



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012100634/07, 27.05.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.05.2010

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
13.07.2009 US 12/501,798

(43) Дата публикации заявки: 20.08.2013 Бюл. № 23

(45) Опубликовано: 20.03.2015 Бюл. № 8

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2213409 C2, 27.09.2003. RU
2320072 C1, 20.03.2008 . RU 38845 U1,
10.07.2004. SU 720619 A1, 05.03.1980 . SU
543121 A1, 15.01.1977. JP 2008-038868 A,
21.02.2008. US 6175217 B1, 16.01.2001. CN
101340108 A, 07.01.2009(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 13.02.2012(86) Заявка РСТ:
US 2010/036391 (27.05.2010)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2011/008350 (20.01.2011)Адрес для переписки:
191036, Санкт-Петербург, а/я 24, "НЕВИНПАТ"

(72) Автор(ы):

МАКЛИН Грэхэм У. (GB),
ПОЛЛОК Дэвид (US),
УЭДЕЛЬ Фрэнсис Кс. (US)

(73) Патентообладатель(и):

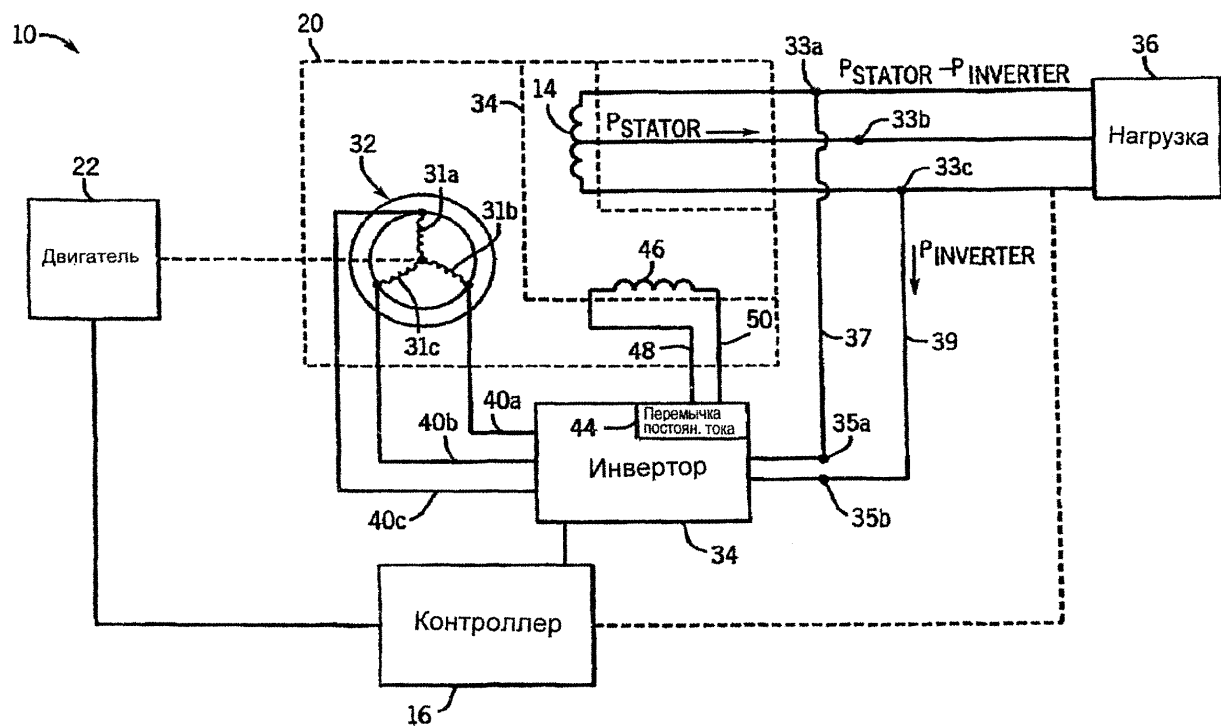
Дженерак Пауэр Системс, Инк. (US)

(54) СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ГЕНЕРАТОРОМ ПОСТОЯННОЙ ЧАСТОТЫ С ИЗМЕНЯЕМЫМ
ЧИСЛОМ ОБОРОТОВ ДВИГАТЕЛЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области электротехники и может быть использовано для управления резервным электрическим генератором постоянной частоты с изменяемым числом оборотов. Технический результат - обеспечение максимального коэффициента использования топлива двигателя и минимума шума, связанного с работой генератора. В способе управления электрическим генератором

с приводом от двигателя генератор вырабатывает выходное напряжение с некоторой частотой, а двигатель работает с рабочим числом оборотов. Способ включает подключение генератора к нагрузке и изменение рабочего числа оборотов двигателя для оптимизации расхода топлива в зависимости от нагрузки. Затем частоту выходного напряжения изменяют до заданного уровня. 3 н.и 14 з.п. ф-лы, 1 ил.



