



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014107380/28, 26.02.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
26.02.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 26.02.2014

(45) Опубликовано: 20.06.2014 Бюл. № 17

Адрес для переписки:

450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1, Уфимский  
государственный нефтяной технический  
университет, патентный отдел

(72) Автор(ы):

Баширов Мусса Гумерович (RU),  
Прахов Иван Викторович (RU),  
Самородов Алексей Викторович (RU),  
Абдуллин Айдар Амирович (RU),  
Баширова Эльмира Муссаевна (RU),  
Миронова Ирина Сергеевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования "Уфимский  
государственный нефтяной технический  
университет" (RU)

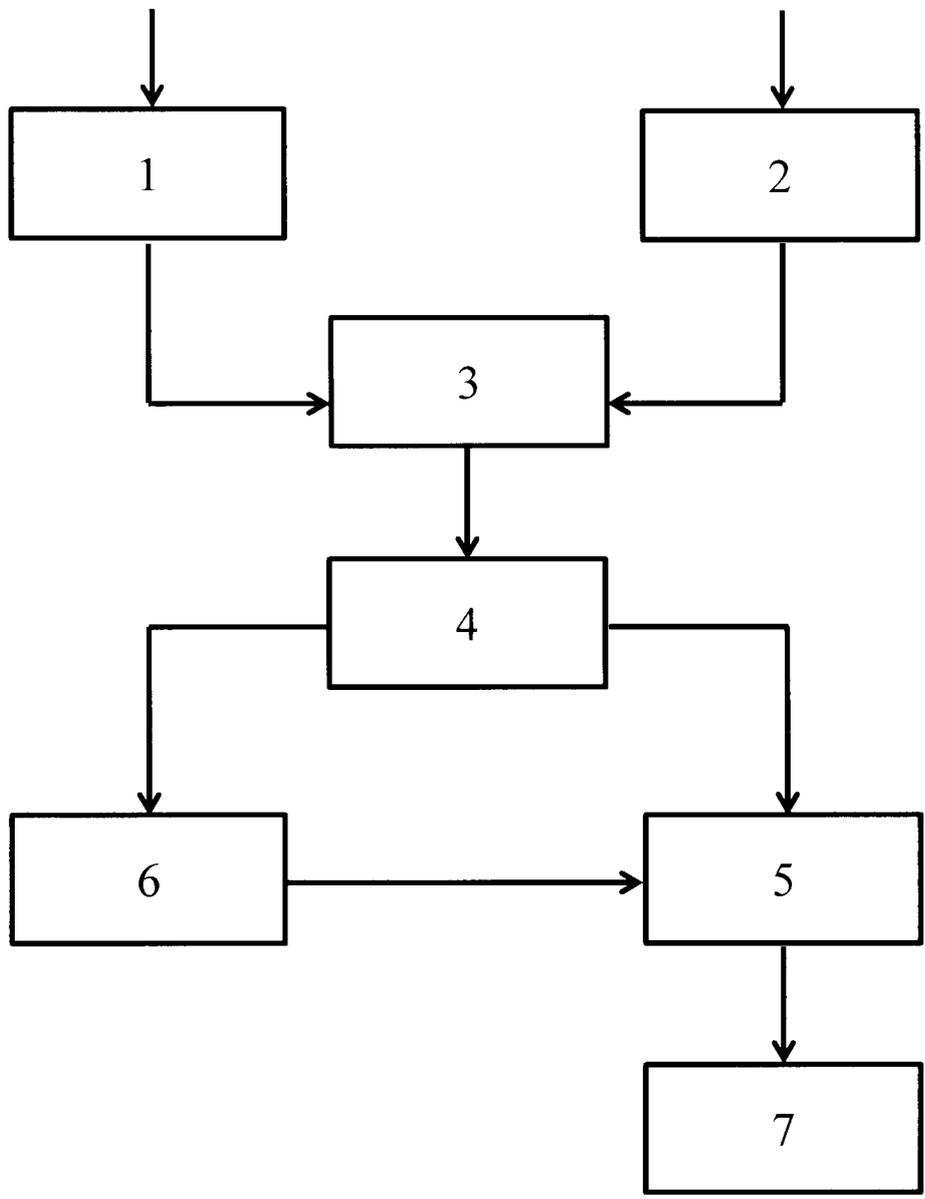
(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ МАШИННОГО АГРЕГАТА С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ  
ПРИВОДОМ

Формула полезной модели

Устройство для диагностики машинного агрегата с электрическим приводом, содержащее блок датчиков тока и блок датчиков напряжения, при этом выходы блоков датчиков подключены к блоку дискретного преобразования Фурье, к выходу блока дискретного преобразования Фурье подключен блок фильтрации данных, к которому подключены блок нейронной сети и блок подготовки данных для построения нейросетевой модели, выход блока нейронной сети подключен к блоку сравнения, который связан с дисплеем или с ЭВМ.

