



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011149186/28, 29.11.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
29.11.2011

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
30.11.2010 US 12/956,785

(43) Дата публикации заявки: 10.06.2013 Бюл. № 16

(45) Опубликовано: 10.05.2016 Бюл. № 13

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: OETTMEIER M ET AL: "Power-electronic-based machine emulator for high-power high-frequency drive converter test", VEHICLE POWER AND PROPULSION CONFERENCE (VPPC), 2010 IEEE, IEEE, 01.09.2010. US 2003090257 A1, 15.05.2003. US 2005286274 A1, 29.12.2005. RU 88812 U1, 20.11.2009.

Адрес для переписки:

191036, Санкт-Петербург, а/я 24, "НЕВИНПАТ"

(72) Автор(ы):

ШРЕДЕР Стефан (DE),
ХАРБУРТ Сайрус Дэвид (US),
Шен Цзе (DE)

(73) Патентообладатель(и):

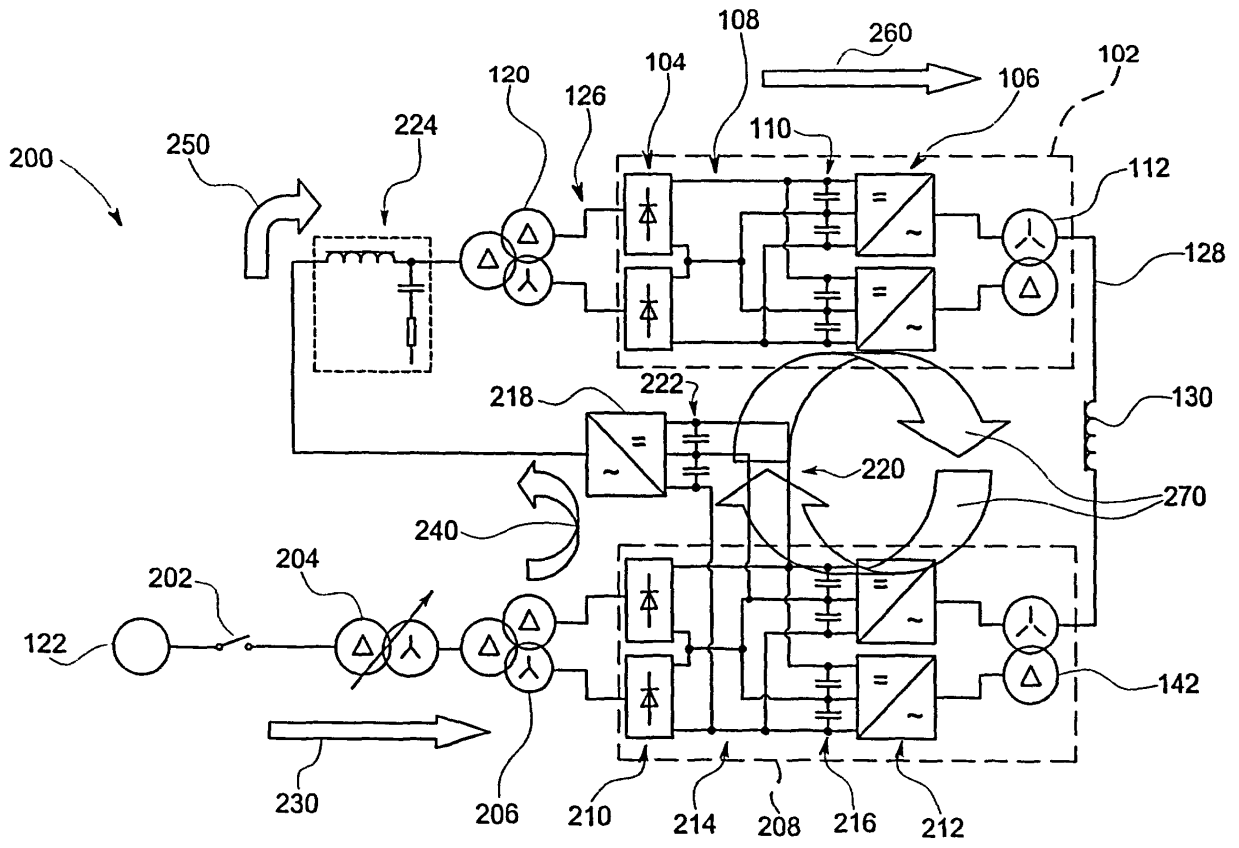
Дженерал Электрик Компани (US)

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ СИЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к тестированию силовых электрических устройств. Заявленное устройство для тестирования узла преобразователя полной мощности содержит: устройство для подачи электроэнергии от электрической сети; выпрямитель, соединенный с указанным устройством для подачи электроэнергии от электрической сети; устройство для имитирования электрической сети, соединенное с указанным выпрямителем;

устройство привода переменной частоты, соединенное с указанным выпрямителем, для обеспечения имитируемой машинной нагрузки; и тестовое соединение для подключения узла преобразователя полной мощности, соединенное с указанным устройством для имитирования электрической сети. Техническим результатом является снижение индуцированных электрических помех в сети. 5 з.п. ф-лы, 7 ил.



Фиг.2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2011149186/28, 29.11.2011

(24) Effective date for property rights:
29.11.2011

Priority:

(30) Convention priority:
30.11.2010 US 12/956,785

(43) Application published: 10.06.2013 Bull. № 16

(45) Date of publication: 10.05.2016 Bull. № 13

Mail address:

191036, Sankt-Peterburg, a/ja 24, "NEVINPAT"

(72) Inventor(s):

**SCHROEDER Stefan (DE),
HARBOURT Cyrus David (US),
SHEN Jie (DE)**

(73) Proprietor(s):

General Electric Company (US)(54) **METHOD AND DEVICE FOR TESTING ELECTRICAL POWER DEVICES**

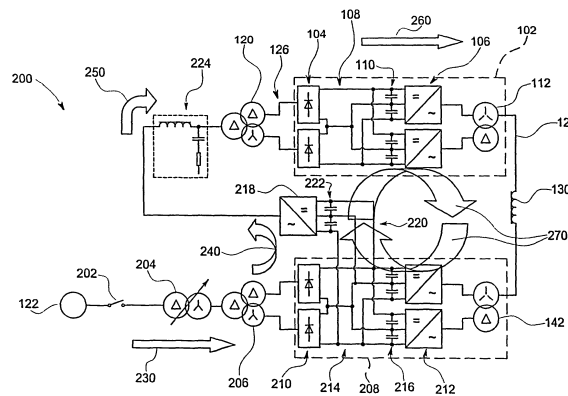
(57) Abstract:

FIELD: electrical devices.

SUBSTANCE: invention relates to testing of electrical power devices. Claimed device for testing a full power converter assembly includes: a device for supplying electric power from an electric grid; a rectifier connected to said device for supplying electric power from an electric grid; a device for simulating an electric grid connected to said rectifier; variable frequency drive device connected to said rectifier to provide a simulated machine load; and a test connection for connection of full power converter unit, connected to said device for simulating an electric grid.

EFFECT: technical result is reduction of induced electrical noise in grid.

6 cl, 7 dwg



Фиг.2

ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0001] Настоящее изобретение, рассматриваемое в данном описании, относится в общем к тестированию силовых электрических устройств и, в частности, к способам и устройству для тестирования узлов преобразователей полной мощности.

5 [0002] По меньшей мере некоторые известные узлы преобразователей полной мощности, или силовые преобразователи, электрически тестируют до заранее заданных электрических параметров, перед отправкой из производственного комплекса на место установки. Один из таких тестов обычно называется "тест при полной мощности". С помощью такого тестирования полной мощности проверяются характеристики каждого
10 силового преобразователя на номинальной мощности. Менее мощные силовые преобразователи, то есть такие силовые преобразователи, которые рассчитаны на 500 кВт или меньше, как правило, тестируют с использованием устройства для тестирования, которое содержит трансформатор полной мощности, выключатель полной мощности и соответствующего размера переменные тестовые нагрузки, содержащие двигатели с
15 регулируемым тормозом и/или банки резисторов переменной нагрузки. Тем не менее, для более мощных силовых преобразователей, с мощностью выше 500 кВт, размер и стоимость устройств для тестирования соразмерно увеличивается. Кроме того, для тех силовых преобразователей, которые имеют полную мощность свыше 2 МВт, включая силовые преобразователи, мощность которых свыше 10 МВт, покупка, установка и
20 обслуживание больших устройств для тестирования стоит дорого, это оборудование требует больших физических площадей и может быть громоздким при размещении для тестирования силовых преобразователей различных размеров.

[0003] Кроме того, по меньшей мере некоторые известные устройства для тестирования силовых преобразователей обычно электрически подключают к местной
25 электрической сети для обеспечения необходимой мощности тестирования. Тем не менее, не все такие электрические сети имеют достаточную мощность для поддержки тестирования больших силовых преобразователей. Например, соединения электрической сети в удаленных районах могут не обладать необходимой стабильностью напряжения и могут не иметь необходимых устойчивых возможностей по подаче электрического
30 тока. Более того, пакетная покупка мощности сети на непостоянной основе может быть дорогостоящей и может требовать координации с соответствующей сетью, так чтобы эта сеть могла быть подготовлена к поддержке больших непостоянных нагрузок, которые скорее всего потребуются при тестировании преобразователей полной мощности.

