

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 181087

УСТРОЙСТВО ДИАГНОСТИКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ ЧАСТОТЫ

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет" (RU)*

Авторы: *Жуковский Юрий Леонидович (RU), Васильев Богдан Юрьевич (RU), Королёв Николай Александрович (RU)*

Заявка № 2017136959

Приоритет полезной модели 19 октября 2017 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре полезных

моделей Российской Федерации 04 июля 2018 г.

Срок действия исключительного права

на полезную модель истекает 19 октября 2027 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G01R 31/34 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2017136959, 19.10.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
19.10.2017

Дата регистрации:
04.07.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 19.10.2017

(45) Опубликовано: 04.07.2018 Бюл. № 19

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
ФГБОУ высшего образования "Санкт-
Петербургский горный университет", отдел
интеллектуальной собственности и трансфера
технологий (отдел ИС и ТТ)

(72) Автор(ы):

Жуковский Юрий Леонидович (RU),
Васильев Богдан Юрьевич (RU),
Королёв Николай Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете

о поиске: RU 2155328 C1, 27.08.2000. RU
125718 U1, 10.03.2013. RU 2348050 C1,
27.02.2009. CN 201575925 U, 08.09.2010.

(54) УСТРОЙСТВО ДИАГНОСТИКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ ЧАСТОТЫ

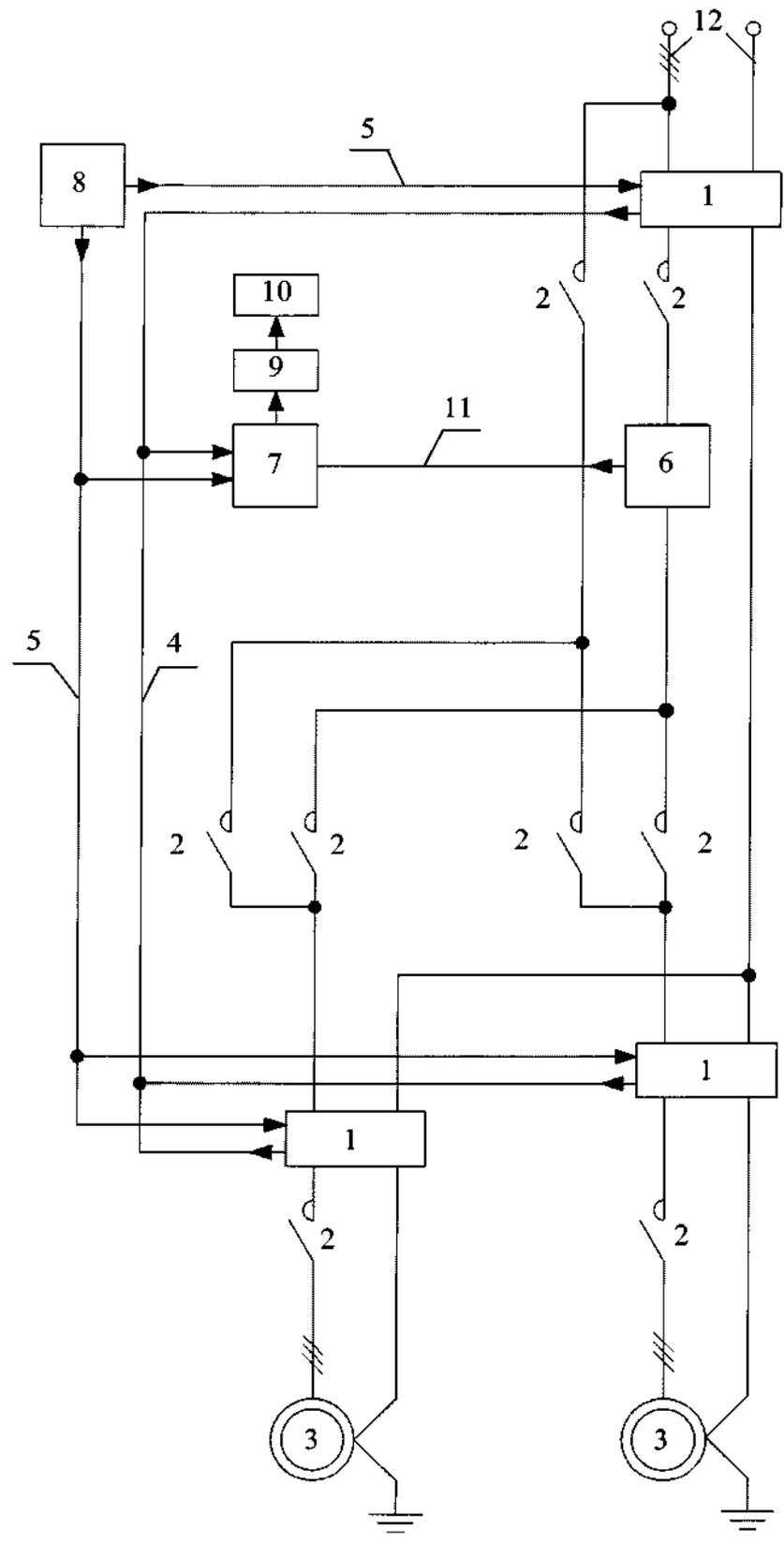
(57) Реферат:

Полезная модель относится к области
диагностики электрооборудования. Устройство
содержит шину сигналов, микроконтроллерный
блок, блок питания, шину питания, блоки
измерений, подключенные к электрической линии
с коммутационными аппаратами, питающей

двигатели переменного тока, при этом блок
измерений состоит из датчиков тока и
напряжения. Технический результат заключается
в повышении точности и достоверности оценки
технического состояния каждого отдельного из
двигателей переменного тока в группе. 1 ил.

RU 181087 U1

RU 181087 U1



Фиг. 1

Полезная модель относится к области диагностики электрооборудования и позволяет производить оценку технического состояния отдельного двигателя переменного тока в группе, регулируемых с помощью преобразователя частоты, путем регистрации электрических параметров на входе преобразователя частоты, позволяющей 5 контролировать состояние питающей сети, и входах электродвигателей, отображающей техническое состояние электродвигателя, и дальнейшего сравнения и анализа диагностических параметров при управлении с помощью преобразователя частоты и при переключении электродвигателя на трехфазную сеть на определенный период.

Известно устройство диагностики технического состояния электромеханических систем с электроприводом переменного тока (патент РФ № 144352, опубл. 20.08.2014), состоящее из блока управления электродвигателем, машинного агрегата, датчика тока и напряжения, преобразователя, компьютера и дополнительных датчиков температуры, шума, вибрации и частоты вращения двигателя, и аппаратуры синхронизации.

Устройство формирует групповой сигнал контроля технического состояния 15 электромеханической системы путем непрерывной передачи измерительной информации и временной привязки измеряемого параметра в устройстве синхронизации.

Недостатком данного устройства является то, что оценка технического состояния представлена в бинарной форме записи, состоящей из нулей и единиц с последующим кодом, что усложняет обработку данных и не позволяет производить анализ отдельных 20 параметров с учетом оценки вероятности возникновения дефектов и последующего допуска к эксплуатации. Отсутствие обработки внешних данных и параметров технологического процесса снижает точность оценки технического состояния

Известно устройство диагностики электродвигателей (патент РФ № 145003, опубл. 10.09.2014), согласно которому производится непрерывная диагностика 25 электродвигателей с помощью внешних датчиков вибрации, установленных на корпусе ЭД, измеряются в течение заданного интервала времени значения вибрационного сигнала по трем направлениям (горизонтальное, вертикальное и осевое) с последующим прохождением его через аналого-цифровой преобразователь, поступающего на персональный компьютер, где осуществляется запись сигнала на постоянное 30 запоминающее устройство с дальнейшей обработкой, включающей быстрое преобразование Фурье с взвешиванием спектральных полос по отдельным информативным частотам.

Недостатками устройства является то, что оно не применимо к регулируемому электроприводу, имеет низкую точность в оценке электрических дефектов, не позволяет 35 контролировать качество питающего напряжения, создающего дополнительные составляющие в спектре вибраций.