Фиг.1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU**⁽¹¹⁾ **2 544 847**⁽¹³⁾ **C2**

(51) Int. Cl.

H02P 9/04 (2006.01)

<i>H02P</i>	9/42	(2006.01)
-------------	------	-----------

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2012100634/07, 27.05.2010

(24) Effective date for property rights:
27.05.2010

Priority:

(30) Convention priority:
13.07.2009 US 12/501.798

(43) Application published: 20.08.2013 Bull. № 23

(45) Date of publication: 20.03.2015 Bull. № 8

(85) Commencement of national phase: 13.02.2012

(86) PCT application:
US 2010/036391 (27.05.2010)

(87) PCT publication:
WO 2011/008350 (20.01.2011)

Mail address:
191036, Sankt-Peterburg, a/ja 24, "NEVINPAT"

(72) Inventor(s):

MCLEAN Graham W. (GB),
POLLOCK David (US),
WEDEL Francis X. (US)

(73) Proprietor(s):

Generac Power Systems, Inc. (US)

(54) CONTROL METHOD FOR FIXED-FREQUENCY GENERATOR WITH VARIABLE ENGINE SPEED

(57) Abstract:

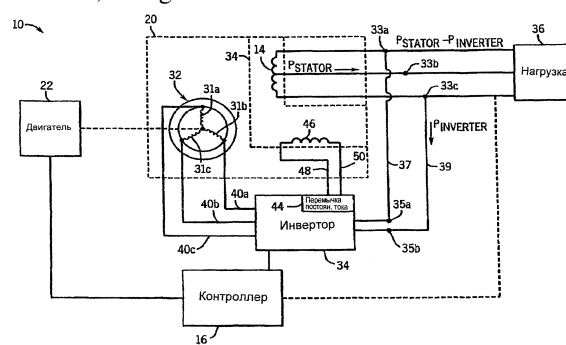
FIELD: electricity.

SUBSTANCE: invention is related to the sphere of electric engineering and may be used to control reserve electric fixed-frequency generator with variable engine speed. In the control method for electric generator driven by engine the generator generates output voltage with certain frequency and the engine is operated with operating speed. The method includes connection of the generator to load and change in engine speed in order to optimise fuel consumption depending on load. Then frequency of output voltage is changed up to the preset level.

EFFECT: ensuring maximum coefficient of the engine fuel usage and minimum noise as related to the

generator operation.

17 cl, 1 dwg



Фиг. 1

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Изобретение относится, главным образом, к электрическим генераторам с приводом от двигателя и, в частности, к способу управления резервным электрическим генератором постоянной частоты с изменяемым числом оборотов двигателя.

ПРЕДПОСЫЛКИ И КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Электрические генераторы широко используются в различных системах. Обычно отдельный электрический генератор работает в резервном режиме, а электрическое питание от сети непрерывно контролируют таким образом, что если энергоснабжение от сети прерывается, то автоматически запускается двигатель электрогенераторной установки и генератор переменного тока начинает вырабатывать электрическую энергию. Когда электрическая энергия, вырабатываемая генератором переменного тока, достигает заданных значений напряжения и частоты, требуемых пользователем, переключатель питания переключает имеющуюся нагрузку от сети энергоснабжения на генератор переменного тока.