35 [0004] Кроме того, многие известные устройства для тестирования силовых преобразователей содержат "точку общего соединения", которая передает электрическую мощность в устройство для тестирования и принимает по меньшей мере некоторую часть выходной мощности от устройства для тестирования. Некоторые процедуры тестирования обычно включают тестирование силовых преобразователей на
40 электрических частотах, которые могут быть несовместимы с частотами местной электрической сети. Например, силовой преобразователь, разработанный для частоты 50 герц (Гц), которая принята в Европе, трудно тестировать на частоте 60 Гц электрической сети Северной Америки. Требования функционирования сети обычно имеют ограничения на уровень передаваемых гармоник частоты сети. Таким образом,
45 для поддержки операций тестирования силовых преобразователей может потребоваться оборудование для изоляции сети, содержащее дорогостоящие фильтры.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0005] В одном аспекте предложен способ сборки устройства для тестирования для

узла преобразователя полной мощности. Способ включает соединение устройства для подачи электроэнергии с электрической сетью. Способ также включает соединение устройства для генерирования постоянного тока (DC) с устройством для подачи электроэнергии. Кроме того, способ включает соединение устройства для имитирования электрической сети с устройством для генерирования постоянного тока. Способ также включает тестовое соединение для подключения узла преобразователя полной мощности к устройству для имитирования электрической сети.

[0006] В другом аспекте предложено устройство для тестирования для узла преобразователя полной мощности. Устройство для тестирования содержит устройство для подачи электроэнергии от электрической сети. Устройство для тестирования также содержит устройство для генерирования постоянного тока, соединенное с устройством для подачи электроэнергии от электрической сети. Кроме того, устройство для тестирования содержит устройство для имитирования электрической сети, соединенное с устройством для генерирования постоянного тока. Устройство для тестирования также содержит тестовое соединение для подключения узла преобразователя полной мощности к устройству для имитирования электрической сети.

[0007] В еще одном аспекте предложен способ тестирования узла преобразователя полной мощности. Способ включает соединение узла преобразователя полной мощности с тестовым источником электроэнергии. Способ также включает соединение узла преобразователя полной мощности с тестовой нагрузкой. Кроме того, способ включает тестовое соединение источника электроэнергии с линией подачи постоянного электрического тока. Способ также включает рециркуляцию электроэнергии от тестовой нагрузки к узлу преобразователя полной мощности.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[0008] Эти и другие признаки, аспекты и преимущества настоящего изобретения станут более понятными из следующего подробного описания, рассматриваемого совместно с сопровождающими чертежами, на которых одинаковые символы представляют одинаковые части на всех чертежах:

[0009] Фиг.1 представляет собой схематическое изображение известного устройства для тестирования узлов преобразователей полной мощности;

[0010] Фиг.2 представляет собой схематическое изображение примера устройства для тестирования узлов преобразователей полной мощности;

[0011] Фиг.3 представляет собой схематическое изображение альтернативного устройства для тестирования узлов преобразователей полной мощности;

[0012] Фиг.4 представляет собой схематическое изображение другого альтернативного устройства для тестирования узлов преобразователей полной мощности;

[0013] Фиг.5 представляет собой схематическое изображение еще одного альтернативного устройства для тестирования узлов преобразователей полной мощности;

[0014] Фиг.6 представляет собой блок-схему, иллюстрирующую пример способа, который может быть использован при сборке устройства для тестирования узлов преобразователей полной мощности, показанного на фиг.2, 3, 4 и 5; и

[0015] Фиг.7 представляет собой блок-схему, иллюстрирующую пример способа, который может быть использован при тестировании узла преобразователя полной мощности, с использованием устройства для тестирования для узлов преобразователей полной мощности, показанного на фиг.2, 3, 4 и 5.

[0016] Если не указано иное, чертежи, приведенные в настоящем описании, предназначены для иллюстрации ключевых признаков данного изобретения. Эти

ключевые признаки предполагаются к применению в самых разнообразных системах, содержащих один или более вариантов осуществления данного изобретения. Таким образом, указанные чертежи не предполагают включение в них всех обычных признаков, известных специалистам, требуемых для осуществления изобретения.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0017] В следующем описании и формуле изобретения будут сделаны ссылки на ряд терминов, которые должны быть определены, как имеющие следующие значения.

[0018] Использование единственного числа подразумевает возможность множества элементов, если контекст явно не определяет иное.

[0019] "Опциональный" или "опционально" означает, что последующие описанные события или условия могут произойти или не произойти, и что описание включает случаи, когда событие происходит, и случаи, когда это событие не происходит.

[0020] Термины "приблизительный", "примерный" и т.п., которые используются в описании и формуле изобретения, могут быть применены для модификаций любых количественных представлений, которые могли бы варьироваться без изменения в основной функции, к которой они относятся. Соответственно, значение, модифицированное термином или терминами, такими как "около" и "по существу", не ограничено точным указанным значением. По меньшей мере в некоторых случаях, такие термины могут соответствовать точности прибора для измерения значения. Здесь и далее в описании и формуле изобретения ограничения диапазона могут быть объединены и/или взаимозаменены, такие диапазоны определены и включают все поддиапазоны, содержащиеся в них, если контекст или язык не указывают иное.

[0021] Примеры систем и способов, рассмотренных в настоящем описании, преодолевают недостатки известных устройств для тестирования силовых преобразователей путем предоставления устройства для тестирования, имитирующего сетевой источник электроэнергии (электрическую сеть) для тестируемого силового преобразователя. Конкретно, устройство для тестирования силового преобразователя включает линию постоянного тока между источником переменного тока и устройством тестового источника переменного тока, которое имитирует сетевой источник электроэнергии для тестируемого устройства. Кроме того, устройство для тестирования силового преобразователя повторно использует электроэнергию во внутреннем контуре рециркуляции, а не направляет ее через второе соединение в электрическую сеть, устраняя тем самым второе соединение с электрической сетью. Далее, в частности, устройство для тестирования силового преобразователя использует единственное соединение с электрической сетью, чтобы просто передать начальную мощность тестирования и пополнить электроэнергию, которая рассеивается в контуре рециркуляции электроэнергии. Таким образом, использование единственного соединения с электрической сетью просто в качестве начального и пополняющего источника мощности способствует сокращению размеров устройств для передачи электроэнергии, например, электрических силовых трансформаторов и изолирующих выключателей электрической сети, размеры которых в противном случае были бы велики.

Также использование единственного соединения с электрической сетью способствует сокращению количества таких электрических силовых трансформаторов и изолирующих выключателей электрической сети. Более того, поскольку устройство для тестирования силовых преобразователей устраняет передачу электроэнергии обратно в электрическую сеть, такое устройство облегчает снижение индуцированных электрических помех в электрической сети, например, индуцированных гармоник, способствуя тем самым сокращению размера и количества фильтрующего оборудования, взаимодействующего

с электрической сетью и устройством для тестирования. Кроме того, поскольку такое устройство по сути изолировано от электрической сети, это облегчает тестирование силовых преобразователей с использованием диапазона частот, напряжений и коэффициентов мощности.

5 [0022] Фиг.1 является схематическим изображением известного из уровня техники устройства 100 для тестирования узла преобразователя полной мощности. Устройство 100 для тестирования сконфигурировано для тестирования узла 102 преобразователя полной мощности. Узел 102 содержит узел 104 выпрямителя, соединенный с узлом 106 высокочастотного инвертора посредством линии 108 постоянного тока, которая
10 содержит по меньшей мере одно емкостное устройство 110. В рассматриваемом примере осуществления изобретения линия 108 постоянного тока содержит множество емкостных устройств 110. Узел 102 также включает силовой трансформатор 112, соединенный с узлом инвертора 106. В примере осуществления изобретения узел 106 инвертора является трехуровневым инвертором, поэтому узел 102 является трехуровневым
15 преобразователем. Альтернативно, инвертор 106 может быть двухуровневым инвертором или любым многоуровневым инвертором, который позволяет устройству 100 для тестирования работать согласно данному описанию. Применяемые здесь термины «инвертор» и «преобразователь» используются для описания любого инвертора и преобразователя, которые позволяют устройству 100 для тестирования работать
20 согласно данному описанию.

[0023] Известное из уровня техники устройство 100 для тестирования узла преобразователя полной мощности включает силовой трансформатор 120, соединенный с электрической сетью 122 посредством выключателя 124 (показан в разомкнутом положении), связанного с узлом 104 выпрямителя узла 102 преобразователя полной
25 мощности посредством первого тестового соединения 126. Как правило, силовой трансформатор 120 является понижающим трансформатором. Также, как правило, и выключатель 124, и силовой трансформатор 120 рассчитаны на полную номинальную нагрузку узла 102. Устройство 100 для тестирования также содержит второе тестовое соединение 128, соединенное с трансформатором 112. Устройство 100 для тестирования
30 дополнительно содержит высокочастотное индуктивное соединительное устройство 130 (L_{hf}), соединенное со вторым тестовым соединением 128. Устройство 100 для тестирования также содержит привод переменной частоты (variable frequency drive, VFD) 132, соединенный с устройством 130 L_{hf} . Привод VFD 132 включает линию 138 постоянного тока, которая содержит множество емкостных устройств 140. Привод
35 VFD 132 также содержит силовой трансформатор 142, соединенный с устройством 130 L_{hf} . Силовой трансформатор 142, как правило, является понижающим трансформатором.

