



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2007122063/09, 13.06.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
13.06.2007

(43) Дата публикации заявки: 20.12.2008

(45) Опубликовано: 10.05.2010 Бюл. № 13

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 2251204 C1, 27.04.2005. RU 2231203 C2,  
20.06.2004. SU 1758821 A1, 30.08.1992. GB  
2189952 A, 04.11.1987. US 5859514 A,  
12.01.1999. JP 3173374 A, 26.07.1991. EP  
0621680 A1, 26.10.1994. WO 0101559 A1,  
04.01.2001.

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, К-2, ул. Мира, 19,  
ГОУ ВПО "Уральский государственный  
технический университет - УПИ", Центр  
интеллектуальной собственности, Т.В. Маркс

(72) Автор(ы):

Зюев Анатолий Михайлович (RU),  
Нестеров Константин Евгеньевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

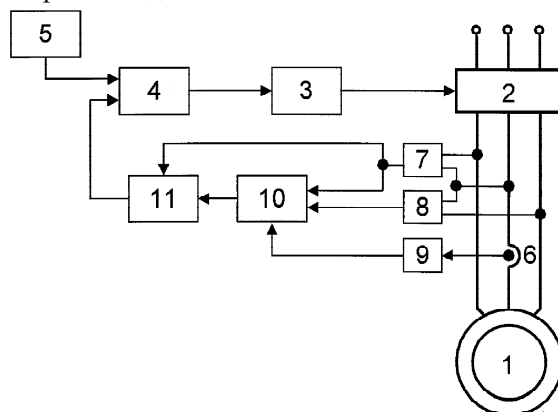
Государственное образовательное  
учреждение высшего профессионального  
образования "Уральский государственный  
технический университет - УПИ" (RU)

## (54) ЭЛЕКТРОПРИВОД ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

(57) Реферат:

Изобретение относится к области электротехники и может быть использовано для плавного пуска и регулирования скорости асинхронных тиристорных электроприводов общепромышленного применения, а именно в приводах вентиляторов, компрессоров, насосов, шлифовальных машин, транспортеров, механизмов горизонтального перемещения подъемно-транспортных машин и др. Техническим результатом является упрощение реализации системы автоматического регулирования скорости двигателя в асинхронных электроприводах с тиристорным управлением без датчика частоты вращения на валу при сохранении точности регулирования. Электропривод переменного тока включает в себя асинхронный двигатель, тиристорный

преобразователь напряжения, блок управления, блок регулятора частоты вращения, блок задания частоты вращения и измеритель частоты вращения двигателя, выполненный на основе измерителя ЭДС статора с датчиками тока и линейного напряжения двигателя. 1 ил.





FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.  
*H02P 1/26* (2006.01)  
*H02P 27/04* (2006.01)

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2007122063/09, 13.06.2007**

(24) Effective date for property rights:  
**13.06.2007**

(43) Application published: **20.12.2008**

(45) Date of publication: **10.05.2010 Bull. 13**

Mail address:

**620002, g.Ekaterinburg, K-2, ul. Mira, 19, GOU  
VPO "Ural'skij gosudarstvennyj tekhnicheskij  
universitet - UPI", Tsentr intellektual'noj  
sobstvennosti, T.V. Marks**

(72) Inventor(s):

**Zjuzev Anatolij Mikhajlovich (RU),  
Nesterov Konstantin Evgen'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie  
vysshego professional'nogo obrazovanija  
"Ural'skij gosudarstvennyj tekhnicheskij  
universitet - UPI" (RU)**

**(54) AC ELECTRIC DRIVE**

(57) Abstract:

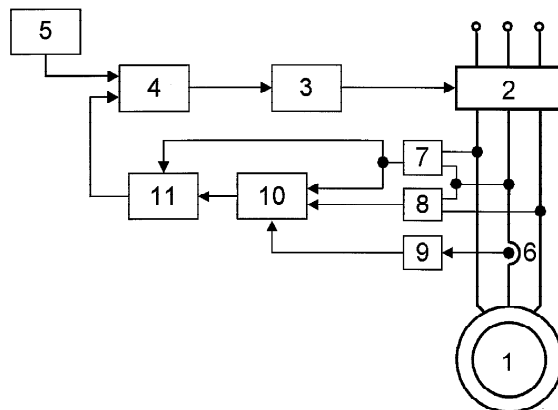
FIELD: electric engineering.