Обычно в электрогенераторных установках используется один приводной двигатель, соединенный с генератором или генератором переменного тока через общий вал. При работе двигателя коленчатый вал вращает общий вал для привода генератора переменного тока, который, в свою очередь, вырабатывает электрическую энергию. Как известно, большая часть электрического оборудования в Соединенных Штатах выполнена с возможностью питания энергией, имеющей постоянную частоту, а именно шестьдесят (60) герц (Гц). Частота выходной мощности большинства известных электрических генераторов зависит от постоянного рабочего числа оборотов двигателя. Обычно заданное рабочее число оборотов двигателя для двухполюсного резервного электрического генератора равно примерно 3600 оборотам в минуту для выработки номинальной частоты и мощности, для которой спроектирована установка. Однако в случаях, когда приложенная нагрузка меньше, чем номинальная нагрузка в киловаттах, на которую рассчитана установка, коэффициент использования топлива будет ниже оптимального. Таким образом, понятно, что в высшей степени желательно изменять рабочее число оборотов двигателя электрогенераторной установки для максимизации коэффициента использования топлива и тем самым уменьшения выбросов CO₂ двигателя привода при данной нагрузке. Более того, работа электрического генератора с приводом от двигателя на заданном рабочем числе оборотов может производить нежелательный шум. Может быть понятно, что уменьшение рабочего числа оборотов двигателя электрогенераторной установки в соответствии с данной нагрузкой уменьшит шум, связанный с работой электрического генератора с приводом от двигателя.

Поэтому первой целью и характеристикой представленного изобретения является способ управления резервным электрическим генератором постоянной частоты с регулируемым числом оборотов двигателя.

Другой целью и характеристикой представленного изобретения является способ управления резервным электрическим генератором постоянной частоты с регулируемым числом оборотов двигателя, максимизирующий коэффициент использования топлива двигателя для данной нагрузки.

Еще одной целью и характеристикой представленного изобретения является способ управления резервным электрическим генератором постоянной частоты с регулируемым числом оборотов двигателя, который прост и уменьшает общую стоимость эксплуатации генератора.

И еще одной целью и характеристикой представленного изобретения является способ управления резервным электрическим генератором постоянной частоты с регулируемым

числом оборотов двигателя, минимизирующий шум, связанный с работой генератора.

В соответствии с представленным изобретением предложен способ управления электрическим генератором с приводом от двигателя. Генератор вырабатывает выходное напряжение на частоте, а двигатель работает с рабочим числом оборотов.

5 Способ включает этапы подключения генератора к нагрузке и изменения рабочего числа оборотов двигателя для оптимизации расхода топлива в зависимости от нагрузки. Затем частоту выходного напряжения изменяют до заданного уровня.

Этап изменения частоты выходного напряжения включает дополнительные этапы вычисления разности между частотой выходного напряжения и заданным уровнем и
10 использование этой разности в качестве корректирующей частоты. Частоту выходного напряжения изменяют на величину корректирующей частоты. Генератор содержит ротор, имеющий обмотки, и статор, имеющий выход. Выход статора выполнен с возможностью подключения к нагрузке. Кроме этого, выход статора функционально соединен с входом инвертора. Инвертор принимает выходное напряжение на указанной
15 частоте. Выход инвертора функционально соединен с обмотками ротора. Инвертор подает на обмотки ротора питание с корректирующей частотой. Статор имеет главную обмотку и квадратурную обмотку, а инвертор содержит переключку постоянного тока. Считывающий вход инвертора функционально соединен с главной обмоткой, и мощность для переключки постоянного тока функционально соединена с квадратурной
20 обмоткой. Предполагают, что заданный уровень неизменной частоты будет находиться в диапазоне от 40 до 75 Гц и что двигатель имеет минимальное рабочее число оборотов примерно 2400 оборотов в минуту.

В соответствии с еще одним аспектом изобретения предложен способ управления электрическим генератором с приводом от двигателя, содержащим ротор и статор,
25 имеющий выход. Генератор вырабатывает выходное напряжение с частотой выхода статора, а двигатель работает с некоторым числом оборотов. Способ включает этапы подключения выхода статора к нагрузке и регулировки числа оборотов двигателя в зависимости от нагрузки. Разность между частотой выходного напряжения и заданным уровнем используют как корректирующую частоту. Частоту выходного напряжения
30 изменяют на величину корректирующей частоты.

Генератор содержит ротор, имеющий обмотки, а способ включает дополнительный этап функционального соединения выхода статора с входом инвертора. Инвертор принимает выходное напряжение на указанной частоте. Выход инвертора функционально соединен с обмотками ротора. Инвертор подает питание на обмотки
35 ротора с корректирующей частотой.