[0024] Устройство 100 для тестирования также содержит активный интерфейс 150 (active front end, AFE), связанный с приводом VFD 132 посредством линии 152
40 постоянного тока, которая содержит множество емкостных устройств 154. Устройство 100 для тестирования также содержит силовой трансформатор 156, связанный с AFE 150. Силовой трансформатор 156, как правило, является повышающим трансформатором. Устройство 100 для тестирования дополнительно содержит выключатель 158 (показан в разомкнутом положении), связывающий сеть 122 с силовым трансформатором 156. Также, как правило, и выключатель 158, и силовой
45 трансформатор 156 рассчитаны на полную номинальную нагрузку узла 102. Устройство 100 для тестирования также содержит индуктивно-емкостное фильтрующее устройство 160, соединенное с сетью 122, выключателем 124 и выключателем 158. Устройство 100

для тестирования имеет общую точку соединения 170 (point of common coupling, РОСС), которая задается соединением входной секции 172 устройства 100 для тестирования и выходной секции 174 устройства 100 для тестирования.

[0025] При функционировании выключатели 124 и 158 находятся в замкнутом положении (на фиг.1 оба показаны в разомкнутом положении), и электрическая сеть 122 соединена с входной секцией 172 и выходной секцией 174 устройства 100 для тестирования. Переменный ток (не показано) подается от сети 122 с заранее заданным напряжением сети переменного тока и соответствующей частотой на силовой трансформатор 120, как показано стрелкой 180 направления тока. Силовой трансформатор 120 получает переменный ток при напряжении сети переменного тока, понижает напряжение переменного тока и повышает переменный электрический ток, и передает переменный электрический ток заранее заданной величины и заранее заданного напряжения переменного тока через первое тестовое соединение 126 на узел 104 выпрямителя тестируемого узла 102 преобразователя полной мощности. Узел 104 выпрямителя принимает переменный ток при напряжении переменного тока и преобразует эту электроэнергию в заранее заданный постоянный ток с заранее заданным постоянным напряжением. Постоянный ток передается через линию 108 постоянного тока в узел 106 высокочастотного инвертора, причем емкостные устройства 110 способствуют сглаживанию соответствующего напряжения постоянного тока. Узел 106 инвертора преобразует полученный постоянный ток с напряжением постоянного тока в переменный ток с заранее заданным переменным напряжением и заранее заданной частотой переменного тока, с заранее заданным отношением активной мощности к реактивной мощности. Преобразованная мощность переменного тока передается от узла инвертора 106 в силовой трансформатор 112, при этом трансформатор 112 повышает напряжение и понижает ток до заранее заданных значений. В общем случае электроэнергия, передаваемая от узла 102 преобразователя полной мощности, по меньшей мере периодически находится на приблизительном уровне полной мощности либо около уровня полной мощности. При тестировании устройством 100 для тестирования узел 102 обычно работает с изменением выходного напряжения в пределах диапазона от 0 до 6 кВ и с выходной частотой в пределах диапазона от 0 до 600 Гц. Некоторые узлы 102 могут тестироваться специально на номинальной частоте сети, обычно 50 Гц или 60 Гц, в зависимости от места назначения доставки узла 102.

[0026] Также, при функционировании электрический переменный ток передается от узла 102 преобразователя полной мощности к приводу VFD 132 посредством второго тестового соединения 128 и L_{hf} 130, причем L_{hf} 130 обеспечивает фильтрацию высокочастотных гармонических составляющих переменного электрического тока, передаваемого на силовой трансформатор 142. Силовой трансформатор 142 получает передаваемый отфильтрованный переменный ток с передаваемым отфильтрованным напряжением переменного тока, понижает отфильтрованное переменное напряжение и повышает отфильтрованный переменный электрический ток, и передает переменный электрический ток с заранее заданным значением и заранее заданным напряжением переменного тока в узел 136 высокочастотного инвертора. Узел 136 инвертора принимает переменный ток с напряжением переменного тока, передаваемым от силового трансформатора 142, и преобразует энергию переменного тока в заранее заданный постоянный ток с заранее заданным постоянным напряжением, имитируя при этом заранее заданную нагрузку для узла 102. Преобразованная энергия постоянного тока передается в активный интерфейс AFE 150 посредством линий 138 и 152 постоянного тока, причем емкостные устройства 140 и 154 способствуют сглаживанию передаваемого

постоянного тока.

[0027] Далее, при функционировании AFE 150 принимает мощность постоянного тока, передаваемую от узла 136 высокочастотного инвертора, и преобразует полученный постоянный ток при напряжении постоянного тока в переменный ток при заранее заданном напряжении переменного тока и заранее заданной частоте переменного тока с заранее заданным отношением активной-мощности: к реактивной мощности. В общем случае, электроэнергия, передаваемая от AFE 150, имеет частоту, близкую к частоте электрической сети 122. Мощность переменного тока передается от AFE 150 к силовому трансформатору 156, и этот трансформатор 156 повышает напряжение переменного тока и понижает переменный ток для передачи в точку РОСС 170 через выключатель 158 и выходную секцию 174. Эта мощность переменного тока имеет напряжение, примерно равное номинальному напряжению сети. Индуктивно-емкостное фильтрующее устройство 160 обеспечивает фильтрацию гармонических искажений мощности переменного тока, передаваемого в точку РОСС 170, для уменьшения возможности передачи гармонических искажений в электрическую сеть 122 и для удовлетворения стандартам суммарного коэффициента гармонических искажений (total harmonic distortion, THD), установленным местными регулирующими органами и/или владельцем/оператором сети 122. Однако такая фильтрация, являясь по меньшей мере эффективной в достижении таких стандартов, не может устранить все гармонические искажения.

[0028] Кроме того, при работе известное из уровня техники устройство 100 для тестирования узла преобразователя полной мощности рециркулирует электрическую мощность через него, как показано стрелками 190 рециркуляции мощности. Хотя большая часть электроэнергии рециркулирует в устройстве 100 для тестирования, по меньшей мере часть электроэнергии передается обратно в электрическую сеть 122 по меньшей мере с некоторыми гармоническими искажениями, и по меньшей мере часть электрической мощности, рассеиваемой в устройстве 100 для тестирования, восстанавливается посредством электрической сети 122. Кроме того, при работе осуществляется управление напряжениями, токами и частотами посредством по меньшей мере некоторых ручных и по меньшей мере некоторых автоматизированных регулировок узла 102, VFD 132 и AFE 150 с использованием соответствующих устройств управления (не показаны). После завершения тестирования узлами 102, VFD 132, и AFE 150 управляют для уменьшения количества рециркулирующей в них электроэнергии, до тех пор, пока выключатели 124 и 158 не будут разомкнуты, и оставшаяся мощность: в устройстве 100 для тестирования не рассеется в тепловую энергию.

[0029] Фиг.2 представляет собой схематическое изображение устройства 200 для тестирования узлов преобразователей полной мощности, которое может быть использовано вместо устройства 100 для тестирования (показано на фиг.1). В этом примере осуществления изобретения устройство 200 для тестирования содержит выключатель 202 электрической сети (показан в разомкнутом положении), связанный с электрической сетью 122. Номинальные параметры передачи мощности выключателя 202 меньше, чем параметры выключателя 124 (описано ниже). Устройство 200 для тестирования также содержит устройство 204 регулировки напряжения, соединенное с выключателем 202. В этом примере осуществления устройство 204 регулировки напряжения является блоком вариака. Такой блок вариака содержит трансформатор с переменным коэффициентом трансформации, который содержит устройство по существу непрерывного переключения отводов с высоким разрешением, которое также содержит по меньшей мере одно дистанционно управляемое устройство привода, соединенного с ним для общего функционирования (не показано).

[0030] Устройство 200 для тестирования дополнительно содержит силовой трансформатор 206, связанный с опциональным устройством 204 регулировки напряжения, который подобен силовому трансформатору 120; однако номинальные параметры передачи мощности трансформатора 206 меньше, чем у силового трансформатора 120 (также описано далее). Устройство 200 для тестирования также содержит тестовый привод переменной частоты (variable frequency test drive, VFTD) 208, который подобен приводу VFD 132 (показан на фиг.1), и соединен с силовым трансформатором 206. Привод VFTD 208 содержит узел выпрямителя 210, связанный с узлом высокочастотного инвертора 212 посредством линии 214 постоянного тока, которая содержит множество емкостных устройств 216. Однако в примере осуществления изобретения силовой трансформатор 206 соединен с узлом выпрямителя 210.

[0031] Устройство 200 для тестирования также содержит интерфейс AFE 218, связанный с линией 214 постоянного тока привода VFTD 208 посредством линии 220 постоянного тока. и множества емкостных устройств 222. Интерфейс AFE 218 по существу аналогичен AFE 150 (показан на фиг.1). Устройство 200 для тестирования дополнительно содержит опциональный узел фильтра нижних частот (LPF) 224, соединенный с AFE 218. Устройство 200 для тестирования также содержит силовой трансформатор 120, первое тестовое соединение 126, второе тестовое соединение 128, L_{hf} 130 и силовой трансформатор 142. Кроме того, узел 102 преобразователя полной мощности соединен с первым тестовым соединением и вторым тестовым соединением 128.