RU  
142018  
U1

RU  
142018  
U1



Полезная модель относится к области диагностики механизмов и систем с электрическим приводом на основе анализа параметров гармонических составляющих токов и напряжений, генерируемых электродвигателем.

Известно устройство для диагностики относительного эксцентриситета ротора асинхронных двигателей (патент RU 55995, G01R 1/34, опубл. 27.08.2006) с трехфазной обмоткой статора, соединенной по схеме звезды с нулевой точкой, содержащее симметричную звезду резисторов, вольтметр, при этом симметричная звезда резисторов и трехфазная обмотка статора подключены к одному и тому же источнику трехфазного напряжения, отличающееся тем, что устройство снабжено полосовым фильтром, причем вход полосового фильтра подключен к нулевым точкам симметричной звезды резисторов и трехфазной обмотки статора, а вольтметр подключен к выходу полосового фильтра.

Недостатком указанного технического решения является ограниченность видов диагностируемых неисправностей, т.е. устройство применяется только для диагностики относительного эксцентриситета ротора асинхронных двигателей.

Известна автоматизированная система для контроля и диагностики электронасосов системы пресной воды (патент RU 129641, Кл. G01M 5/00, опубл. 27.06.2013), содержащая датчики вибрации и аналого-цифровые преобразователи, передающие информацию о работе электронасосов через устройство ввода-вывода в оперативное запоминающее устройство. Микропроцессор, сравнив данные постоянного и оперативного запоминающих устройств, подает сигнала о нормальной или аварийной работе электронасоса в блок управления, который, в случае аварии при помощи пускателя останавливает неисправный насос.

Недостатками указанного технического решения является сложность необходимых измерений, ограниченность видов диагностируемых неисправностей, ограниченность применения в помещениях с взрывоопасной средой.

Наиболее близким по технической сути и достигаемому результату является устройство для диагностики электродвигателей переменного тока (патент RU 121086, G01R 31/34, опубл. 10.10.2012 (прототип)), к фазам питания асинхронного двигателя подключают три датчика фазных токов, выходы датчиков подключены к блоку вычисления результирующего модуля тока, к которому последовательно подключены блок вейвлет преобразования, блок интегральной оценки и блок сравнения, который связан или с дисплеем или ЭВМ, при этом блок порогового значения соединен с блоком сравнения.

Недостатком указанного технического решения является ограниченность видов диагностируемых неисправностей, т.е. устройство применяется только для диагностики электродвигателей переменного тока.

Задачей полезной модели является создание устройства для более точной и достоверной диагностики, как отдельных элементов, так и всего механизма и системы с электрическим приводом.

Указанная задача решается тем, что устройство для диагностики машинного агрегата с электрическим приводом содержит блок датчиков тока и блок датчиков напряжения, при этом выходы блоков датчиков подключены к блоку дискретного преобразования Фурье, к выходу блока дискретного преобразования Фурье подключен блок фильтрации данных, к которому подключены блок нейронной сети и блок подготовки данных для построения нейросетевой модели, выход блока нейронной сети подключен к блоку сравнения, который связан с дисплеем или с ЭВМ.

Блок датчиков тока и блок датчиков напряжения подключают к фазам питания

электродвигателя. Блок нейронной сети обрабатывает полученные параметры 3, 5, 7 и 9 гармонических составляющих токов и напряжений и выдает результат - значения показателей режимов работы и поврежденности элементов и всего машинного агрегата с электроприводом. Блок подготовки данных необходим для построения нейросетевой модели в блоке нейронной сети. Выход блока нейронной сети подключен к блоку сравнения, который связан или с дисплеем или с ЭВМ.

На фигуре представлена структурная схема устройства.

Устройство содержит блок 1 датчиков тока (БДТ); блок 2 датчиков напряжения (БДН); блок 3 дискретного преобразования Фурье (БДПФ); блок 4 фильтрации (БФ); блок 5 нейронной сети (БНС); блок 6 подготовки данных (БПД); блок 7 сравнения (БС).

Устройство работает следующим образом.