Статор имеет главную обмотку и квадратурную обмотку, а инвертор содержит переключку постоянного тока. Вход инвертора функционально соединен с главной обмоткой, а переключка постоянного тока функционально соединена с квадратурной обмоткой. Предполагается, что заданный уровень частоты находится в диапазоне от
40 40 до 75 Гц, а двигатель имеет минимальное рабочее число оборотов примерно 2400 оборотов в минуту.

В соответствии с еще одним аспектом представленного изобретения предложен способ управления электрическим генератором с приводом от двигателя, содержащим ротор, имеющий обмотки ротора, и статор, имеющий выход. Генератор вырабатывает
45 выходное напряжение с частотой выхода статора, а двигатель работает с рабочим числом оборотов. Способ включает этапы подключения выхода статора к нагрузке и регулировки числа оборотов двигателя в зависимости от нагрузки. Мощность скольжения подают на обмотки ротора для регулировки частоты выходного напряжения

до заданного уровня.

Этап подачи мощности скольжения на обмотки ротора включает дополнительные этапы вычисления разности между частотой выходного напряжения и заданным уровнем и использование этой разности в качестве корректирующей частоты. Мощность скольжения обычно имеет частоту, равную корректирующей частоте. Выход статора функционально соединен с входом инвертора. Инвертор принимает выходное напряжение с указанной частотой. Выход инвертора функционально соединен с обмотками ротора. Инвертор подает мощность скольжения на обмотки ротора с корректирующей частотой.

Статор имеет главную обмотку и квадратурную обмотку, а инвертор содержит переключку постоянного тока. Вход инвертора функционально соединен с главной обмоткой, а переключка постоянного тока функционально соединена с квадратурной обмоткой. Предполагается, что заданный уровень частоты находится в диапазоне от 40 до 75 Гц, а двигатель имеет минимальное рабочее число оборотов примерно 2400 оборотов в минуту. Число оборотов двигателя регулируют для оптимизации расхода топлива в зависимости от нагрузки.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Представленные здесь чертежи иллюстрируют предпочтительную предложенную конструкцию, в которой ясно раскрыты упомянутые выше преимущества и особенности, также как и другие, которые будут без труда понятны из следующего ниже описания изображенного варианта выполнения.

На чертежах:

Фиг.1 упрощенно изображает электрогенераторную установку с приводом от двигателя для реализации предложенного способа.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

На фиг.1 электрогенераторная установка с приводом от двигателя для выполнения методологии представленного изобретения обозначена в целом номером 10 позиции. Генераторная установка 10 содержит генератор 20, образованный цилиндрическим ротором 30, установленным внутри статора 32 с возможностью вращения. В качестве примера, ротор 30 содержит три фазные обмотки 31a-31c, питаемые инвертором 34, как описано в дальнейшем. Статор 32 содержит электрические обмотки (например, главную обмотку 14), намотанные на железный сердечник, и обмотку возбуждения или квадратурную обмотку 46, смещенную на 90 градусов от главной обмотки 14. Вращение ротора 30 создает движущееся магнитное поле вокруг статора 32, которое, в свою очередь, создает разность напряжений между обмотками статора 32. В результате обеспечивается мощность переменного тока (АС) на выходах 33a-33c статора 32. Выходы 33a-33c статора 32 выполнены с возможностью присоединения к нагрузке 36 для ее питания мощностью переменного тока.

Генераторная установка 10 также содержит двигатель 22. Как обычно, двигатель 22 через впускное отверстие получает топливо, например природный газ или пар жидкого пропана. Поданное в двигатель 22 топливо сжимается и воспламеняется в цилиндрах двигателя так, чтобы вызвать возвратно-поступательное перемещение поршней двигателя 22. Возвратно-поступательное перемещение поршней двигателя 22 преобразуется во вращательное движение коленчатого вала. Коленчатый вал функционально соединен с ротором 30 генератора 20 с помощью вала, так что при вращении коленчатого вала во время работы двигателя 22, вал приводит во вращение ротор 30 генератора 20.

Как известно, частота переменного тока (АС) на выходах 33a-33c статора 32 зависит

от количества полюсов и скорости вращения ротора 30, которая, в свою очередь, соответствует числу оборотов двигателя 22. Число оборотов двигателя, соответствующее определенной частоте, называют синхронным числом оборотов (N_s) для этой частоты. Например, синхронное число оборотов для двухполюсного ротора, вырабатывающего переменный ток с частотой 60 Гц на выходах 33а-33с статора 32, равно 3600 оборотов в минуту.