[0032] Устройство 200 для тестирования не включает точку РОСС 170, связывающую входную секцию 172 с выходной секцией 174 (показаны на фиг.1). В примере осуществления изобретения устройство 200 содержит единственное соединение с электрической сетью 122 посредством выключателя 202 электрической сети. Таким образом, устройство 200 для тестирования силового преобразователя рециркулирует электроэнергию во внутреннем контуре, а не через второе соединение с электрической сетью, устраняя тем самым второе соединение с электрической сетью, то есть выходную секцию 174 и РОСС 170. Устройство 200 для тестирования силового преобразователя использует одно соединение с электрической сетью через выключатель 202, чтобы просто передавать начальную мощность тестирования и пополнять электроэнергию, которая рассеивается в петле рециркуляции электрической мощности.

[0033] Таким образом, использование одного соединения с электрической сетью через выключатель 202 в качестве начального и пополняющего источника мощности способствует устранению некоторых больших устройств передачи электроэнергии, например, выключателя 158 и силового трансформатора 156 (оба показаны на фиг.1), и сокращению размеров больших устройств передачи электроэнергии электрической сети, размеры которых в противном случае были бы велики. Например (но не ограничиваясь указанными примерами), номинальные параметры передачи мощности выключателя 202 могут быть меньше, чем у выключателя 124 (показан на фиг.1), и номинальные параметры передачи мощности силового трансформатора 206 могут быть меньше, чем у силового трансформатора 120. Более того, поскольку устройство 200 для тестирования силового преобразователя устраняет рециркуляцию электроэнергии обратно в электрическую сеть 122, то устройство 200 для тестирования способствует снижению индуцированных электрических помех в сети 122, например, индуцированных гармоник, обеспечивая тем самым сокращение размера и количества фильтрующего оборудования, взаимодействующего с сетью 122 и устройством 200 для тестирования,

то есть индуктивно-емкостного фильтрующего устройства 160 (показано на фиг.1). Такое устранение ненужного оборудования, сокращение размера оставшегося оборудования, а также устранение передачи мощности от устройства 200 для тестирования в сеть 122 способствует сокращению рассеиваемой и иной теряемой энергии, содействуя тем самым повышению эффективности устройства 200 для тестирования по сравнению с устройством 100 для тестирования.

[0034] В процессе работы выключатель 202 электрической сети находится в замкнутом положении (на фиг.2 он показан в разомкнутом положении), и электрическая сеть 122 соединена с устройством 204 регулировки напряжения устройства 200 для тестирования. Переменный ток (АС) (не показан) передается от сети 122 при заранее заданном напряжении сети переменного тока и на соответствующей частоте в силовой трансформатор 206 посредством устройства 204 регулировки, как показано стрелкой 230 направления передачи мощности. Устройство 204 регулировки напряжения локально или дистанционно управляется с целью регулировки переключателя отвода в трансформаторе с переменным коэффициентом трансформации, для точной настройки входящего переменного напряжения и переменного тока, который передается на силовой трансформатор 206. Силовой трансформатор 206 принимает переменный ток при отрегулированном напряжении переменного тока, понижает напряжение переменного тока, повышает переменный ток, и передает переменный ток заранее заданной величины и заранее заданного переменного напряжения на узел выпрямителя 210 привода VFTD 208. Узел выпрямителя 210 получает переменный ток и переменное напряжение переменного тока, и преобразует эту электроэнергию в заранее заданный постоянный ток, с заранее заданным постоянным напряжением. Постоянный ток, как показано стрелкой 240 направления мощности, передается через линию 220 постоянного тока в AFE 218, причем емкостные устройства 222 способствуют сглаживанию переданного напряжения постоянного тока.

[0035] Кроме того, при работе AFE 218 принимает мощность постоянного тока, передаваемую от узла выпрямителя 210, и преобразует принимаемый постоянный ток с напряжением постоянного тока в переменный ток при заранее заданном переменном напряжении и заранее заданной частоте переменного тока, с заранее заданным соотношением активной мощности к реактивной мощности. В общем случае, электроэнергия, передаваемая от AFE 218, имеет частотный диапазон, так что частота может быть изменена для имитации входных частот от множества устройств, которые включают, но не ограничиваются этим, генераторы ветровой турбины (не показаны). Мощность переменного тока передается от AFE 218 к узлу LPF 224, как показано стрелкой 250 направления мощности, при этом узел LPF 224 фильтрует (или подавляет) высокочастотные гармоники передаваемой мощности переменного тока. В некоторых альтернативных вариантах осуществления узел LPF 224 не используется, потому что AFE 218 сконфигурирован для передачи мощности переменного тока из него с невысоким или нулевым уровнем высокочастотных гармоник.

[0036] Кроме того, при работе мощность переменного тока, с отфильтрованными напряжениями переменного тока и токами передается от узла LPF 224 к силовому трансформатору 120. Силовой трансформатор 120 получает переменный ток при отфильтрованном напряжении переменного тока, понижает напряжение переменного тока и повышает переменный электрический ток, и передает переменный электрический ток заранее заданной величины и заранее заданного напряжения переменного тока посредством первого тестового соединения 126 на узел выпрямителя 104 тестируемого узла 102 преобразователя полной мощности. Узел выпрямителя 104 принимает

переменный ток при напряжении переменного тока, и преобразует эту электроэнергию в заранее заданный постоянный ток с заранее заданным постоянным напряжением. Постоянный ток передается через линию 108 постоянного тока в узел высокочастотного инвертора 106, как показано стрелкой 260 направления мощности, в котором емкостные устройства 110 способствуют сглаживанию соответствующего напряжения постоянного тока. Узел инвертора 106 преобразует принимаемый постоянный ток при напряжении постоянного тока в переменный ток при заранее заданном переменном напряжении и заранее заданной частоте переменного тока, с заранее заданным отношением активной мощности к реактивной мощности. Преобразованная мощность переменного тока передается от узла инвертора 106 в силовой трансформатор 112, причем трансформатор 112 повышает напряжение и понижает ток до заранее заданных величин. При тестировании устройством 200 для тестирования узел 102 обычно работает с изменением выходного напряжения в диапазоне от 0 до 6 кВ и с выходной частотой в диапазоне от 0 до 600 Гц. Некоторые узлы 102 могут тестироваться специально на номинальной частоте сети, обычно 50 Гц или 60 Гц, в зависимости от места назначения доставки узла 102.

[0037] Кроме того, при функционировании электрический переменный ток передается от узла 102 преобразователя полной мощности к VFTD 208, посредством второго тестового соединения 128 и L_{hf} 130, причем L_{hf} 130 облегчает фильтрацию

высокочастотных гармонических искажений электрического переменного тока, передаваемого на силовой трансформатор 142. Силовой трансформатор 142 получает передаваемый отфильтрованный переменный ток с передаваемым и отфильтрованным напряжением переменного тока, понижает отфильтрованное переменное напряжение и повышает отфильтрованный переменный электрический ток, и передает переменный электрический ток с заранее заданным значением и заранее заданным напряжением переменного тока в узел высокочастотного инвертора 212. Узел инвертора 212 принимает переменный ток с напряжением переменного тока, передаваемым от силового трансформатора 142, и преобразует энергию переменного тока в заранее заданный постоянный ток с заранее заданным постоянным напряжением, имитируя заранее заданную нагрузку для узла 102. Преобразованная энергия постоянного тока путем рециркуляции передается в AFE 218 посредством линий 214 и 220 постоянного тока, причем емкостные устройства 216 и 222 способствуют сглаживанию передаваемого постоянного тока.

[0038] Использованный здесь термин "нагрузка" может включать, но не ограничивается перечисленным, фактическую нагрузку тестируемого узла преобразователя полной мощности, с электромеханическим устройством в виде нагрузки и/или с имитацией электромеханической нагрузки с помощью устройства-привода переменной частоты, оба варианта рассмотрены в настоящем описании.

[0039] Также при работе устройство 200 для тестирования узла преобразователя полной мощности рециркулирует электрическую мощность, как показано стрелками 270 рециркуляции мощности. По достижении устройством 200 для тестирования полной рабочей нагрузки электрическая мощность поступает из электрической сети 122. Почти вся электроэнергия рециркулирует в устройстве 200 для тестирования, в то время как по меньшей мере часть электроэнергии рассеивается как тепловая энергия. Почти ничего из рециркулирующей электроэнергии не передается обратно в электрическую сеть 122, однако электроэнергия подпитки передается в устройство 200 для тестирования из сети 122, при этом по меньшей мере часть электрической мощности, рассеиваемой в устройстве 200 для тестирования, восстанавливается посредством электрической сети

122. Кроме того, при работе, напряжения, токи и частоты контролируются посредством по меньшей мере некоторых ручных и по меньшей мере некоторых автоматизированных регулировок узла 102, VFTD 208, AFE 218 и устройства 204 регулировки напряжения, с использованием соответствующих устройств управления (не показаны). После
 5 завершения тестирования узел 102, VFTD 208, AFE 218 и устройство 204 регулировки напряжения регулируют для уменьшения количества рециркулирующей в них электроэнергии и для существенного уменьшения электроэнергии, передаваемой в устройство 200 для тестирования из электрической сети 122, до тех пор, пока выключатель 202 не будет разомкнут, и оставшаяся рециркулируемая мощность не
 10 рассеется в виде тепловой энергии.

