



(51) МПК  
*H02H 7/08* (2006.01)  
*H02H 7/085* (2006.01)  
*H02H 5/04* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

*H02H 7/08* (2006.01); *H02H 7/085* (2006.01); *H02H 5/04* (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2016106441, 24.02.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
 24.02.2016

Дата регистрации:  
 21.03.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 24.02.2016

(43) Дата публикации заявки: 29.08.2017 Бюл. № 25

(45) Опубликовано: 21.03.2018 Бюл. № 9

Адрес для переписки:

630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, НГТУ

(72) Автор(ы):

Лавренов Евгений Олегович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
 БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
 УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
 ОБРАЗОВАНИЯ "НОВОСИБИРСКИЙ  
 ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
 УНИВЕРСИТЕТ" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
 о поиске: RU 2308138 C2, 10.10.2007. RU  
 2415504 C2, 27.03.2011. UA 7650 C2, 26.12.1995.  
 US 930484 A2, 23.05.1982. US 4939437 A,  
 03.02.1950. EP 1804359 B1, 12.12.2012. WO  
 2000067355 A1, 09.11.2000.

(54) УСТРОЙСТВО ПИТАНИЯ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

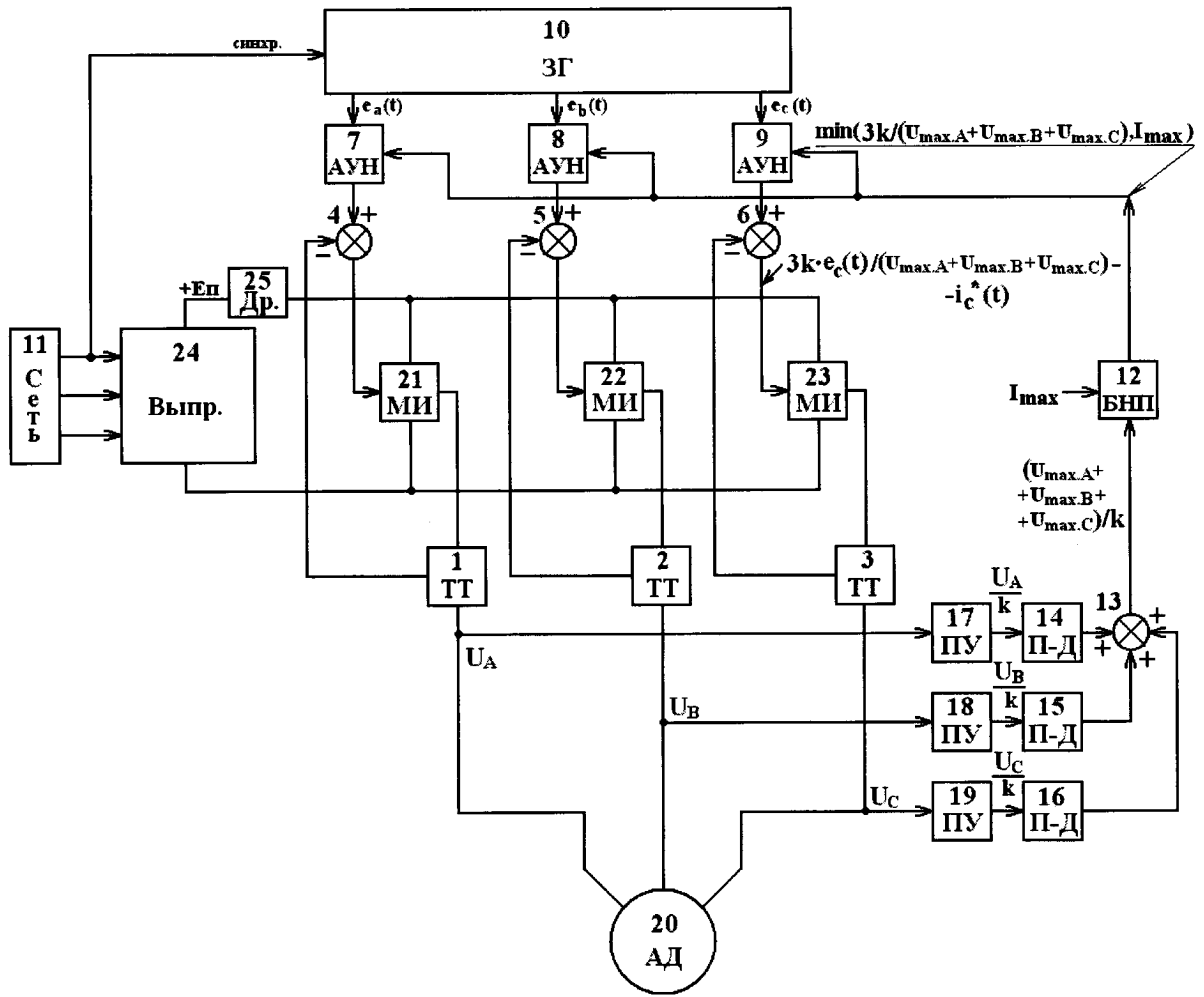
(57) Реферат:

Изобретение относится к области электротехники и может быть использовано в устройствах питания асинхронных двигателей как общепромышленного, так и специального назначения. Техническим результатом является обеспечение защиты двигателя от перегрева вследствие повреждений обмоток при повреждении электрической цепи ротора и обеспечения бесперебойной работы двигателя в подобных режимах. В устройство питания асинхронного двигателя, содержащее три мостовых инвертора, питаемых от сети постоянного напряжения и управляемых от трехфазного источника сигналов, введены преобразователи уровней, пик-детекторы фазных напряжений, блок формирования средней амплитуды, аналоговые умножители напряжения,

трансформаторы тока, соединенные выходами с сумматорами, вторыми входами у которых являются выходы аналоговых умножителей напряжения, первыми входами которых являются выходы задающего генератора, формирующего фазные напряжения и синхронизированного с питающей сетью, а вторыми - выход блока нелинейного преобразования, вход которого соединен с выходом блока формирования средней амплитуды, входы которого подключены к выходам пик-детекторов, входы которых подключены к выходам преобразователей уровней, входы которых подключены к зажимам питания двигателя, который подключен к выходам мостовых инверторов, к управляющим входам которых подключены выходы сумматоров. 2 ил.

RU 2 647 882 C 2

RU 2 647 882 C 2



Фиг.1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*H02H 7/08* (2006.01)  
*H02H 7/085* (2006.01)  
*H02H 5/04* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*H02H 7/08* (2006.01); *H02H 7/085* (2006.01); *H02H 5/04* (2006.01)

(21)(22) Application: **2016106441, 24.02.2016**

(24) Effective date for property rights:  
**24.02.2016**

Registration date:  
**21.03.2018**

Priority:  
(22) Date of filing: **24.02.2016**

(43) Application published: **29.08.2017** Bull. № 25

(45) Date of publication: **21.03.2018** Bull. № 9

Mail address:  
**630073, g. Novosibirsk, pr. K. Marksa, 20, NGTU**

(72) Inventor(s):  
**Lavrenov Evgenij Olegovich (RU)**

(73) Proprietor(s):  
**FEDERALNOE GOSUDARSTVENNOE  
BYUDZHETNOE OBRAZOVATELNOE  
UCHREZHDENIE VYSSHEGO  
OBRAZOVANIYA "NOVOSIBIRSKIY  
GOSUDARSTVENNYJ TEKHNICHESKIY  
UNIVERSITET" (RU)**

(54) **POWER SUPPLY OF ASYNCHRONOUS MOTOR**

(57) Abstract:

FIELD: electricity.