Следует заметить, что двигатель 22 установки 10 не работает с фиксированным числом оборотов, а наоборот, работает с числом оборотов, которое изменяется в соответствии с величиной нагрузки. Другими словами, при низкой нагрузке, когда нагрузка 36 требует от генератора 20 относительно небольшого тока, число оборотов двигателя относительно мало. При более высоких нагрузках, когда потребление тока от генератора 20 увеличено, число оборотов двигателя возрастает. Хотя должно быть понятно, что число оборотов двигателя 22 может быть без труда отрегулировано для оптимизации расхода топлива и уменьшения уровня шума, связанного с работой двигателя 22, а эти изменения числа оборотов двигателя, в свою очередь, вызовут изменения частоты и напряжения на выходе генератора 20. Однако во всех случаях частота и напряжение переменного тока на выходах 33а-33с статора 32 должны оставаться относительно постоянными и находиться по существу между заранее установленными верхним и нижним пределами (например, 56-60 Гц и 108-127 В_{rms}). В связи с этим предложена регулировка напряжения и частоты, описанная ниже.

Генераторная установка 10 дополнительно содержит контроллер 16, функционально соединенный с трансформатором тока (не показан) и с приводом дроссельной заслонки двигателя 22. Трансформатор тока измеряет величину нагрузки 36 и передает это значение на контроллер 16. Контроллер 16 выполнен с возможностью расчета оптимального расхода топлива для двигателя 22 для данной нагрузки 36. Можно принять, что минимальный расход топлива обычно соответствует примерно 2/3 синхронного числа оборотов (N_s) двигателя 22. В таком случае для двухполюсного ротора, вырабатывающего мощность переменного тока с частотой 60 Гц на выходах 33а-33с статора 32, минимум потребления топлива достигается при числе оборотов двигателя, равном 2400 оборотам в минуту. В ответ на команду, полученную от контроллера 16, привод дроссельной заслонки, соединенный с двигателем 22, увеличивает или уменьшает число оборотов двигателя 22 для оптимизации расхода топлива двигателя. Также контроллер 16 выполнен с возможностью приема различных дополнительных входных сигналов, описывающих условия работы двигателя, и обеспечения дополнительных управляющих команд для двигателя 22 (например, команда остановки двигателя в случае потери давления масла).

Входы 35а и 35b инвертора 34 функционально соединены с обмотками статора с помощью выходов 33а и 33с статора 32, соответственно, по линиям 37 и 39.

Дополнительно, перемычка 44 постоянного тока инвертора 34 функционально соединена с квадратурной обмоткой 46 статора 32 с помощью линий 48 и 50. В однофазной системе входной сигнал от квадратурной обмотки 46 к перемычке 44 постоянного тока выпрямляется для обеспечения тока в перемычке 44 постоянного тока. Помимо этого, мощность переменного тока, подаваемая на перемычку 44 постоянного тока от статора 32, преобразуется трехфазным мостом в трехфазную мощность переменного тока с возможностью управления частотой на линиях 40а-40с. Линии 40а-40с функционально соединены с обмотками 31а-31с ротора 30, соответственно, с помощью, например, контактных колец, для подачи на указанные линии трехфазных токов. Как описано ниже, эти трехфазные токи обеспечивают создание бегущей волны магнитного потока

относительно ротора 30, так что число оборотов ротора 30 относительно статора 32 поддерживается равным значению синхронного числа оборотов (N_s) двигателя 22.

При заданном числе оборотов (N_r) ротора бегущая волна магнитного потока, созданная трехфазными токами, приложенными инвертором 34, относительно ротора 30, равна разности между синхронным числом оборотов (N_s) и числом оборотов ротора (N_r). В таком случае статор 32 «видит» волну магнитного потока, бегущую с синхронным числом оборотов (N_s), независимо от числа оборотов ротора (N_r), и создает постоянную частоту на его выходах 33а-33с. Для ротора 30, имеющего два полюса, частота мощности переменного тока, подаваемой инвертором 34 на обмотки ротора 31а-31с, необходимая для создания бегущей волны магнитного потока с обеспечением постоянной частоты на выходах статора 32, может быть вычислена в соответствии с уравнением:

$$f_{\text{inverter}} = \frac{N_s - N_r}{60} \quad \text{Уравнение (1)}$$

где f_{inverter} - частота мощности переменного тока, подаваемой инвертором 34 на обмотки 31а-31с ротора, N_s - синхронное число оборотов, N_r - число оборотов ротора.