[0040] В процессе работы устройство 200 для тестирования имитирует снабжение тестируемого силового преобразователя, то есть устройства 102, электроэнергией из сети. В частности, устройство 200 для тестирования силового преобразователя содержит линию 220 постоянного тока между источником переменного тока, то есть, узлом
 15 инвертора 212, и устройством обеспечения тестового переменного тока, то есть AFE 218, которое имитирует электрическую сеть 122. Таким образом, устройство 200 для тестирования силового преобразователя рециркулирует электроэнергию во внутреннем контуре, а не через второе соединение с электрической сетью, устраняя тем самым второе соединение с электрической сетью, то есть выходную секцию 174 и РОСС 170.
 20 Устройство 200 для тестирования силового преобразователя использует одно соединение с электрической сетью через выключатель 202, чтобы просто передать начальную мощность тестирования в устройство 200 для тестирования и пополнить электроэнергию, которая в нем рассеивается. Более того, поскольку устройство 200 для тестирования преобразователя мощности устраняет рециркуляцию электроэнергии обратно в сеть
 25 122, устройство 200 способствует снижению индуцированных электрических помех в сети 122, например, индуцированных гармоник.

[0041] Фиг.3 представляет собой схематическое изображение альтернативного устройства 300 для тестирования узлов преобразователей полной мощности. Устройство 300 для тестирования подобно устройству 200 для тестирования (показано на фиг.2) за
 30 исключением того, что устройство 300 для тестирования больше подходит для низкочастотного тестирования по сравнению с устройством 200 для тестирования, которое больше подходит для высокочастотного тестирования. В частности, устройство 300 для тестирования больше подходит для тестирования соответствующих узлов в диапазоне напряжения от 0 до 3 кВ и диапазоне частот от 0 Гц до 100 Гц, в то время
 35 как устройство 200 для тестирования больше подходит для тестирования соответствующих узлов в диапазоне напряжения от 0 до 6 кВ и диапазоне частот от 0 до 600 Гц.

[0042] В этом примере альтернативного варианта осуществления устройство 300 для тестирования содержит выключатель 302 электрической сети (показан в разомкнутом
 40 положении), связанный с электрической сетью 122. Устройство 300 для тестирования также включает силовой трансформатор 304, соединенный с выключателем 302 электрической сети. Устройство 300 для тестирования дополнительно содержит тестовый привод переменной частоты (VFTD) 306, соединенный с силовым трансформатором 304. VFTD 306 подобен приводу VFD 208 (показан на фиг.2) за исключением того, что
 45 VFTD 306 включает узел низкочастотного инвертора 308, в отличие от узла высокочастотного инвертора 212 (показан на фиг.2). В этом альтернативном варианте осуществления узел выпрямителя 210, линия 214 постоянного тока и емкостные устройства 216 по существу аналогичны соответствующим блокам устройства 200 для

тестирования.

[0043] Устройство 300 для тестирования также включает в себя AFE 218, связанный с линией 214 постоянного тока привода VFTD 306 посредством линии 220 постоянного тока и множества емкостных устройств 222. Устройство для тестирования
5 дополнительно содержит силовой трансформатор 310, связанный с AFE 218. Силовой трансформатор 310, AFE 218, линия 220 постоянного тока и емкостные устройства 222 по существу аналогичны соответствующим блокам устройства 200 для тестирования.

[0044] Узел 312 преобразователя полной мощности устанавливается в устройстве 300 для тестирования и соединяется с ним посредством первого тестового соединения
10 126 и второго тестового соединения 128. В этом альтернативном варианте осуществления узел 312 подобен узлу 102 (показан на фиг.2) за исключением того, что узел 312 содержит узел низкочастотного инвертора 314, в отличие от узла высокочастотного инвертора 106 (показан на фиг.2). В этом альтернативном варианте осуществления узел выпрямителя 104, линия 108 постоянного тока и емкостные устройства 110 по существу
15 аналогичны соответствующим блокам устройства 200 для тестирования. Узел 312 соединен с VFTD 306 посредством низкочастотного индуктивного соединительного устройства 316 L_{lf} .

[0045] Устройство 300 для тестирования отличается от устройства 200 для тестирования тем, что в нем отсутствует опциональный узел LPF 224, устройство 204
20 регулировки напряжения, силовой трансформатор 112 и силовой трансформатор 142. Работа устройства 300 для тестирования подобна работе устройства 200 для тестирования. Альтернативно, некоторые варианты осуществления устройства 300 для тестирования могут содержать опциональный узел LPF, подобный узлу LPF 224 (показан на фиг.2). Кроме того, альтернативно некоторые варианты осуществления устройства
25 300 для тестирования могут содержать устройство регулировки напряжения, подобное устройству 204 регулировки напряжения (показано на фиг.2).

[0046] Фиг.4 представляет собой схематическое изображение другого альтернативного устройства 400 для тестирования для узлов преобразователей полной мощности. Устройство 400 является по существу аналогичным устройству 300 для тестирования
30 (показано на фиг.3) за исключением того, что устройство 400 для тестирования содержит низкочастотное индуктивное соединительное устройство 402 L_{lf} и узел низкочастотного инвертора 404, которые образуют виртуальную машину 406. Виртуальная машина 406 управляется и регулируется для имитации нагрузки узла 312 преобразователя полной мощности. Альтернативно, некоторые варианты осуществления устройства 400 для
35 тестирования могут содержать опциональный узел LPF, подобный узлу LPF 224 (показано на фиг.2). Кроме того, альтернативно некоторые варианты осуществления устройства 400 для тестирования могут содержать устройство регулировки напряжения, подобное устройству 204 регулировки напряжения (показано на фиг.2).

[0047] Фиг.5 представляет собой схематическое изображение еще одного
40 альтернативного устройства 500 для тестирования для узлов преобразователей полной мощности. Устройство 500 является по существу аналогичным устройству 400 (показано на фиг.4) за исключением того, что устройство 500 не включает низкочастотное индуктивное соединительное устройство 402 L_{lf} и узел низкочастотного инвертора 404
45 для определения виртуальной машины 406 (все показано на фиг.4). Вместо этого устройство 500 включает машину 502, которая в этом альтернативном варианте осуществления является двигателем-генератором. Машина 502 включает в себя двигатель 504, соединенный вращательно с генератором 506 через вал 508. Машина

502 управляется и регулируется для создания нагрузки узлу 312 преобразователя полной мощности. Альтернативно некоторые варианты осуществления устройства 500 для тестирования могут содержать опциональный узел LPF, подобный узлу LPF 224 (показан на фиг.2). Кроме того, альтернативно некоторые варианты осуществления устройства 500 для тестирования могут содержать устройство регулировки напряжения, подобное устройству 204 регулировки напряжения (показано на фиг.2).

[0048] Альтернативные варианты осуществления устройств 200, 300, 400 и 500 для тестирования для узлов преобразователей полной мощности (показаны на фиг.2, 3, 4 и 5, соответственно) модифицированы для тестирования регенеративных преобразователей полной мощности (не показаны). Такие регенеративные преобразователи полной мощности содержат активный интерфейс, подобный AFE 218 (показан на фиг.2, 3, 4 и 5) вместо выпрямителя 104 (показан на фиг.2, 3, 4 и 5). Потоки мощности 250, 260, и 270 (все показаны на фиг.2, 3, 4 и 5) могут быть затем переданы в обоих направлениях. Такой регенеративный преобразователь полной мощности может быть использован для тестирования тормозящей работы промышленных цепочек приводов и преобразователей, использующихся для возобновляемых источников энергии, например, ветровых турбин.

[0049] Фиг.6 представляет собой блок-схему, иллюстрирующую пример способа 600, который может быть использован при сборке устройства 200 для тестирования для узлов преобразователей полной мощности (показан на фиг.2). В этом примере осуществления устройство для подачи электроэнергии, то есть выключатель 202, устройство 204 регулировки напряжения и силовой трансформатор 206 (все показаны на фиг.2), соединяют (602) с электрической сетью 122. Устройство для генерирования постоянного тока, то есть узел выпрямителя 210 (показан на фиг.2), соединяют (604) с устройством для подачи электроэнергии, то есть силовым трансформатором 206. Устройство для имитирования электрической сети, то есть AFE 218 (показано на фиг.2), соединяют (606) с узлом выпрямителя 210. Тестовое соединение 126 (показано на фиг.2) узла преобразователя полной мощности соединяют (608) с AFE 218.