Известно устройство диагностики электродвигателей переменного тока (патент РФ № 121086, опубл. 10.10.2012), состоящее из трех датчиков тока подключенных к фазам питания асинхронного двигателя, выходы которых подключены к блоку вычисления 40 результирующего модуля тока, к которому последовательно подключены блок вейвлет преобразования, блок интегральной оценки и блок сравнения, который связан или с дисплеем или ЭВМ. По данным сигналов тока каждой фазы рассчитывается результирующий модуль тока, который затем преобразуется в вейвлет с разложением на высокочастотные и низкочастотные вейвлет-коэффициенты с их дальнейшей 45 интегральной оценкой и сравнением текущего выходного сигнала блока интегральной оценки с определенными и записанными эталонными значениями в блоке пороговых значений.

Недостатками устройства является то, что не учитывается переменный характер

нагрузки электродвигателя, оказывающий влияние на амплитуду обобщенного вектора тока, гармонический состав питающего напряжения, наблюдаемый при питании электродвигателя от статического силового преобразователя. Также устройство практически не применимо для регулируемого электродвигателя, так как не учитывает изменение режимов при регулировании выходной координаты (положения, скорости, момента) электропривода и не учитывает влияние дефектов механической части агрегата на электрические параметры электродвигателя и наоборот.

Известно устройство диагностики асинхронных электродвигателей (патент РФ № , опубл. 27.10.2014), содержащее блок датчиков тока, блок датчиков напряжения, блок датчиков температуры изоляции обмотки статора и блок датчиков температуры подшипников, при этом выходы датчиков тока и напряжения подключены через блоки аналого-цифровых преобразователей к блоку прямого преобразования Фурье, к выходу блока прямого преобразования Фурье подключен блок нейронной сети, а также к ней подключены выходы датчиков температуры изоляции обмотки статора электродвигателя и датчиков температуры подшипников, выход блока нейронной сети подключен к блоку связи, взаимодействующим с блоком отображения информации и блоком хранения информации.

Недостаток устройства является то, что оно не применимо для регулируемого электродвигателя, так как не учитывает изменение режимов при регулировании выходной координаты (положения, скорости, момента) электропривода.

Известно устройство контроля состояния асинхронного электродвигателя (патент РФ № 126844, опубл. 10.04.2013), принятое за прототип, включающее электрическую линию, блок измерений, шину сигналов, микроконтроллерный блок, блок управления, жидкокристаллический индикатор, блок накопления, блок питания, шину питания, блоки оптической развязки, коммутационные аппараты, электроустановки, позволяет измерять мгновенное значение фазных напряжений при помощи трех делителей напряжения, включенных на фазные напряжения, далее определяет амплитуду высших гармонических составляющих, позже оцифровывает при помощи встроенного в него микроконтроллерного блока, также при коммутации электроустановок на входы блоков оптической развязки поступает электрический ток, сигнализирующий о включении и выключении электроустановки.

Недостаток устройства является то, что в качестве измерительного блока используются делители напряжения, с помощью которого отслеживают только амплитуду гармонических составляющих, что ограничивает количество диагностируемых параметров и дефектов не позволяя обеспечить высокую точность оценки технического состояния двигателей переменного тока, а также не целесообразное применение оптической развязки для регистрации коммутации электродвигателей.

Техническим результатом является повышение точности и достоверности оценки технического состояния каждого отдельного из двигателей переменного тока в группе, регулируемой при помощи одного статического преобразователя частоты, за счет анализа и сравнения электрических параметров при регулируемом и нерегулируемом режимах работы двигателей переменного тока.

Технический результат достигается тем, что дополнительно в электрическую линию через коммутационный аппарат включен блок измерений, состоящий из датчиков тока и напряжения, на входе статического преобразователя частоты, подключенного к электрической линии и выходы которого соединены с двумя или более двигателями переменного тока, а также параллельно статическому преобразователю частоты и блоку измерений на его входе через группу коммутационных аппаратов двигателя

переменного тока подключены напрямую к электрической линии и плату сбора данных, на вход которой подключен микроконтроллерный блок, соединенный каналом задания со статическим преобразователем частоты, а выход платы сбора данных соединен с портативным компьютером.

5 Устройство диагностики двигателей переменного тока с преобразователем частоты поясняется следующей фигурой:

фиг. 1 - структурная схема устройства диагностики двигателей переменного тока с частотным регулированием, где:

- 1 - блок измерений;
- 10 2 - коммутационный аппарат;
- 3 - двигатель переменного тока;
- 4 - шина сигналов;
- 5 - шина питания;
- 6 - статический преобразователь частоты;
- 15 7 - микроконтроллерный блок;
- 8 - блок питания;
- 9 - плата сбора данных;
- 10 - портативный компьютер;
- 11 - каналы задания;
- 20 12 - электрическая линия.