Для выработки постоянного напряжения и тока на выходах 33а-33с статора 32 мощность переменного тока, подаваемая инвертором 34, может быть вычислена в соответствии с уравнением:

$$P_{\text{inverter}} = P_{\text{stator}} \times \frac{N_s - N_r}{N_r} \quad \text{Уравнение (2)}$$

где P_{inverter} - мощность переменного тока, подаваемая инвертором 34, или мощность скольжения, P_{stator} - мощность переменного тока на выходах 33а-33с и квадратурной обмотке 46 статора 32, N_s - синхронное число оборотов, N_r - число оборотов ротора.

Имея ввиду написанное выше, следует понимать, что благодаря управлению амплитудой и частотой мощности переменного тока, подаваемой на обмотки 31а-31с ротора инвертором 34, частота и напряжение мощности переменного тока, вырабатываемой генератором 10 на выходах 33а-33с статора 32, остаются относительно постоянными и по существу между заданными верхним и нижним пределами. При эксплуатации двигатель 22 запускается таким образом, что генератор 20 вырабатывает электрическую энергию на выходах 33а-33с статора 32, как это описано здесь выше. Контроллер 16 отслеживает величину нагрузки 36 и рассчитывает оптимальный расход топлива для двигателя 22. В ответ на полученные от контроллера 16 команды привод дроссельной заслонки, соединенный с двигателем 22, увеличивает или уменьшает число оборотов двигателя (до максимального, равного 3600 оборотам для двухполюсного устройства) для оптимизации расхода топлива двигателем. Независимо от нагрузки 36, контроллер 16 поддерживает число оборотов двигателя 22 равным минимуму 2400 оборотов в минуту, так как минимальный расход топлива двигателя 22 соответствует числу оборотов двигателя, равному 2400 оборотов в минуту.

Для поддержания частоты и напряжения мощности переменного тока, вырабатываемой генератором 10 на выходах 33а-33с статора 32, контроллер 16 определяет частоту и амплитуду мощности скольжения, которая должна быть подана инвертором 34 на обмотки 31а-31с ротора. После этого, под управлением контроллера 16, инвертор 34 преобразует мощность переменного тока, поданную на его входы, в мощность скольжения, имеющую требуемую амплитуду и требуемую частоту.

Когда ротор вращается с синхронным числом оборотов (N_s), инвертор 34 должен обеспечивать неподвижную волну относительно ротора 30 для создания такой же магнитодвижущей силы, которая создается нормальным генератором переменного тока постоянной частоты. Таким образом, инвертор 34 ведет себя как автоматический регулятор напряжения в традиционном генераторе переменного тока, который должен обеспечить намагничивающую магнитодвижущую силу, а также составляющую для противодействия реакции якоря. Далее, может быть понятно, что в однофазных системах, использующих квадратурную обмотку 46 статора 32 для питания переключки 44 постоянного тока инвертора 34, главные обмотки статора 32 остаются свободными от гармоник, которые возникают как естественное следствие переключки 44 постоянного тока. Это, в свою очередь, устраняет необходимость в дополнительной фильтрации или в корректировке коэффициента мощности перед переключкой 44 постоянного тока.

Рассмотрены различные варианты выполнения изобретения, находящиеся в пределах следующих далее пунктов формулы изобретения, подробно указывающих и определенно заявляющих права на предмет, который рассмотрен как изобретение.

Формула изобретения

1. Способ управления электрическим генератором с приводом от двигателя, вырабатывающим выходное напряжение с некоторой частотой, при этом двигатель работает с рабочим числом оборотов, включающий:

подключение генератора к нагрузке,

изменение рабочего числа оборотов двигателя для оптимизации расхода топлива в зависимости от нагрузки на нем,

вычисление разности между частотой выходного напряжения генератора, подаваемой на нагрузку при рабочем числе оборотов двигателя, и требуемой частотой выходного напряжения и использование этой разности в качестве корректирующей частоты, и изменение частоты выходного напряжения на величину корректирующей частоты, изменение частоты выходного напряжения до заданного уровня.