[0050] Фиг.7 представляет собой блок-схему, иллюстрирующую пример способа 700, который может быть использован при тестировании узла 102 преобразователя полной мощности (показан на фиг.2) с использованием устройства 200 для тестирования (показано на фиг.2). В этом примере осуществления узел 102 преобразователя полной мощности соединяют (702) с тестовыми соединениями 126 и 128 источника электроэнергии (оба показаны на фиг.2). Узел 102 преобразователя полной мощности соединяют (704) с тестовой нагрузкой, то есть с VFTD 208 (показан на фиг.2). Тестовое соединение 126 источника электроэнергии соединяют (706) с линией 220 постоянного тока (показана на фиг.2). Электроэнергия рециркулирует (708) от VFTD 208 к узлу 102 преобразователя полной мощности.

[0051] Описанное выше устройство для тестирования силовых преобразователей обеспечивает эффективный по стоимости и надежный способ повышения эффективности и производительности устройства для тестирования силовых преобразователей во время операций тестирования. Конкретно, устройство для тестирования силового преобразователя обеспечивает увеличение эффективности операций тестирования, что обеспечивается использованием линии постоянного тока между источником переменного тока и устройством тестового источника переменного тока, которое имитирует сетевой источник электроэнергии для тестируемого устройства. В частности, устройство для тестирования силового преобразователя рециркулирует электроэнергию во внутреннем контуре, а не через второе соединение с электрической сетью, устраняя тем самым

второе соединение с электрической сетью. Кроме того, в частности, устройство для тестирования силового преобразователя использует единственное соединение с электрической сетью, чтобы просто передавать начальную мощность для тестирования и пополнять электроэнергию, которая рассеивается в контуре рециркуляции электроэнергии. Таким образом, использование единственного соединения с электрической сетью просто в качестве начального и пополняющего источника мощности способствует сокращению размеров устройств для передачи электроэнергии, например, электрических силовых трансформаторов и выключателей цепей изоляции электрической сети, размеры которых в противном случае были бы велики. Также использование единственного соединения с электрической сетью способствует сокращению числа таких электрических силовых трансформаторов и выключателей цепей изоляции электрической сети. Более того, поскольку устройство для тестирования силовых преобразователей устраняет рециркуляцию электроэнергии обратно в электрическую сеть, такое устройство обеспечивает снижение индуцированных электрических помех, например, индуцированных гармоник, в электрической сети способствуя тем самым сокращению размера и количества фильтрующего оборудования, взаимодействующего с электрической сетью и устройством для тестирования. Кроме того, поскольку такое устройство по существу изолировано от электрической сети, это облегчает тестирование силовых преобразователей с использованием диапазона частот, напряжений и коэффициентов мощности.

[0052] Выше подробно описаны примеры осуществления систем и способов тестирования для узла преобразователя полной мощности. Эти системы и способы не ограничиваются конкретными вариантами осуществления, описанными здесь, напротив, компоненты систем и/или этапы этого способа могут быть использованы независимо и отдельно от других компонентов и/или этапов, описанных здесь. Например, системы и способы могут быть также использованы в комбинации с другими электрическими системами и способами, и не ограничиваются только применением в устройстве для тестирования силового преобразователя, как было описано. Напротив, указанный пример осуществления может быть реализован и использован в соединении с многими другими электрическими системами и тестовыми применениями.

[0053] Хотя конкретные признаки различных вариантов осуществления данного изобретения могут быть показаны на некоторых чертежах, и не показаны на других, это сделано только для удобства. Более того, ссылки на "один вариант осуществления" в приведенном выше описании не исключают существование дополнительных вариантов осуществления, которые также содержат описанные признаки. В соответствии с принципами данного изобретения, любой признак, приведенный на чертеже, может быть соотнесен и/или сформулирован в сочетании с любым признаком любых других чертежей.

[0054] Это описание использует примеры для раскрытия сущности изобретения, включая наилучший вариант, а также для предоставления любому специалисту в данной области техники возможности применить на практике данное изобретение, в том числе создать и использовать любые устройства или системы, и осуществить любые описанные способы. Объем данного изобретения определяется формулой изобретения и может содержать другие примеры, которые могут предложить специалисты в данной области техники. Такие другие примеры будут находиться в рамках-формулы изобретения, если они имеют структурные элементы, которые не отличаются от буквального языка данной формулы изобретения, или если они содержат эквивалентные структурные элементы с несущественными отличиями от буквального языка данной формулы изобретения.

СПИСОК ОБОЗНАЧЕНИЙ	
100	Известное устройство для тестирования узла преобразователя полной мощности
102	Узел преобразователя полной мощности
104	Узел выпрямителя
106	Узел высокочастотного инвертора
108	Линия постоянного тока (DC)
110	Емкостные устройства
112	Силовой трансформатор
120	Силовой трансформатор
122	Электрическая сеть
124	Выключатель
126	Первое тестовое соединение
128	Второе тестовое соединение
130	Высокочастотное индуктивное соединительное устройство (L_{hf})
132	Привод переменной частоты (VFD)
136	Узел высокочастотного инвертора
138	Линия постоянного тока (DC)
140	Емкостные устройства
142	Силовой трансформатор
150	Активный интерфейс (AFE)
152	Линия постоянного тока (DC)
154	Емкостные устройства
156	Силовой трансформатор
158	Выключатель
160	Индуктивно-емкостное фильтрующее устройство
170	Общая точка соединения
172	Входная секция
174	Выходная секция
180	Стрелка направления тока
190	Стрелка, показывающая рециркуляцию мощности
200	Пример устройства для тестирования узла преобразователя полной мощности
202	Сетевой выключатель
204	Устройство регулировки напряжения
206	Силовой трансформатор
208	Тестовый привод переменной частоты (VFTD)
210	Узел выпрямителя
212	Узел высокочастотного инвертора
214	Линия постоянного тока (DC)
216	Емкостные устройства
218	Активный интерфейс (AFE)
220	Линия постоянного тока (DC)
222	Емкостные устройства
224	Узел фильтра нижних частот (LPF)
230	Стрелка, показывающая направление мощности
240	Стрелка, показывающая направление мощности
250	Стрелка, показывающая направление мощности
260	Стрелка, показывающая направление мощности
270	Стрелка, показывающая рециркуляцию мощности
300	Альтернативное устройство для тестирования узла преобразователя полной мощности
302	Сетевой выключатель
304	Силовой трансформатор
306	тестовый привод переменной частоты (VFTD)
308	Узел низкочастотного инвертора
310	Силовой трансформатор
312	Узел преобразователя полной мощности
314	Узел низкочастотного инвертора
316	Низкочастотное индуктивное соединительное устройство (L_{lf})

400	Альтернативное устройство для тестирования узла преобразователя полной мощности
402	Низкочастотное индуктивное соединительное устройство L_{lf}
404	Узел низкочастотного инвертора
406	Виртуальная машина
500	Альтернативное устройство для тестирования узла преобразователя полной мощности
502	Машина
504	Двигатель
506	Генератор
508	Вал
600	Способ
700	Способ

Формула изобретения

1. Устройство (200/300/400/500) для тестирования узла (102) преобразователя полной мощности, содержащее:

устройство (202/204) для подачи электроэнергии от электрической сети;
выпрямитель (210), соединенный с указанным устройством для подачи электроэнергии от электрической сети;

устройство (218/224) для имитирования электрической сети, соединенное с указанным выпрямителем (210);

устройство (208) привода переменной частоты, соединенное с указанным выпрямителем, для обеспечения имитируемой машинной нагрузки и
тестовое соединение (126/128) для подключения узла преобразователя полной мощности, соединенное с указанным устройством для имитирования электрической сети.

2. Устройство по п. 1, в котором указанное устройство (202/204) для подачи электроэнергии от электрической сети содержит трансформатор (204) с переменным коэффициентом трансформации.

3. Устройство по п. 1, в котором с указанным выпрямителем (210) связана линия (214) постоянного тока.