Блоками датчиков тока 1 и напряжения 2, включающими в себя датчики тока и напряжения соответственно, а также 16-ти разрядные аналого-цифровые преобразователи (АЦП), в течение заданного интервала времени и с заданной периодичностью производится запись значений фазных токов и напряжений электродвигателя машинного агрегата.

На основании полученных значений блок 3 дискретного преобразования Фурье производит спектральный анализ, основанный на быстром преобразовании Фурье. Полученные значения 3, 5, 7 и 9 коэффициентов гармонических составляющих токов  $K_{In}$  и напряжений  $K_{Un}$ , а также углы между данными величинами  $\varphi_{ui(n)}$  фильтруются в блоке 4 фильтрации. Для фильтрации гармонических составляющих фазных токов и напряжений, поступающих из сети, применяют углы сдвига по фазе  $\varphi_{ui(n)}$  между соответствующими гармоническими составляющими фазных токов  $I_n$  и напряжений  $U_n$ . Если угол сдвига меньше ( $+90^\circ$ ) или больше ( $-90^\circ$ ), то данная гармоническая составляющая, поступающая из сети, из анализа исключается.

В зависимости от выбранного режима работы устройство работает в режиме обучения нейронной сети или диагностики машинного агрегата с электроприводом.

При проведении диагностики блок 5 нейронной сети анализирует совокупность нормированных значений диагностических параметров, затем выдает результат - значение показателей режимов работы и поврежденности элементов машинного агрегата с электроприводом  $D_m$

$$D_m = F(K_{InA}, K_{UnA}, \varphi_{ui(n)A}, K_{InB}, K_{UnB}, \varphi_{ui(n)B}, K_{InC}, K_{UnC}, \varphi_{ui(n)C}) = \\ = F\left(\sum_{n=3,5,7,9} (w_{InA} K_{InA} + w_{UnA} K_{UnA} + w_{ui(n)A} \varphi_{ui(n)A} + w_{InB} K_{InB} + w_{UnB} K_{UnB} + w_{ui(n)B} \varphi_{ui(n)B} + w_{InC} K_{InC} + w_{UnC} K_{UnC} + w_{ui(n)C} \varphi_{ui(n)C})\right),$$

где  $w$  - весовые коэффициенты нейронной сети для соответствующих диагностических параметров;

$m=1, 2, 3 \dots i$  - количество выходов нейронной сети.

Совокупность значений показателей режимов работы и поврежденности элементов насосного агрегата  $D_m$  так же анализируются в блоке 5 нейронной сети, который выдает результат - значение интегрального диагностического параметра поврежденности  $D_\Sigma$ .

$$D_\Sigma = F\left(\sum_{m=1}^i w_m D_m\right).$$

Построение нейросетевой модели происходит адаптивно во время обучения в блоке 6 подготовки данных, обучение осуществляется с помощью применения теории планирования эксперимента, позволяющей значительно уменьшить количество обучающих экспериментов и увеличить набор обучающих данных. Для обучения сети пользователь подготавливает набор обучающих данных и с помощью ЭВМ или дисплея и клавиатуры устройства заносит эти данные в память устройства. Эти данные представляют собой примеры известных входных и соответствующих им выходных значений. Сеть учится устанавливать связь между входами и выходами. Если выходные значения нейронной сети отличаются от требуемых значений, то происходит оптимизация весов нейронной сети одним из математических алгоритмов до тех пор, пока эти значения не будут им соответствовать с заданной точностью. После этого нейронная сеть считается обученной.

По полученным значениям показателей режимов работы и поврежденности элементов машинного агрегата с электроприводом, а так же диагностического параметра поврежденности, блок 7 сравнения выдает результат о техническом состоянии узлов и машинного агрегата с электроприводом в целом.

#### (57) Реферат

Полезная модель относится к области диагностики механизмов и систем с электрическим приводом на основе анализа параметров гармонических составляющих токов и напряжений, генерируемых электродвигателем. Задача полезной модели - создание устройства для более точной и достоверной диагностики, как отдельных элементов, так и всего механизма и системы с электрическим приводом. Сущность полезной модели: устройство для диагностики машинного агрегата с электрическим приводом содержит блок датчиков тока и блок датчиков напряжения, при этом выходы блоков датчиков подключены к блоку дискретного преобразования Фурье, к выходу блока дискретного преобразования Фурье подключен блок фильтрации данных, к которому подключены блок нейронной сети и блок подготовки данных, выход блока нейронной сети подключен к блоку сравнения, который связан с дисплеем или с ЭВМ. Блок нейронной сети обрабатывает измеренные значения параметров 3, 5, 7 и 9 гармонических составляющих токов и напряжений и выдает результат - значения показателей режимов работы и поврежденности элементов и всего машинного агрегата с электроприводом. Блок подготовки данных необходим для построения нейросетевой модели в блоке нейронной сети.