Устройство диагностики двигателей переменного тока с преобразователем частоты (фиг. 1) содержит блоки измерений 1, состоящие из датчиков тока и напряжения, подключенные к электрической линии 12, выходы которых посредством шины сигнала 4 подключены на вход микроконтроллерного блока 7, на вход которого также
25 подключен канал задания 11 от статического преобразователя частоты 6, при этом выход микроконтроллерного блока 7 подключен к плате сбора данных 9, выход которой соединен с портативным компьютером 10, питание микроконтроллерного блока 7 и
блоков измерений 1 осуществляется от блока питания 8 по средствам шины питания 5, при этом один из блоков измерений 1 установлен на входе статического
30 преобразователя частоты 6, а оставшиеся установлены на входах двух (и более) двигателей переменного тока 3, подключенных к статическому преобразователю частоты 6. Кроме этого, параллельно статическому преобразователю частоты 6 и блоку измерений 1 на его входе, двигатели переменного тока 3 через группу коммутационных аппаратов 2 подключены непосредственно к электрической линии 12.

35 Устройство работает следующим образом. В нормальном режиме работы статический преобразователь частоты 7 подключен электрической линии 12 и регулирует частоту вращения одного из группы двигателей переменного тока 3 в соответствии с технологическим процессом, когда остальные двигатели переменного тока 3 из группы работают от электрической линии 12. При таком режиме работы блоки измерений 1
40 на входах регулируемого и нерегулируемого двигателей переменного тока 3 регистрируют значения токов и напряжений в каждой фазе, и соответственно блок измерений 1 на вход статического преобразователя 6 регистрирует параметры электрической линии 12, с дальнейшей передачей данных с блоков измерений 1 по средствам шины сигналов 5 на микроконтроллерный блок 7, на который также
45 поступает сигнал задания статического преобразователя частоты 6 посредством канала задания 11. Далее из зарегистрированных параметров блоков измерений 1, питающихся от блока питания 8 через шину питания 5, и сигнала задания статического преобразователем частоты 6, предварительно обрабатываемых в микроконтроллерном

блоке 7, на плате сбора данных 9 формируется ретроспективная трехуровневая база данных технического состояния электрооборудования с привязкой по времени, состоящая из уровня параметров нерегулируемых двигателей переменного тока 3, уровня параметров регулируемого двигателя переменного тока 3, уровня параметров сигнала задания статическим преобразователем частоты 6 и коммутации двигателей переменного тока 3, с дальнейшей программной обработкой на портативном компьютере 10. Повышение точности и достоверности оценки технического состояния двигателя переменного тока 3 регулируемого при помощи статического преобразователя частоты 6, формирующего кривую выходного напряжения, достигается при создании переключений двигателя переменного тока 3 от статического преобразователя частоты 6 к электрической линии 12, на определенный период для записи фактических входных параметров двигателя переменного тока 3, и обратно, в условиях номинальной нагрузки при помощи двух групп коммутационных аппаратов 2.

Результатом программной обработки является определение вероятности наступления дефекта двигателя переменного тока при условии имеющейся базы ретроспективных данных при требованиях к относительной погрешности менее 5% ($p \geq 95\%$), который можно представить как функция (1):

$$P = F(t, \Delta t, n, P_i(t), P_i(t - \Delta t), \dots, P_{im}(m_i), P_i(t - n\Delta t), \dots, P_{ih}(h_i), P_{ih}(t - n\Delta t)), \quad (1)$$

где P_i - общая вероятности дефекта;

t - текущий момент времени;

Δt - интервал времени между измерениями;

n - количество измеряемых параметров;

$P_{im}(m_i)$, $P_{ih}(h_i)$ - значения вероятностей дефекта, по параметрам регулируемого и нерегулируемого двигателя переменного тока.

На основании полученных значений вероятности возникновения дефекта двигателя переменного тока принимаются решения о сроках проведения ремонта, дальнейшем сверхнормативном сроке работе агрегата или его остановке, с целью проведения углубленной диагностики.