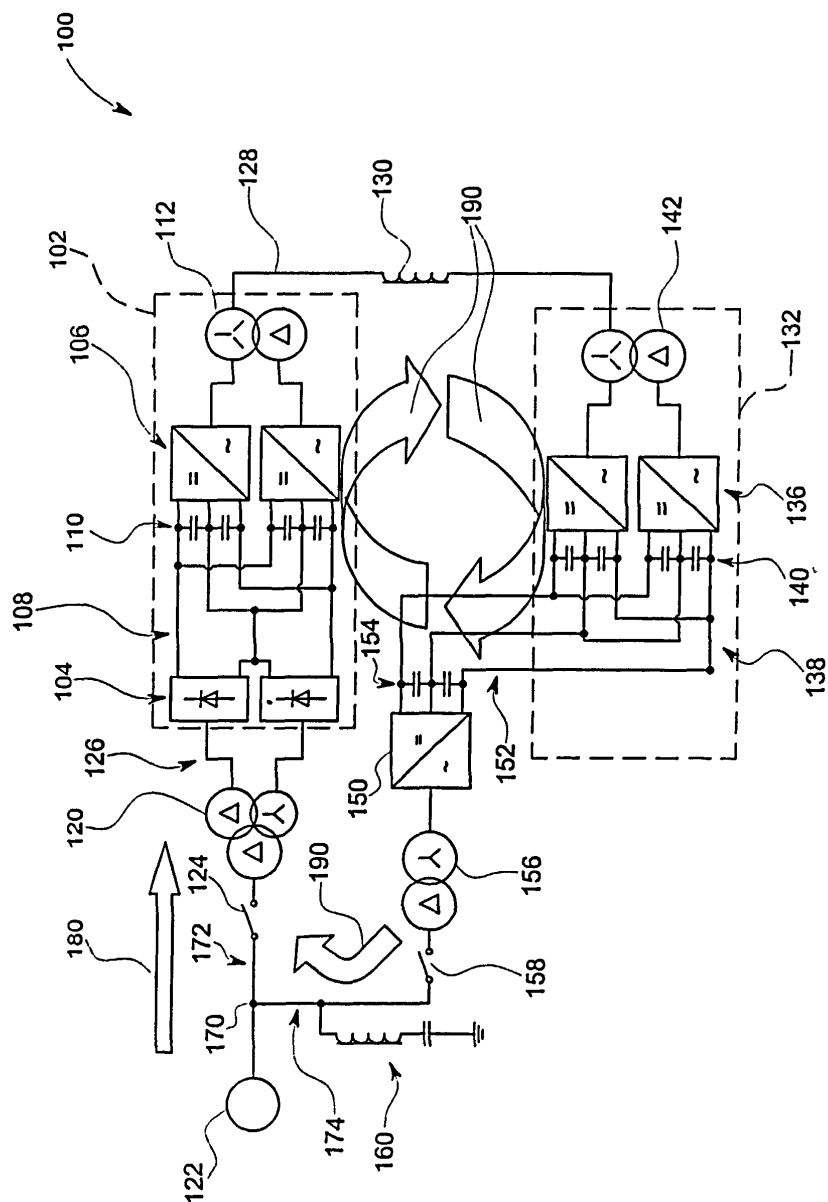
4. Устройство по п. 1, в котором указанное устройство (218/224) для имитирования электрической сети содержит устройство (218) для управления частотой активного интерфейса.

5. Устройство по п. 1, в котором указанное устройство (218/224) для имитирования электрической сети содержит фильтр (224) нижних частот (224).

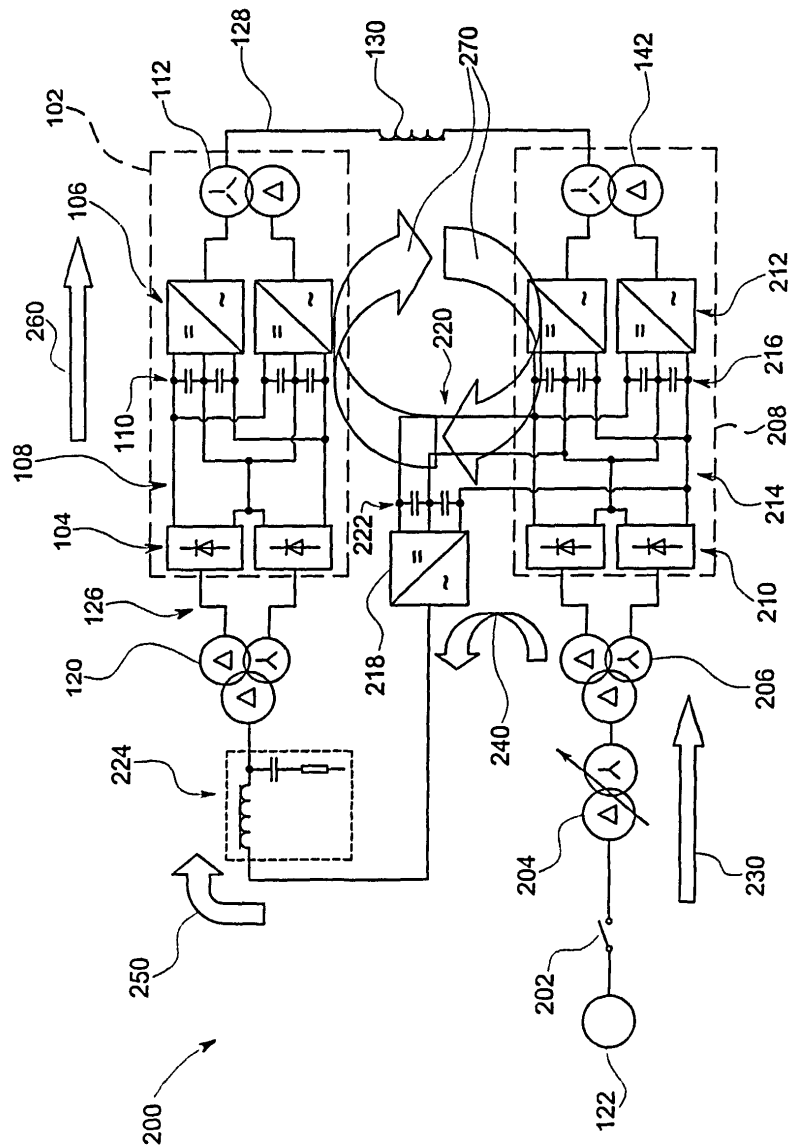
6. Устройство по п. 1, также содержащее по меньшей мере одно из следующего:
высокочастотное индуктивное соединительное устройство (130);
низкочастотное индуктивное соединительное устройство (316/402); и
узел (502) двигателя-генератора.