35

40

45



## Реферат

Устройство для диагностики машинного агрегата с электрическим приводом

Полезная модель относится к области диагностики механизмов и систем с электрическим приводом на основе анализа параметров гармонических составляющих токов и напряжений, генерируемых электродвигателем.

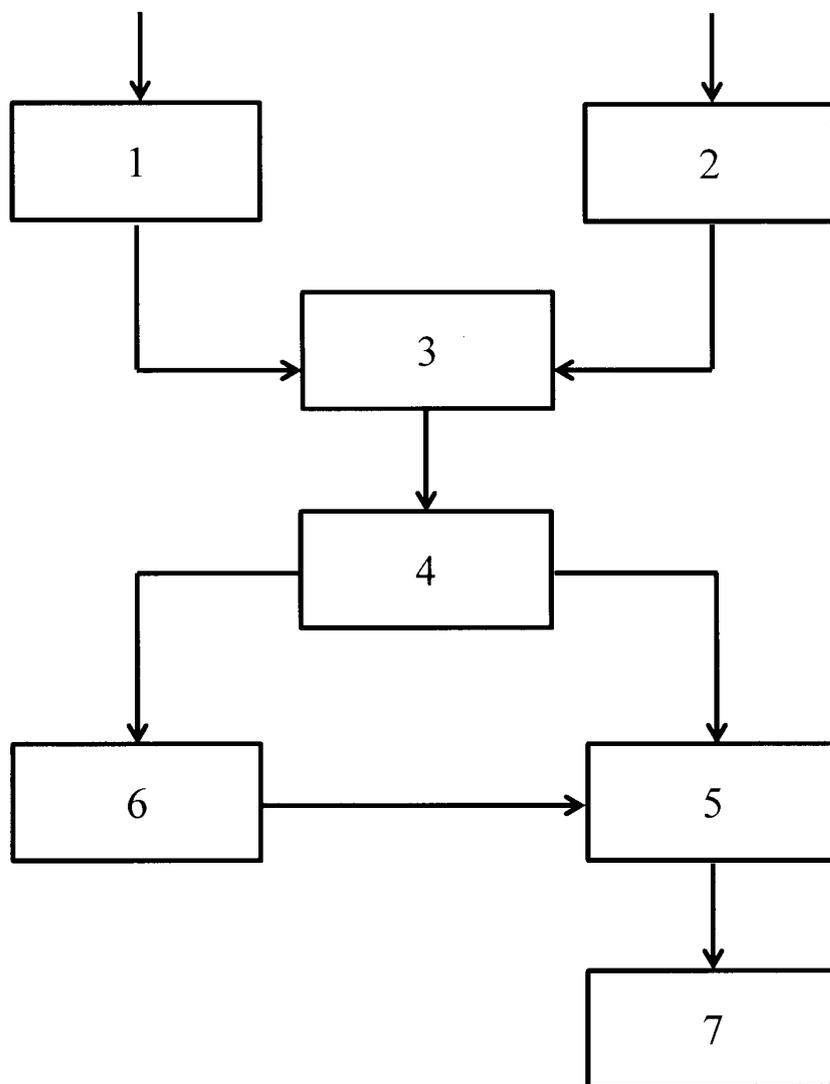
Задача полезной модели – создание устройства для более точной и достоверной диагностики, как отдельных элементов, так и всего механизма и системы с электрическим приводом.

Сущность полезной модели: устройство для диагностики машинного агрегата с электрическим приводом содержит блок датчиков тока и блок датчиков напряжения, при этом выходы блоков датчиков подключены к блоку дискретного преобразования Фурье, к выходу блока дискретного преобразования Фурье подключен блок фильтрации данных, к которому подключены блок нейронной сети и блок подготовки данных, выход блока нейронной сети подключен к блоку сравнения, который связан с дисплеем или с ЭВМ. Блок нейронной сети обрабатывает измеренные значения параметров 3, 5, 7 и 9 гармонических составляющих токов и напряжений и выдает результат – значения показателей режимов работы и поврежденности элементов и всего машинного агрегата с электроприводом. Блок подготовки данных необходим для построения нейросетевой модели в блоке нейронной сети.

PP



Устройство для диагностики машинного агрегата  
с электрическим приводом



Фигура