



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2003136222/09, 15.12.2003

(24) Дата начала действия патента: 15.12.2003

(45) Опубликовано: 27.04.2005 Бюл. № 12

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: SU 1758821 A1, 30.08.1992. SU 1750015 A1, 23.07.1992. SU 849402, 30.07.1981. SU 1073870 A, 15.02.1984. GB 2187052, 26.08.1987.

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, К-2, ул. Мира, 19, ГОУ
ВПО "УГТУ-УПИ", центр интеллектуальной
собственности

(72) Автор(ы):

Зюзов А.М. (RU),
Нестеров К.Е. (RU)

(73) Патентообладатель(ли):

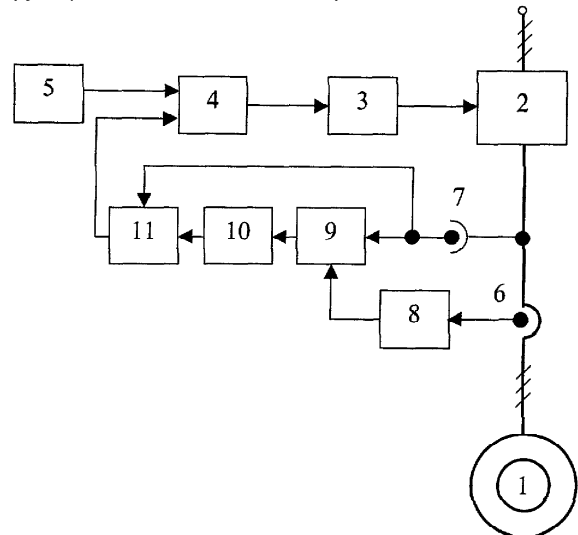
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
"Уральский государственный технический
университет-УПИ" (RU)

(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. Технический результат заключается в повышении точности регулирования скорости двигателя в асинхронных электроприводах с тиристорным управлением без датчика частоты вращения на валу. Устройство включает в себя асинхронный двигатель, тиристорный преобразователь напряжения, блок управления, блок регулятора частоты вращения, блок задания частоты вращения, измеритель ЭДС статора, датчики тока и напряжения двигателя и

функциональный блок. 1 з.п. ф-лы, 1 ил.





FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2003136222/09, 15.12.2003

(24) Effective date for property rights: 15.12.2003

(45) Date of publication: 27.04.2005 Bull. 12

Mail address:
620002, g.Ekaterinburg, K-2, ul. Mira, 19, GOU VPO
"UGTU-UPI", tsentr intellektual'noj sobstvennosti

(72) Inventor(s):
Zjuzev A.M. (RU),
Nesterov K.E. (RU)

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

(54) **AC DRIVE**

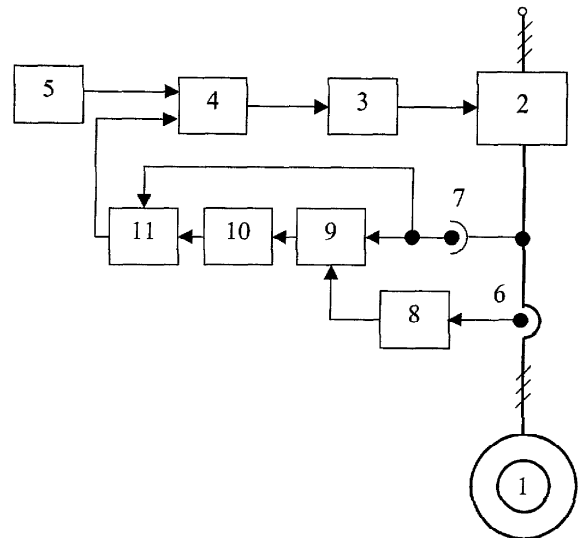
(57) Abstract:

FIELD: electrical engineering; induction-motor thyristor drives.