Способ и устройство для тестирования силовых электрических устройств

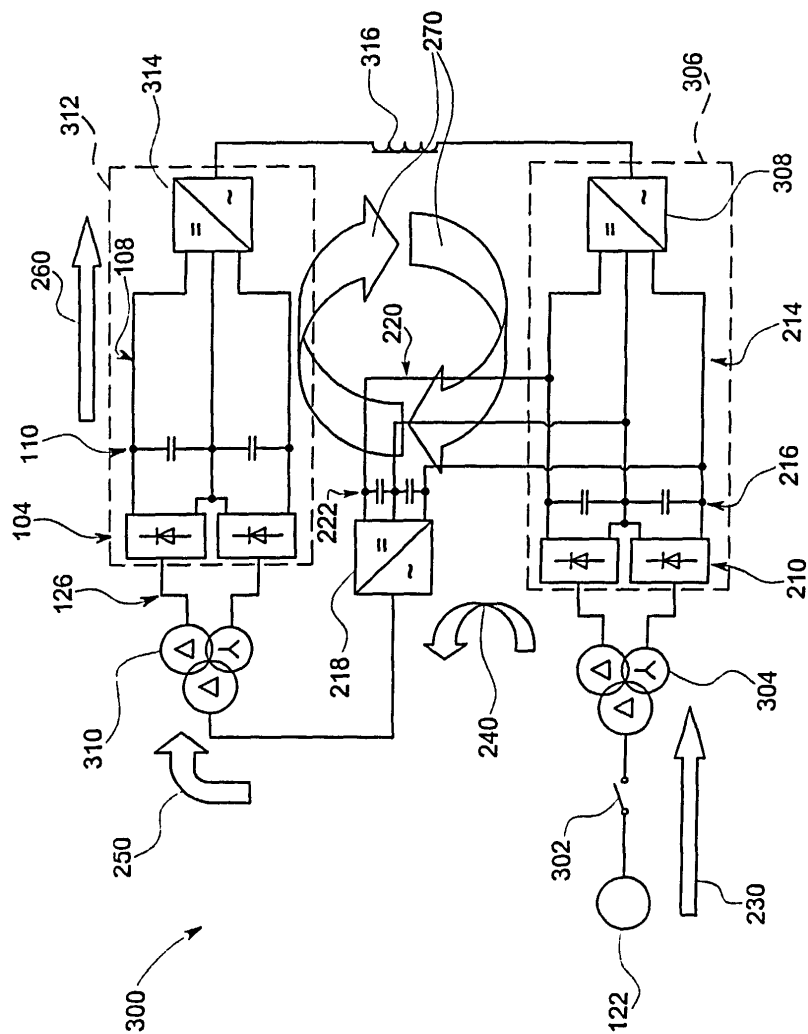
1/7



Фиг. 1



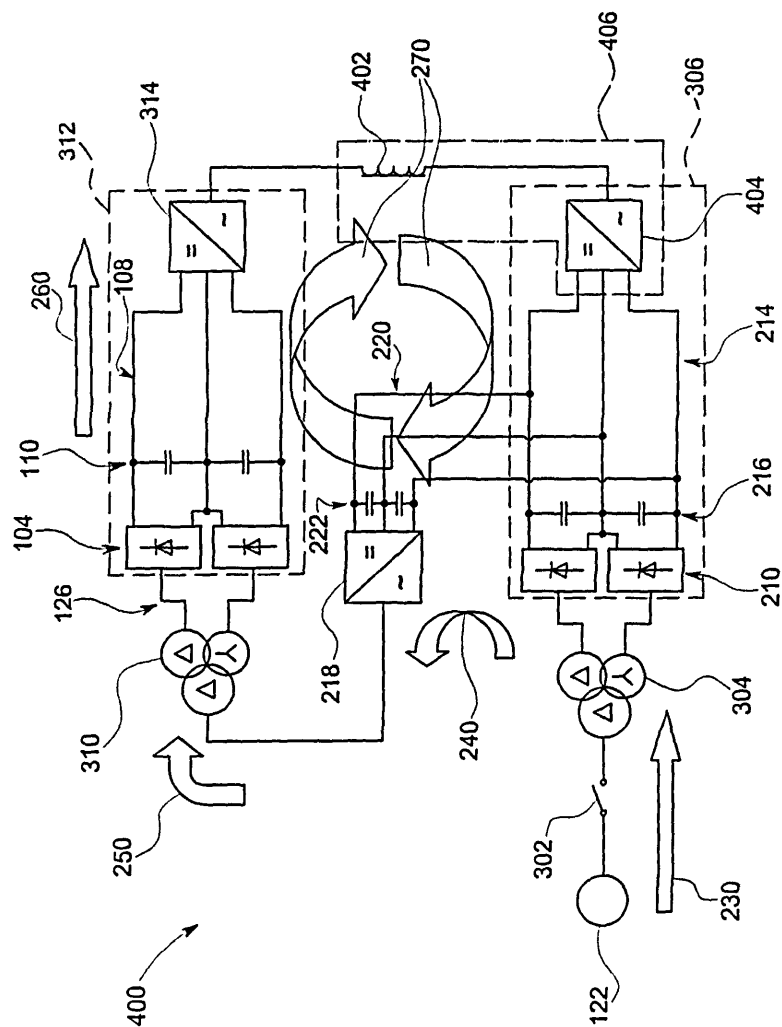
Фиг.2



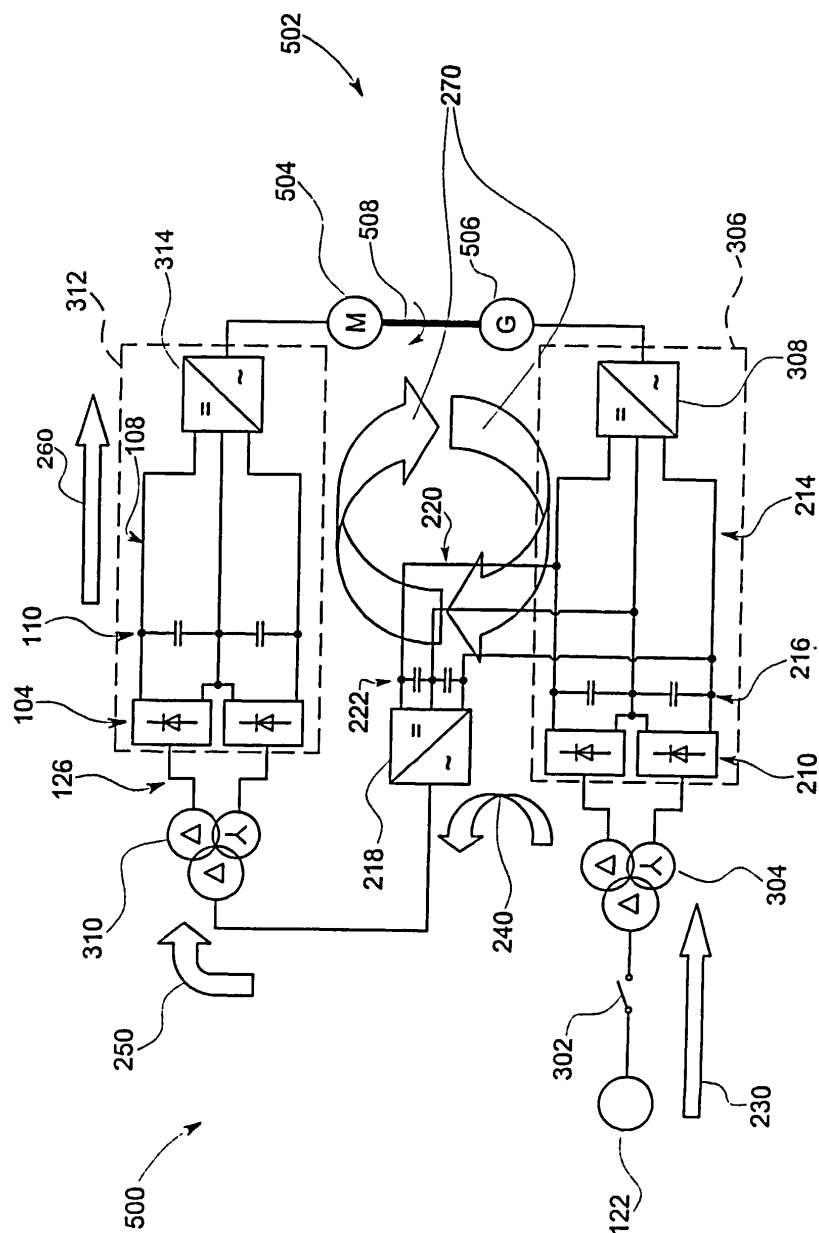
Фиг.3

Способ и устройство для тестирования силовых электрических устройств

4/7



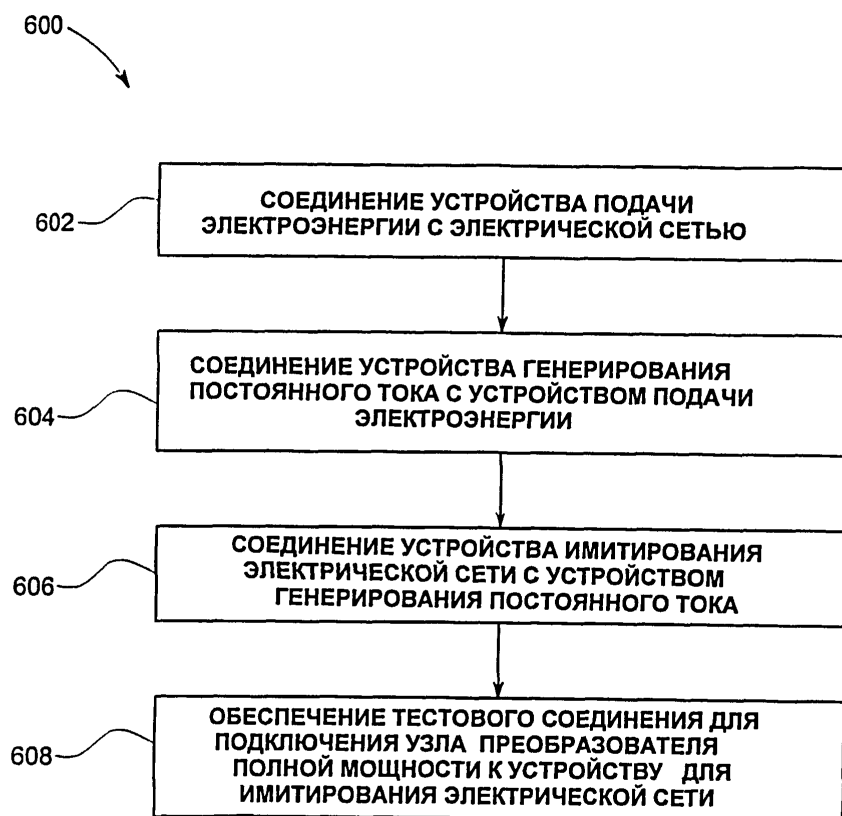
Фиг.4



Фиг. 5

Способ и устройство для тестирования силовых
электрических устройств

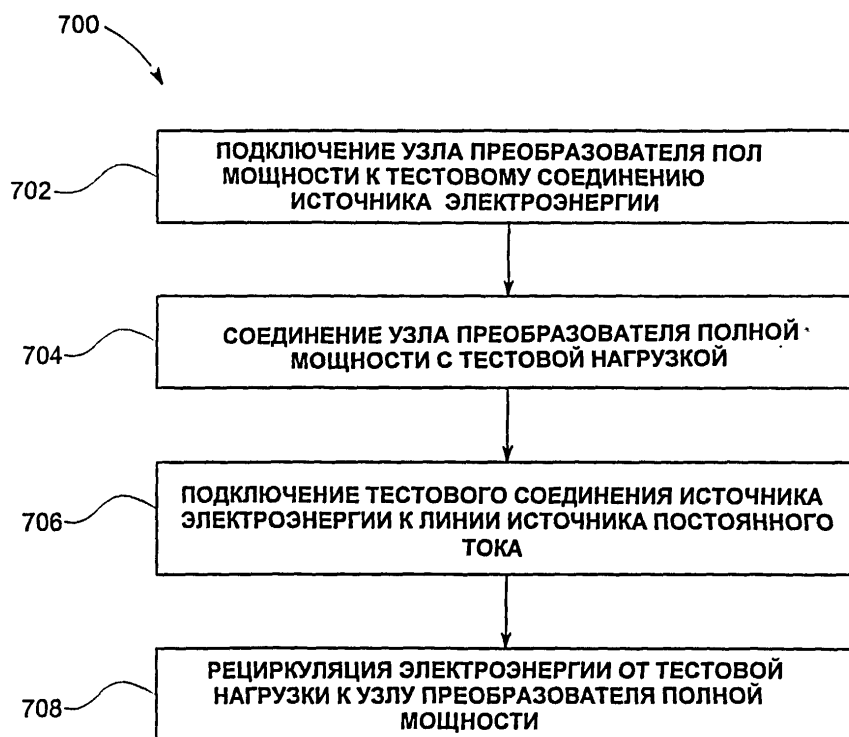
6/7



Фиг.6

Способ и устройство для тестирования силовых
электрических устройств

7/7



Фиг.7