SUBSTANCE: in the power supply of the asynchronous motor, containing three bridge inverters, fed from the constant voltage network and controlled by three-phase signal source, level converters, phase-voltage peak detectors, average amplitude formation unit, analogue voltage multipliers, voltage transformers, interconnected with adders through outputs, the second outputs of which are outputs of analogue voltage multipliers, the first inputs of which are the outputs of the basic frequency generator, forming phase voltages and synchronized with the supply network, and the second inputs are the output of a nonlinear transformation unit, the input of which is connected to

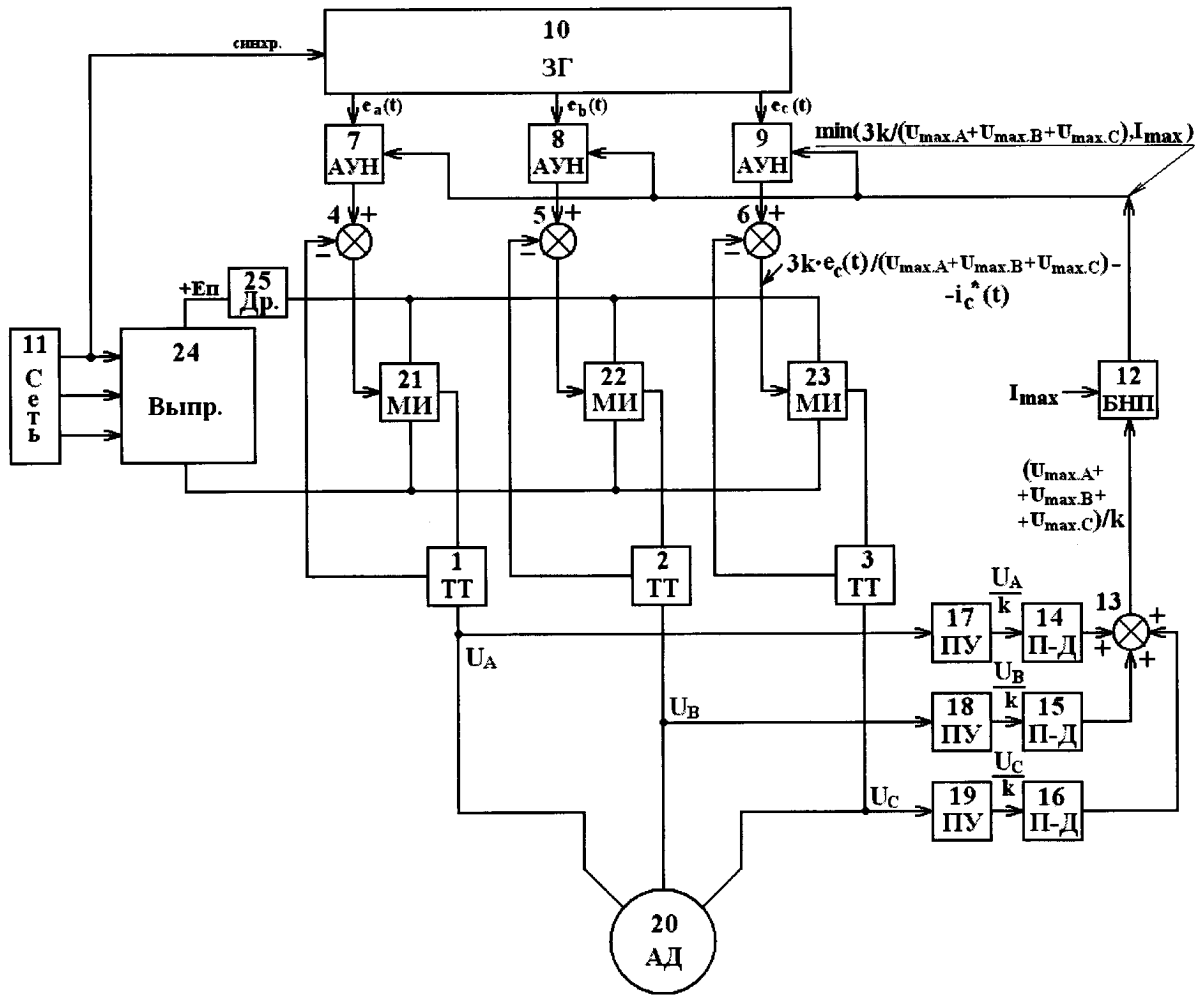
the output of the average amplitude formation unit, the inputs of which are connected to the outputs of peak-detectors, the inputs of which are connected to the outputs of the level converters, the inputs of which are connected to the supply terminals of the motor, which is connected to the outputs of bridge inverters, to the control inputs of which the outputs of the adders are connected, are introduced.