(57) Формула полезной модели

Устройство диагностики двигателей переменного тока с преобразователем частоты, включающее блоки измерений, подключенные к электрической линии с коммутационными аппаратами, питающей двигателя переменного тока, шину сигналов, микроконтроллерный блок, блок питания, шину питания, причем электрическая линия соединяется входами с блоком измерений, причем один выход блока измерений соединен с входами коммутационных аппаратов, выходы которых подключены к двигателям переменного тока, а выход шины сигнала блока измерений соединяется входом микроконтроллерного блока, а его питание осуществляется через шину питания от блока питания, отличающееся тем, что дополнительно в электрическую линию через коммутационный аппарат включен блок измерений, состоящий из датчиков тока и напряжения, на входе статического преобразователя частоты, подключенного к электрической линии и выходы которого соединены с двумя или более двигателями переменного тока, а также параллельно статическому преобразователю частоты и блоку измерений на его входе через группу коммутационных аппаратов двигателя переменного тока подключены напрямую к электрической линии и плату сбора данных, на вход которой подключен микроконтроллерный блок, соединенный каналом задания со статическим преобразователем частоты, а выход платы сбора данных соединен с

портативным компьютером.

5

10

15

20

25

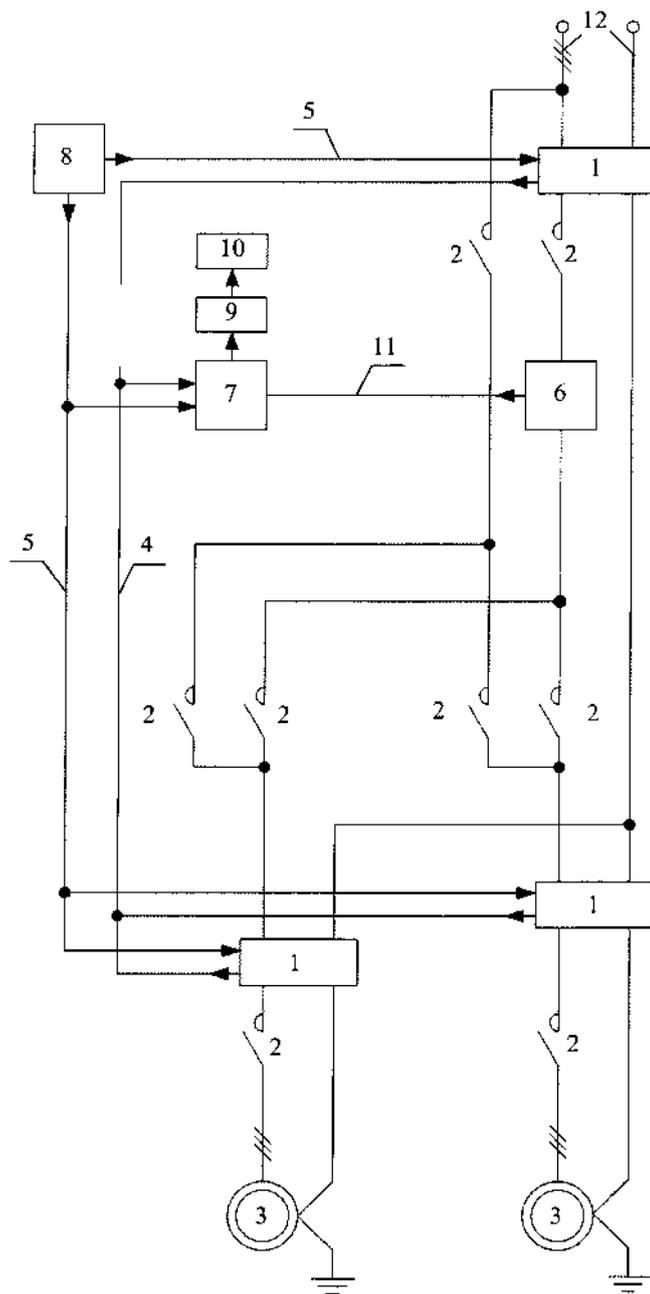
30

35

40

45

**УСТРОЙСТВО ДИАГНОСТИКИ
ДВИГАТЕЛЕЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА
С ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ ЧАСТОТЫ**



Фиг. 1