SUBSTANCE: proposed general-purpose industrial drive characterized in stepless starting and speed governing by means of thyristors dispensing with shaft-mounted speed sensor that can be used for driving fans, compressors, pumps, grinding machines, conveyers, horizontal-travel mechanisms of material-handling machines, and the like has induction motor, thyristor voltage converter, control unit, speed governing unit, rotation speed setting unit, stator internal voltage meter, motor current and voltage sensor, and functional unit.

EFFECT: enhanced precision of speed control.

1 cl, 1 dwg



RU 2 2 5 1 2 0 4 C 1

RU 2 2 5 1 2 0 4 C 1

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 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 и функционального преобразователя, реализующего зависимость расчетного значения частоты вращения от измеренного полного сопротивления двигателя (СССР, а.с. №1758821, кл. Н 02 Р 5/28, прототип).

Недостатком этого устройства является относительно невысокая точность регулирования частоты вращения асинхронного электродвигателя, обусловленная слабо выраженной зависимостью полного сопротивления двигателя от частоты вращения, особенно в зоне малых скоростей.

Задачей изобретения является повышение точности регулирования скорости двигателя в асинхронных электроприводах с тиристорным управлением без датчика частоты вращения на валу.

Решение указанной задачи достигается тем, что электропривод переменного тока, содержащий асинхронный двигатель, тиристорный преобразователь напряжения, включенный между статорной обмоткой двигателя и питающей сетью, датчики тока и напряжения двигателя, блок управления, выход которого соединен с управляющим входом тиристорного преобразователя напряжения, а вход - с выходом блока регулятора частоты вращения, один вход которого соединен с выходом блока задания частоты вращения, а другой вход - с выходом функционального блока, дополнительно снабжен измерителем ЭДС статора, один вход которого подключен к выходу датчика тока, а второй - к выходу датчика напряжения, причем выходы измерителя ЭДС и датчика напряжения подключены к входам функционального блока, реализующего зависимость расчетного значения частоты вращения от напряжения и ЭДС статора двигателя:

$$\omega = f(U_S, E_S),$$

где ω - вычисленное значение частоты вращения;

U_S - действующее значение напряжения фазы двигателя;

E_S - действующее значение ЭДС фазы двигателя.

Измеритель ЭДС статора выполнен на основе нуль-органа, коммутатора и блока вычисления ЭДС, у которых вход нуль-органа подключен к выходу датчика тока, сигнальный вход коммутатора - к выходу датчика напряжения, управляющий вход коммутатора - к выходу нуль-органа, а выход коммутатора - к входу блока вычисления ЭДС, выход которого является выходом измерителя ЭДС, причем в блоке вычисления ЭДС реализована зависимость:

$$E_S = \frac{1}{\sqrt{2} \sin(T)} \sqrt{u_{S1}^2 + u_{SK}^2 - 2u_{S1}u_{SK} \cos(T)},$$

где T - длительность бестоковой паузы;

u_{S1} - значение напряжения на фазе двигателя, полученное в начале бестоковой паузы;

u_{SK} - значение напряжения на фазе двигателя, полученное в конце бестоковой паузы.

Зависимость $\omega = f(U_S, E_S)$, реализуемая функциональным блоком, представлена

выражением:

$$\omega = 1 - \frac{1 + \sqrt{1 - \left(1 - \frac{E_s^2}{2m_k U_s^2 (1 - \sigma) X_s a_r S_k}\right) \left(1 + a_r^2 - \frac{E_s^2 S_k}{2m_k U_s^2 (1 - \sigma) X_s a_r}\right)}}{1 - \frac{E_s^2}{2m_k U_s^2 (1 - \sigma) X_s a_r S_k}}$$

где m_k - значение максимального момента электродвигателя;

U_s - действующее значение напряжения на фазе двигателя;

σ - полный коэффициент рассеяния двигателя;

X_s - полное индуктивное сопротивление фазы двигателя;

a_r - коэффициент затухания роторных цепей при разомкнутом статоре;

S_k - критическое скольжение двигателя;

E_s - действующее значение ЭДС фазы двигателя.