EFFECT: protection of the motor against overheating due to damage to the windings in case of damage to the electric circuit of the rotor and ensuring the uninterrupted operation of the motor in such modes.

2 dwg

C 2  
2 6 4 7 8 8 2  
R U

R U  
2 6 4 7 8 8 2  
C 2



Фиг.1

Предлагаемое изобретение относится к устройствам питания асинхронных двигателей как общепромышленного, так и специального назначения и может быть использовано для повышения надежности работы двигателя в аварийных ситуациях, в частности в режимах работы, связанных с потерей фазы питающей сети или появлением

5 электрической несимметрии в цепи ротора.

Устройство служит для защиты двигателя от перегрева вследствие повреждений обмоток при повреждении электрической цепи ротора и обеспечения бесперебойной работы двигателя в подобных режимах.

Это достигается тем, что в известном устройстве питания асинхронного двигателя, 10 содержащем три мостовых инвертора, питаемых от сети постоянного напряжения и управляемых от трехфазного источника сигналов, введены преобразователи уровней, пик-детекторы фазных напряжений, блок формирования средней амплитуды, аналоговые умножители напряжения, трансформаторы тока, соединенные выходами с сумматорами, вторыми входами у которых являются выходы аналоговых умножителей напряжения, 15 первыми входами которых являются выходы задающего генератора, формирующего фазные напряжения и синхронизированного с питающей сетью, а вторыми - выход блока нелинейного преобразования, вход которого соединен с выходом блока формирования средней амплитуды, входы которого подключены к выходам пик-детекторов, входы которых подключены к выходам преобразователей уровней, входы 20 которых подключены к зажимам питания двигателя, который также подключен к выходам мостовых инверторов, к управляющим входам которых подключены выходы сумматоров.

Устройство питания асинхронного двигателя

Предлагаемое изобретение относится к устройствам питания асинхронных двигателей 25 как общепромышленного, так и специального назначения и может быть использовано для повышения надежности работы двигателя в аварийных ситуациях, в частности, в режимах работы, связанных с потерей фазы питающей сети или появлением электрической несимметрии в цепи ротора.

Известно устройство для питания асинхронного двигателя (патент РФ №133365 30 «Устройство обеспечения живучести асинхронного электропривода», Н02Н 7/09), содержащее трехфазный преобразователь частоты, выполненный по трехфазной мостовой схеме, три датчика тока, каждый из которых подключен к соответствующей фазе обмотки статора асинхронного двигателя, на валу которого установлен датчик скорости, соединенный с микроконтроллером, к которому подключены задатчик 35 частоты вращения и преобразователь частоты.

Однако указанное устройство не содержит элементов, минимизирующих провал статической механической характеристики асинхронного двигателя при появлении электрической несимметрии в цепи ротора. Следовательно, возможны ситуации, когда при обрыве или замыкании обмотки ротора по обмоткам статора и силовой части 40 электропривода будет протекать значительный ток и произойдет так называемое «застревание» двигателя на половине номинальной скорости, что, в конечном счете, может привести к перегреву и последующему пожару двигателя.

Также известно устройство для питания асинхронного двигателя (заявка на изобретение №94040701 «Устройство для защиты электрической машины переменного 45 тока от аномальных режимов», Н02Н 7/08, Н02Н 7/085), содержащее трансформаторы тока по числу фаз электрической машины, вторичные обмотки которых подключены ко входу многофазного выпрямителя, цепь из одного или нескольких последовательно соединенных позисторов, установленных с возможностью теплового контакта с

обмотками статора защищаемой электрической машины, один из выводов этой цепи подключен к одному из выходных выводов упомянутого выпрямителя, конденсатор, одним из выводов соединенный с другим выводом цепи из одного или нескольких последовательно соединенных позисторов, пороговый узел, к выходу которого  
5 подключен вход исполнительного органа.

