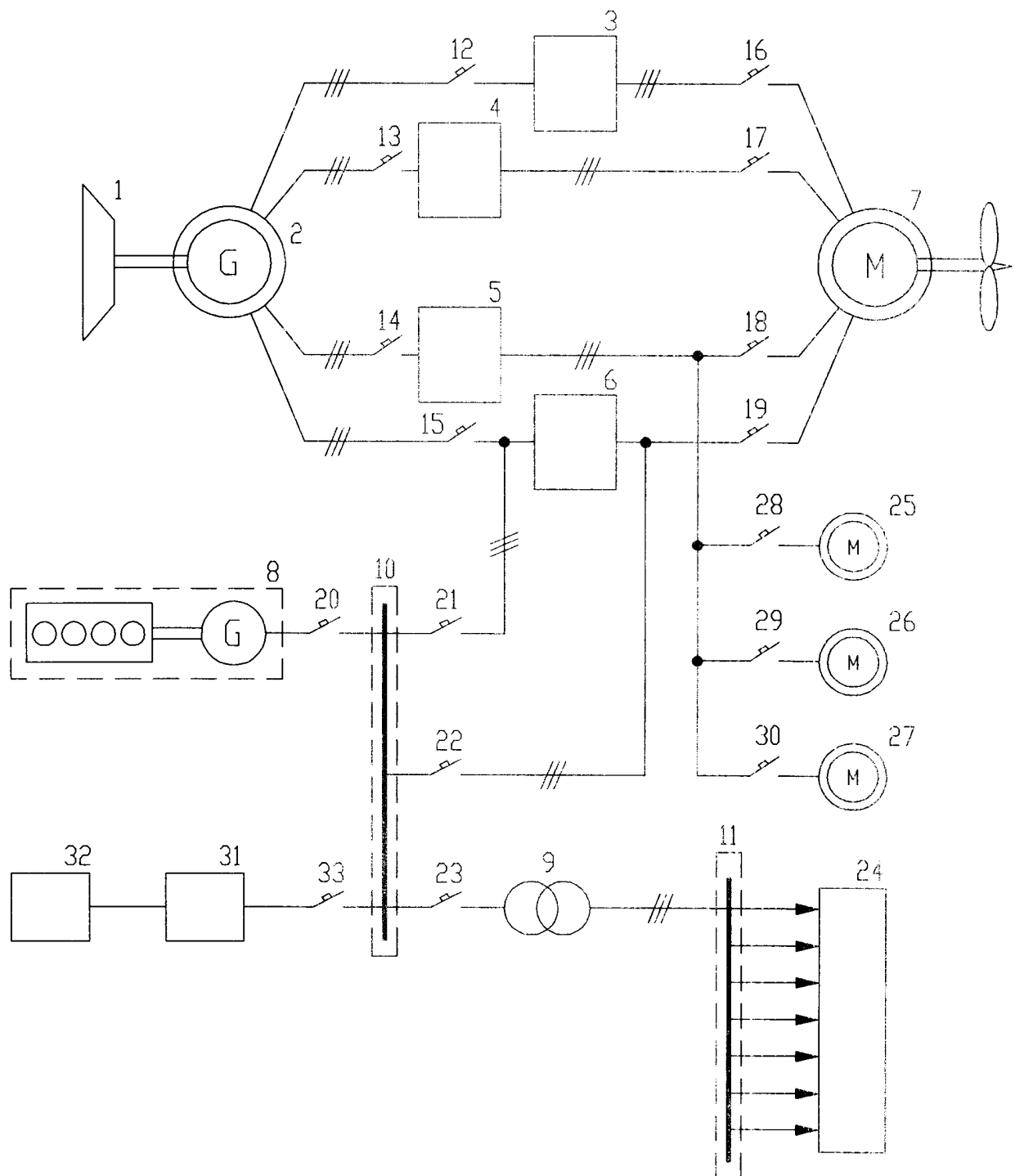
3. Электроэнергетическая установка судна по п.2, отличающаяся тем, что содержит обратимый преобразователь частоты и статический источник постоянного тока, причем к главному распределительному щиту через автоматический выключатель и обратимый преобразователь частоты подключен статический источник постоянного тока.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3