На чертеже приведена структурная схема электропривода переменного тока.

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 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 узел измерения ЭДС, построенный на основе датчиков тока 6 и напряжения 7 двигателя, нуль-органа 8,

управляемого коммутатора 9 и блока вычисления ЭДС 10. Сигнальный вход коммутатора 9

подключен к выходу датчика напряжения 7, а управляющий вход коммутатора - к выходу нуль-органа 8, вход которого соединен с выходом датчика тока 6, при этом выход

коммутатора 9 подключен к входу блока вычисления ЭДС 10. Функциональный блок 11

измерителя частоты вращения одним своим входом подключен к выходу датчика напряжения 7, а другим - к выходу блока вычисления ЭДС 10. Выход функционального блока 11 является выходом измерителя частоты вращения. Причем в самом функциональном блоке реализована зависимость:

$$\omega = 1 - \frac{1 + \sqrt{1 - \left(1 - \frac{E_s^2}{2m_k U_s^2 (1 - \sigma) X_s a_r S_k}\right) \left(1 + a_r^2 - \frac{E_s^2 S_k}{2m_k U_s^2 (1 - \sigma) X_s a_r}\right)}}{1 - \frac{E_s^2}{2m_k U_s^2 (1 - \sigma) X_s a_r S_k}}$$

где m_k - значение максимального момента электродвигателя;

U_s - действующее значение напряжения на фазе двигателя;

σ - полный коэффициент рассеяния двигателя;

X_s - полное индуктивное сопротивление фазы двигателя;

a_r - коэффициент затухания роторных цепей при разомкнутом статоре;

S_k - критическое скольжение двигателя;

E_s - действующее значение ЭДС фазы двигателя.

Действующее значение ЭДС фазы двигателя E_s определяется следующим образом. Во время бестоковой паузы, наличие и длительность которой контролируется нуль-органом 8, датчиком напряжения 7 производят замеры напряжения на фазе двигателя. На основе этих данных в блоке 10 вычисляется действующее значение ЭДС по формуле:

$$E_s = \frac{1}{\sqrt{2} \sin(T)} \sqrt{u_{31}^2 + u_{3k}^2 - 2u_{31}^2 u_{3k}^2 \cos(T)},$$

где T - длительность бестоковой паузы;

u_{s1} - значение напряжения на фазе двигателя, полученное при первом замере;

$U_{СК}$ - значение напряжения на фазе двигателя, полученное при последнем замере.

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 и напряжения статора 6 и 7 появляются сигналы, пропорциональные току и напряжению статора двигателя, на выходе коммутатора 9 появится импульсный сигнал, пропорциональный мгновенному значению ЭДС на статорной обмотке двигателя во время бестоковой паузы и равный нулю в остальное время, на выходе блока 10 вычисления ЭДС появляется сигнал, пропорциональный действующему значению ЭДС двигателя, а на выходе функционального блока 11 измерителя частоты вращения - сигнал, пропорциональный частоте вращения 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 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 тиристорных, 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 и напряжения 6, 7 и блока вычисления ЭДС 10 будут соответствовать значениям тока, 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 введения в электропривод переменного тока на основе асинхронного трехфазного электродвигателя с тиристорным управлением измерителя частоты вращения, выполненного на основе датчиков тока и напряжения с блоком измерения ЭДС статора, благодаря однозначной связи между напряжением, ЭДС и частотой вращения позволяет повысить точность регулирования скорости асинхронного электродвигателя по сравнению с известным устройством.