Однако указанное устройство не позволяет продолжить эксплуатацию двигателя с повреждением цепи ротора при ограничении функциональности.

Кроме того, известно устройство для питания асинхронного двигателя (патент РФ №2308138 «Трехфазный усилитель», Н02J 3/28), являющееся прототипом предлагаемого  
10 изобретения, содержащее три мостовых инвертора, питаемых от сети постоянного напряжения и управляемых от трехфазного источника сигналов, блоки формирования максимального, минимального и среднего между ними значений входных сигналов и три сумматора, причем первый-третий выходы трехфазного источника сигналов  
15 подключены к первым входам первого-третьего сумматоров и к первым-третьим входам блоков формирования максимального и минимального значений, выходы которых подключены к первому и второму входам блока формирования среднего значения, выходы первого-третьего сумматоров подключены к входам первого-третьего однофазных усилителей, выходы которых подключены к трехфазной нагрузке, соединенной в звезду.

Однако указанное устройство не защищает двигатель от перегрева при электрической несимметрии цепи ротора, не обеспечивает бесперебойной работы двигателя при повреждении цепи ротора.

Задачей (технический результат) предлагаемого изобретения является защита двигателя от перегрева вследствие повреждений обмоток при повреждении  
25 электрической цепи ротора, обеспечение бесперебойной работы двигателя в подобных режимах.

Поставленная задача достигается тем, что в известное устройство питания асинхронного двигателя, содержащее три мостовых инвертора, питаемых от сети постоянного напряжения и управляемых от трехфазного источника сигналов, введены  
30 преобразователи уровней, пик-детекторы фазных напряжений, блок формирования средней амплитуды, аналоговые умножители напряжения, трансформаторы тока, соединенные выходами с сумматорами, вторыми входами у которых являются выходы аналоговых умножителей напряжения, первыми входами которых являются выходы задающего генератора, формирующего фазные напряжения и синхронизированного с  
35 питающей сетью, а вторыми - выход блока нелинейного преобразования, вход которого соединен с выходом блока формирования средней амплитуды, входы которого подключены к выходам пик-детекторов, входы которых подключены к выходам преобразователей уровней, входы которых подключены к зажимам питания двигателя, который также подключен к выходам мостовых инверторов, к управляющим входам  
40 которых подключены выходы сумматоров.

На фиг. 1 приведена структурная схема предлагаемого устройства, на фиг. 2 - статические механические характеристики, поясняющие работу устройства: 1 - при задании симметричной системы фазных токов статора на номинальном уровне и симметричном режиме ротора; 2 - при задании симметричной системы фазных токов  
45 статора на номинальном уровне и наличии электрической несимметрии цепи ротора; 3 - при задании симметричной системы фазных токов статора с величиной, определяемой средней суммой модулей векторов напряжения.

Предлагаемое устройство (фиг. 1) содержит трансформаторы тока 1, 2, 3,

преобразующие ток фаз асинхронного двигателя и соединенные выходами с сумматорами 4, 5, 6, вторыми входами у которых являются выходы аналоговых умножителей напряжения 7, 8, 9, первыми входами которых являются выходы задающего генератора 10, формирующего фазные напряжения и синхронизированного с питающей сетью 11, а вторыми - выход блока нелинейного преобразования 12, на первом входе которого задается максимальная кратность пускового тока, а второй вход которого соединен с выходом блока формирования средней амплитуды 13, входы которого подключены к выходам пик-детекторов 14, 15, 16, входы которых подключены к выходам преобразователей уровней 17, 18, 19, входы которых подключены к зажимам питания двигателя 20, который также подключен к выходам мостовых инверторов 21, 22, 23, к управляющим входам которых подключены выходы сумматоров 4, 5, 6. Напряжение питания мостовых инверторов 21, 22, 23 обеспечивается силовым трехфазным выпрямителем 24 и сглаживается дросселем 25.