SUBSTANCE: invention may be used for smooth start-up and control of speed in asynchronous thyristor electric drives of common industrial application, namely in drives of fans, compressors, pumps, polishing machines, conveyors, mechanisms of horizontal displacement of lifting transport means, etc. AC electric drive includes asynchronous motor, thyristor voltage converter, control unit, unit of rotation frequency controller, unit for setting of rotation frequency and metre of motor rotation frequency arranged on the basis of stator EMF metre with sensors of current and linear voltage of motor.

EFFECT: simplified realisation of motor speed automatic control system in asynchronous electric

drives with thyristor control without sensor of rotation frequency on shaft with preservation of control accuracy.

1 dwg



RU 2 389 127 C2

RU 2 389 127 C2

Известны регулируемые по скорости асинхронные электроприводы с тиристорным управлением, в которых для получения сигнала обратной связи применяют различного типа датчики частоты вращения, присоединяемые к валу двигателя. Однако использование таких датчиков в большинстве случаев является  
 5  
 10  
 15  
 20  
 25  
 30  
 35  
 40  
 45  
 50

нежелательным из-за сложности их механического соединения с валом асинхронного электродвигателя.

Известны также регулируемые асинхронные электроприводы с вычислением скольжения двигателя по сигналам от датчиков тока и напряжения, включенных в цепи питания двигателя. Назначением этих устройств чаще всего является только индикация частоты вращения двигателя без обеспечения ее регулирования.

Наиболее близким к предлагаемому устройству является электропривод переменного тока, содержащий тиристорный преобразователь напряжения, включенный в статорные цепи асинхронного двигателя, блок управления, выходом подключенный к управляющему входу тиристорного преобразователя напряжения, а входом - к выходу блока регулятора частоты вращения, один вход которого подключен к выходу блока задания частоты вращения, а другой вход - к выходу измерителя частоты вращения, построенному на основе датчиков тока и напряжения двигателя, измерителя ЭДС статора и функционального преобразователя, реализующего зависимость расчетного значения частоты вращения от ЭДС и фазного напряжения двигателя (патент РФ №2251204, кл. H02P 5/28, прототип).

Недостатком этого устройства является необходимость измерения фазного напряжения на статоре двигателя, что часто затруднительно из-за отсутствия нулевой точки обмотки статора в клеммной коробке у ряда двигателей.

Задачей изобретения является определение расчетного значения частоты вращения ротора на основе измерения ЭДС и доступного для контроля линейного напряжения на статоре двигателя при обеспечении достаточной точности регулирования скорости асинхронного двигателя с тиристорным управлением.

Решение указанной задачи достигается тем, что электропривод переменного тока, содержащий асинхронный двигатель, тиристорный преобразователь напряжения, включенный между статорной обмоткой двигателя и питающей сетью, измеритель ЭДС статора с датчиками тока и напряжения двигателя, подключенными к входам измерителя ЭДС, функциональный блок, реализующий зависимость  $\omega=f(E_s, U_s)$ , где  $E_s$ ,  $U_s$  - значения ЭДС и напряжения двигателя, блок управления, выход которого соединен с управляющим входом тиристорного преобразователя напряжения, блок регулятора частоты вращения и блок задания частоты вращения, своим выходом подключенный к первому входу блока регулятора частоты вращения, второй вход которого подключен к выходу функционального блока, а входы функционального блока подключены к выходу измерителя ЭДС и выходу датчика напряжения, причем измеритель ЭДС выполнен на основе нуль-органа и блока вычисления ЭДС, реализующего зависимость  $E_s=f(U_s, T_{БП})$ , где  $T_{БП}$  - длительность бестоковой паузы, при этом вход нуль-органа подключен к выходу датчика тока, а выход нуль-органа - к первому входу блока вычисления ЭДС, второй вход которого подключен к выходу датчика напряжения, дополнительно снабжен вторым датчиком напряжения, выход которого подключен к дополнительному входу блока вычисления ЭДС, причем в качестве датчиков напряжения применены датчики линейного напряжения двигателя, а блок вычисления ЭДС выполнен с возможностью реализации зависимости:

$$E_s = \frac{1}{3\sin(T_{БП})} \sqrt{(u_{AB1} - u_{BC1})^2 + (u_{ABk} - u_{BCk})^2 - 2(u_{AB1} - u_{BC1})(u_{ABk} - u_{BCk})\cos(T_{БП})},$$

где  $T_{БП}$  - длительность бестоковой паузы в фазе В;

$u_{AB1}, u_{BC1}$  - значения линейных напряжений на статоре двигателя, полученные в начале бестоковой паузы в фазе В;

5  $u_{ABk}, u_{BCk}$  - значения линейных напряжений на статоре двигателя, полученные в конце бестоковой паузы в фазе В.