40 Формула изобретения

1. Электропривод переменного тока, содержащий асинхронный двигатель, тиристорный преобразователь напряжения, включенный между статорной обмоткой двигателя и питающей сетью, датчики тока и напряжения двигателя, блок управления, выход которого соединен с управляющим входом тиристорного преобразователя напряжения, а вход - с выходом блока регулятора частоты вращения, один вход которого соединен с выходом блока задания частоты вращения, а другой вход - с выходом функционального блока, отличающийся тем, что устройство дополнительно снабжено измерителем э.д.с. статора, один вход которого подключен к выходу датчика тока, а второй - к выходу датчика напряжения, причем выходы измерителя э.д.с. и датчика напряжения подключены к входам функционального блока, реализующего зависимость расчетного значения частоты вращения от напряжения и э.д.с. статора двигателя:

$$\omega = f(U_S, E_S),$$

где ω - вычисленное значение частоты вращения;

U_s - действующее значение напряжения фазы двигателя;

E_s - действующее значение э.д.с. фазы двигателя;

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что измеритель э.д.с. выполнен на основе
 5 нуль-органа, коммутатора и блока вычисления э.д.с., у которых вход нуль-органа
 10 подключен к выходу датчика тока, сигнальный вход коммутатора - к выходу датчика
 напряжения, управляющий вход коммутатора - к выходу нуль-органа, а выход коммутатора
 - ко входу блока вычисления э.д.с., выход которого является выходом измерителя э.д.с.,
 причем в блоке вычисления э.д.с. реализована зависимость:

$$10 \quad E_s = \frac{1}{\sqrt{2} \sin(T)} \sqrt{u_{s1}^2 + u_{sk}^2 - 2u_{s1}^2 u_{sk}^2 \cos(T)},$$

где T - длительность бестоковой паузы;

u_{s1} - значение напряжения на фазе двигателя, полученное в начале бестоковой паузы;

u_{sk} - значение напряжения на фазе двигателя, полученное в конце бестоковой паузы.

3. Устройство по п.1, отличающееся тем, что зависимость $\omega=f(U_s, E_s)$, реализуемая
 15 функциональным блоком, представлена выражением:

$$20 \quad \omega = 1 - \frac{1 + \sqrt{1 - \left(1 - \frac{E_s^2}{2m_k U_s^2 (1 - \sigma) X_s \alpha_r S_k} \right) \left(1 + \alpha_r^2 - \frac{E_s^2 S_k}{2m_k U_s^2 (1 - \sigma) X_s \alpha_r} \right)}}{1 - \frac{E_s^2}{2m_k U_s^2 (1 - \sigma) X_s \alpha_r S_k}},$$

где m_k - значение максимального момента электродвигателя;

U_s - действующее значение напряжения на фазе двигателя;

25 σ - полный коэффициент рассеяния двигателя;

X_s - полное индуктивное сопротивление фазы двигателя;

α_r - коэффициент затухания роторных цепей при разомкнутом статоре;

S_k - критическое скольжение двигателя;

E_s - действующее значение э.д.с. фазы двигателя.

30

35

40

45

50



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ИЗВЕЩЕНИЯ К ПАТЕНТУ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ**(21), (22) Заявка: **2003136222/09, 15.12.2003**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.12.2003(45) Опубликовано: **27.04.2005**(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **SU 1758821 A1, 30.08.1992. SU 1750015
A1, 23.07.1992. SU 849402, 30.07.1981. SU
1073870 A, 15.02.1984. GB 2187052, 26.08.1987.**

Адрес для переписки:

**620002, г.Екатеринбург, К-2, ул. Мира, 19,
ГОУ ВПО "УГТУ-УПИ", центр интеллектуальной
собственности**

(72) Автор(ы):

**Зюзов А.М. (RU),
Нестеров К.Е. (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

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

(54) **ЭЛЕКТРОПРИВОД ПЕРЕМЕННОГО ТОКА**

Опубликовано на CD-ROM: **MIMOSA RBI 2005/12D** **RBI200512D**

**ММ4А - Досрочное прекращение действия патента СССР или патента Российской Федерации на изобретение
из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе**

(21) Регистрационный номер заявки: **2003136222**Дата прекращения действия патента: **16.12.2005**Извещение опубликовано: **20.08.2007** **БИ: 23/2007**