Устройство работает следующим образом: при подаче напряжения питания задающий генератор 10 формирует синусоидальные симметричные уровни напряжений, умножаемые на некоторый коэффициент, обратно пропорциональный среднему значению фазных амплитуд статора и ограниченный задаваемым максимальным пусковым током. Произведения напряжений на этот коэффициент подаются на сумматоры 4, 5, 6, на выходах которых формируются разностные составляющие токов, задаваемых, и токов, фактически протекающих по фазам статора асинхронного двигателя 20. Эта разностная составляющая управляет мостовыми инверторами 21, 22, 23 на основе ШИМ - появление положительного сигнала токового рассогласования приводит к увеличению длительности импульса в периоде ШИМ, из-за чего среднее значение напряжения на выходе инверторов 21, 22, 23 повышается, и наоборот - отрицательный сигнал токового рассогласования снижает длительность импульса в периоде, что приводит к уменьшению среднего напряжения на выходе инверторов 21, 22, 23.

При больших скольжениях ротора и поддержании в статоре асинхронного двигателя 20 номинального тока момент на валу двигателя мал, и возрастает только при скольжениях, близких к номинальным (фиг. 2). Напряжение на зажимах фаз статора при больших скольжениях также мало. Для компенсации пускового момента в предлагаемом устройстве предусмотрена цепь коррекции, состоящая из блока формирования средней амплитуды 13, блока нелинейного преобразования 12 и аналоговых умножителей напряжения 7, 8, 9, и повышающая уровень фазных токов статора асинхронного двигателя 20 при малых напряжениях на зажимах фаз статора умножением формируемых задающим генератором 10 токов на коэффициент, обратно пропорциональный амплитудным напряжениям фаз статора.

При электрической несимметрии цепи ротора асинхронного двигателя 20 и при реализованной схемотехнически симметрии токов статора амплитуды напряжений фаз статора существенно различаются, что объясняется наличием в магнитной цепи потокосцепления обратной последовательности, формирующего в цепи статора ЭДС обратной последовательности. При критическом случае, когда напряжение обратной последовательности равно напряжению прямой последовательности, ошибка коррекции несимметрии составляет  $(1.732+1.732)/3-1=0.155$ , т.е. 15.5%.

Таким образом, благодаря введению трансформаторов тока устройство питания асинхронного двигателя способно задавать симметричные синусоидальные токи фаз статора, что избавляет асинхронный двигатель от провала статической механической характеристики ниже нуля при наличии в нем электрической несимметрии в роторе, и

введением цепи коррекции, состоящей из блока формирования средней амплитуды, блока нелинейного преобразования и аналоговых умножителей напряжения, выполнена коррекция статической механической характеристики при больших скольжениях.

5 (57) Формула изобретения

Устройство питания асинхронного двигателя, содержащее три мостовых инвертора, питаемых от сети постоянного напряжения и управляемых от трехфазного источника сигналов, отличающееся тем, что в него введены преобразователи уровней, пик-детекторы фазных напряжений, блок формирования средней амплитуды, аналоговые  
10 умножители напряжения, трансформаторы тока, соединенные выходами с сумматорами, вторыми входами у которых являются выходы аналоговых умножителей напряжения, первыми входами которых являются выходы задающего генератора, формирующего фазные напряжения и синхронизированного с питающей сетью, а вторыми - выход  
15 блока нелинейного преобразования, вход которого соединен с выходом блока формирования средней амплитуды, входы которого подключены к выходам пик-детекторов, входы которых подключены к выходам преобразователей уровней, входы которых подключены к зажимам питания двигателя, который также подключен к выходам мостовых инверторов, к управляющим входам которых подключены выходы сумматоров.