Зависимость, заложенная в блоке вычисления ЭДС, может быть упрощена, если выходы датчиков линейного напряжения соединить встречно-последовательно, реализовав таким образом операцию вычитания. Тогда в блоке вычисления ЭДС  
10 должна быть заложена следующая зависимость:

$$E_s = \frac{1}{3 \sin(T_{БП})} \sqrt{u_{s1}^2 + u_{sk}^2 - 2u_{s1}u_{sk} \cos(T_{БП})},$$

15 где  $u_{s1}$  - сигнал на выходе соединенных встречно-последовательно датчиков напряжения, полученный в начале бестоковой паузы в фазе В;

$u_{sk}$  - сигнал на выходе соединенных встречно-последовательно датчиков напряжения, полученный в конце бестоковой паузы в фазе В.

На чертеже приведена структурная схема электропривода переменного тока.

20 Электропривод переменного тока содержит асинхронный двигатель 1, тиристорный преобразователь напряжения 2, снабженный выводами для подключения к сети, а выходом присоединенный к статорным обмоткам асинхронного двигателя.

Управляющий вход тиристорного преобразователя подключен к выходу блока управления 3, вход которого соединен с выходом блока регулятора частоты  
25 вращения 4. Один вход блока 4 регулятора частоты вращения связан с выходом задатчика 5 частоты вращения, а другой - с выходом функционального блока 11 измерителя частоты вращения. Измеритель частоты вращения, кроме блока 11, включает в себя блок 10 вычисления ЭДС, подключенный к выходам нуль-органа 9 и  
30 датчиков линейного напряжения 7 и 8 двигателя. Вход нуль-органа подключен к выходу датчика 6 тока двигателя. Функциональный блок 11 измерителя частоты вращения одним входом подключен к выходу блока 10 вычисления ЭДС, а другим - к выходу датчика 7 линейного напряжения.

Выход функционального блока 11 является выходом измерителя частоты вращения.  
35 В блоке 10 вычисления ЭДС реализована зависимость:

$$E_s = \frac{1}{3 \sin(T_{БП})} \sqrt{(u_{AB1} - u_{BC1})^2 + (u_{ABk} - u_{BCk})^2 - 2(u_{AB1} - u_{BC1})(u_{ABk} - u_{BCk}) \cos(T_{БП})},$$

где  $T_{БП}$  - длительность бестоковой паузы в фазе В;

40  $u_{AB1}, u_{BC1}$  - значения линейных напряжений на статоре двигателя, полученные в начале бестоковой паузы в фазе В;

$u_{ABk}, u_{BCk}$  - значения линейных напряжений на статоре двигателя, полученные в конце бестоковой паузы в фазе В.

45 Зависимость, заложенная в блоке 10 вычисления ЭДС, может быть упрощена, если выходы датчиков 7 и 8 линейного напряжения соединить встречно-последовательно, реализовав таким образом операцию вычитания. Тогда в блоке вычисления ЭДС должна быть заложена следующая зависимость:

50 
$$E_s = \frac{1}{3 \sin(T_{БП})} \sqrt{u_{s1}^2 + u_{sk}^2 - 2u_{s1}u_{sk} \cos(T_{БП})},$$

где  $u_{s1}$  - сигнал на выходе соединенных встречно-последовательно датчиков напряжения, полученный в начале бестоковой паузы в фазе В;

$u_{sk}$  - сигнал на выходе соединенных встречно-последовательно датчиков напряжения, полученный в конце бестоковой паузы в фазе В.

Электропривод работает следующим образом.

В исходном состоянии, когда сигнал задания частоты вращения остается неизменным, частота вращения двигателя соответствует заданной, а момент, развиваемый двигателем, равен моменту нагрузки, на выходах датчиков тока 6 и линейного напряжения 7 и 8 статора появляются сигналы, пропорциональные току и линейному напряжению статора двигателя, на выходе блока 10 вычисления ЭДС появляется сигнал, пропорциональный амплитуде ЭДС двигателя, а на выходе функционального блока 11 измерителя частоты вращения - сигнал, пропорциональный частоте вращения ротора асинхронного двигателя.