2. Способ по п. 1, в котором генератор содержит ротор, имеющий обмотки, и статор, имеющий выход, причем выход статора выполнен с возможностью подключения к нагрузке.

3. Способ по п. 2, в котором дополнительно:

функционально соединяют выход статора с входом инвертора, причем инвертор принимает выходное напряжение на указанной частоте, и

функционально соединяют выход инвертора с обмотками ротора, причем инвертор подает питание на обмотки ротора с корректирующей частотой.

4. Способ по п. 3, в котором статор имеет главную обмотку и квадратурную обмотку, а инвертор содержит переключку постоянного тока, при этом вход инвертора функционально соединяют с главной обмоткой статора, а переключку постоянного тока функционально соединяют с квадратурной обмоткой статора.

5. Способ по п. 1, в котором требуемая частота выходного напряжения находится в диапазоне от 40 до 75 Гц.

6. Способ по п. 1, в котором двигатель имеет минимальное рабочее число оборотов примерно 2400 оборотов в минуту.

7. Способ управления электрическим генератором с приводом от двигателя, содержащим ротор, имеющий обмотки, и статор, имеющий выход, причем указанный генератор вырабатывает выходное напряжение на частоте выхода статора, а двигатель работает с некоторым числом оборотов, при этом указанный способ включает:

подключение выхода статора к нагрузке,
 регулировку числа оборотов двигателя в зависимости от нагрузки,
 вычисление разности между частотой выходного напряжения и заданным уровнем
 и использование этой разности в качестве корректирующей частоты,

5 изменение частоты выходного напряжения на величину корректирующей частоты,
 функциональное соединение выхода статора с входом инвертора, причем инвертор
 принимает выходное напряжение на указанной частоте, и
 функциональное соединение выхода инвертора с обмотками ротора, причем инвертор
 подает питание на обмотки ротора с корректирующей частотой.

10 8. Способ по п. 7, в котором статор имеет главную обмотку и квадратурную обмотку,
 а инвертор содержит переключку постоянного тока, причем вход инвертора
 функционально соединяют с главной обмоткой, а переключку постоянного тока
 функционально соединяют с квадратурной обмоткой.

9. Способ по п. 7, в котором заданный уровень частоты находится в диапазоне от
 15 40 до 75 Гц.

10. Способ по п. 7, в котором двигатель имеет минимальное рабочее число оборотов
 примерно 2400 оборотов в минуту.

11. Способ управления электрическим генератором с приводом от двигателя,
 содержащим имеющий обмотки ротор и имеющий выход статор, причем генератор
 20 вырабатывает выходное напряжение на частоте выхода статора, а двигатель работает
 с некоторым числом оборотов, при этом указанный способ включает:

подключение выхода статора к нагрузке,
 регулировку числа оборотов двигателя в зависимости от нагрузки,
 подачу мощности скольжения на обмотки ротора для регулировки частоты
 25 выходного напряжения до заданного уровня.

12. Способ по п. 11, в котором при подаче мощности скольжения на обмотки ротора
 дополнительно:

вычисляют разность между частотой выходного напряжения и заданным уровнем
 и используют эту разность в качестве корректирующей частоты, и
 30 генерируют мощность скольжения, имеющую частоту, по существу равную
 корректирующей частоте.

13. Способ по п. 12, в котором дополнительно:

функционально соединяют выход статора с входом инвертора, причем инвертор
 принимает выходное напряжение с указанной частотой, и
 35 функционально соединяют выход инвертора с обмотками ротора, причем инвертор
 подает мощность скольжения на обмотки ротора с корректирующей частотой.

14. Способ по п. 13, в котором статор имеет главную обмотку и квадратурную
 обмотку, а инвертор содержит переключку постоянного тока, при этом вход инвертора
 функционально соединяют с главной обмоткой статора, а переключку постоянного тока
 40 функционально соединяют с квадратурной обмоткой статора.

15. Способ по п. 11, в котором заданный уровень частоты находится в диапазоне от
 40 до 75 Гц.

16. Способ по п. 11, в котором двигатель имеет минимальное рабочее число оборотов
 примерно 2400 оборотов в минуту.

45 17. Способ по п. 11, в котором число оборотов двигателя регулируют для оптимизации
 расхода топлива в зависимости от нагрузки двигателя.