20

25

30

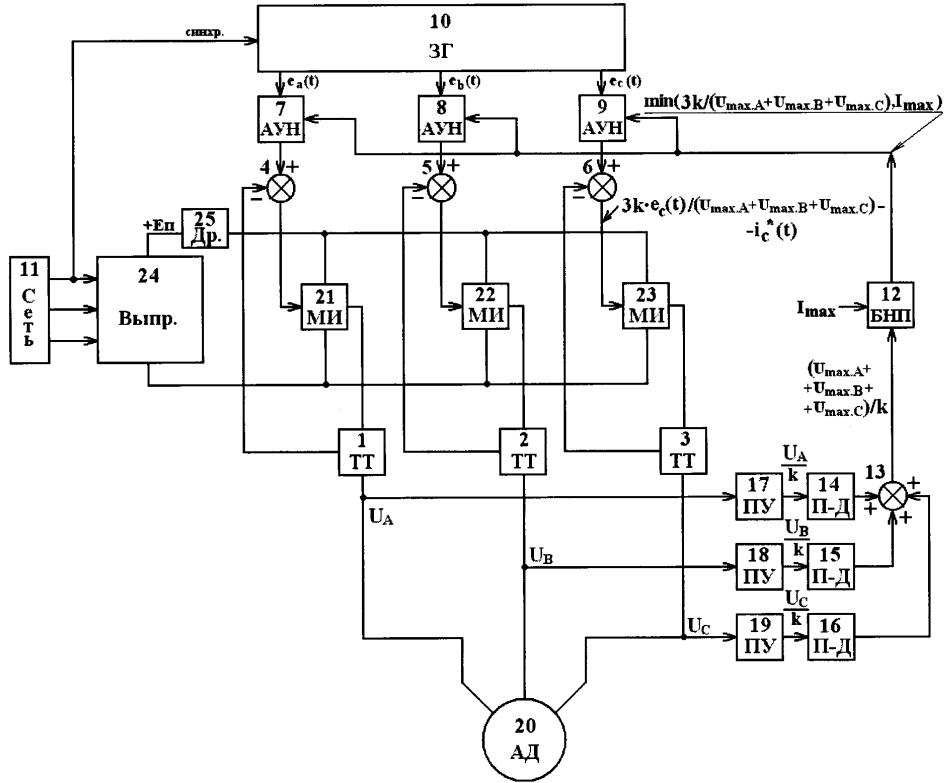
35

40

45

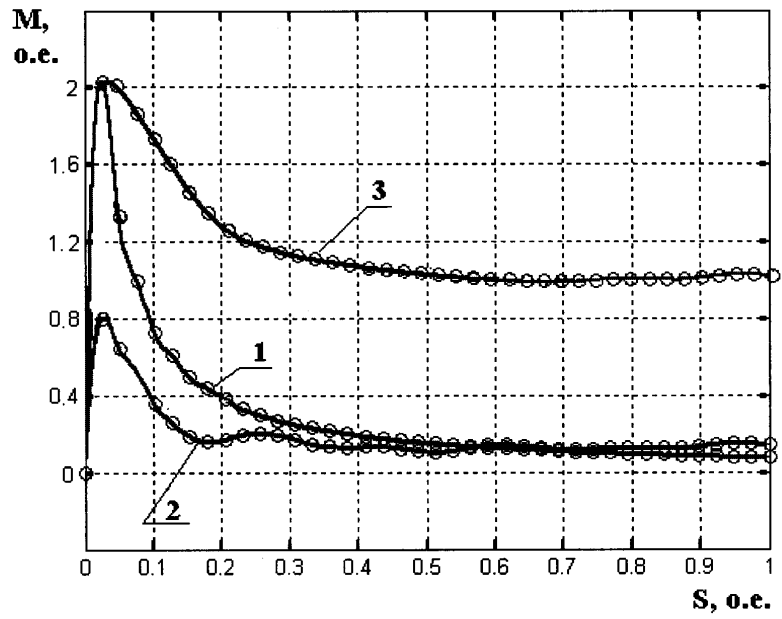


Устройство питания асинхронного двигателя



Фиг.1

Устройство питания асинхронного двигателя



Фиг. 2