Регулятор частоты вращения 4, в котором определяется отклонение частоты вращения от заданного в блоке 5 значения, вырабатывает сигнал управления, зависящий от типа регулятора скорости и величины момента сопротивления на валу двигателя.

Блок управления 3 при этом обеспечивает на выходе тиристорного преобразователя 2 напряжение, достаточное для преодоления двигателем 1 нагрузки при заданной частоте вращения.

Изменение задания на частоту вращения приведет к изменению сигнала управления, в зависимости от которого блок управления 3 будет изменять углы открытия тиристорov, уменьшая или увеличивая напряжение на выходе преобразователя 2, в результате будет возрастать или уменьшаться ток, момент и частота вращения двигателя. Сигналы на выходах датчиков тока 6 и линейного напряжения 7 и 8 и блока 10 измерения ЭДС будут соответствовать значениям тока, линейного напряжения и ЭДС двигателя при новой частоте вращения, а сигнал на выходе блока 11 измерителя частоты вращения - величине этой частоты вращения, что вызовет соответствующее изменение сигнала на выходе блока 4 регулятора частоты вращения. Процесс регулирования будет продолжаться до тех пор, пока на выходе блока 4 регулятора частоты вращения не установится сигнал, обеспечивающий на выходе тиристорного преобразователя напряжение, достаточное для преодоления двигателем нагрузки при заданной частоте вращения.

При изменении момента нагрузки и колебаниях напряжения сети поддержание заданной частоты вращения осуществляется аналогичным образом.

Технический результат, достигаемый от использования в электроприводе переменного тока на основе асинхронного трехфазного электродвигателя с тиристорным управлением датчиков линейного напряжения с одновременной модификацией блока вычисления ЭДС, по сравнению с известным устройством заключается в возможности использования двигателей с недоступной нулевой точкой обмотки статора при обеспечении достаточной точности регулирования скорости асинхронного электродвигателя, что расширяет область использования устройства.

#### Формула изобретения

Электропривод переменного тока, содержащий асинхронный двигатель, тиристорный преобразователь напряжения, включенный между статорной обмоткой двигателя и питающей сетью, измеритель ЭДС статора с датчиками тока и напряжения двигателя, выходы которых подключены к входам измерителя ЭДС статора, функциональный блок, реализующий зависимость  $\omega=f(E_s, U_s)$ , где  $E_s$ ,  $U_s$  - значения ЭДС и напряжения двигателя, блок управления, выход которого соединен с

управляющим входом тиристорного преобразователя напряжения, блок регулятора частоты вращения и блок задания частоты вращения, своим выходом подключенный к первому входу блока регулятора частоты вращения, второй вход которого  
 5 подключен к выходу функционального блока, а входы функционального блока подключены к выходу измерителя ЭДС и выходу датчика напряжения, причем измеритель ЭДС выполнен на основе нуль-органа и блока вычисления ЭДС, реализующего зависимость  $E_s=f(U_s, T_{БП})$ , где  $T_{БП}$  - длительность бестоковой паузы, при этом вход нуль-органа подключен к выходу датчика тока, а выход нуль-органа -  
 10 к первому входу блока вычисления ЭДС, второй вход которого подключен к выходу датчика напряжения, отличающийся тем, что в качестве датчика напряжения применены линейные датчики напряжения двигателя, а блок вычисления ЭДС выполнен с возможностью реализации зависимости

$$15 \quad E_s = \frac{1}{3 \sin(\alpha)} \sqrt{(u_{AB1} - u_{BCk})^2 + (u_{ABk} - u_{BCk})^2 - 2(u_{AB1} - u_{BC1})(u_{ABk} - u_{BCk}) \cos(\alpha)},$$

где  $T_{БП}$  - длительность бестоковой паузы в фазе В;

$u_{AB1}, u_{BC1}$  - значения линейных напряжений на статоре двигателя, полученные в начале бестоковой паузы в фазе В;

20  $u_{ABk}, u_{BCk}$  - значения линейных напряжений на статоре двигателя, полученные в конце бестоковой паузы в фазе В.

25

30

35

40

45

50





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

**(12) ИЗВЕЩЕНИЯ К ПАТЕНТУ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ**

---

**ММ4А Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе**

Дата прекращения действия патента: **14.06.2010**

Дата публикации: **10.12.2011**

---

RU 2 3 8 9 1 2 7 C 2

RU 2 3 8 9 1 2 7 C 2