

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



**ПАТЕНТ**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2467462

**ТРЕХФАЗНЫЙ АКТИВНЫЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ**

Патентообладатель(ли): **Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный горный университет" (RU)**

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2011133095

Приоритет изобретения **05 августа 2011 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **20 ноября 2012 г.**

Срок действия патента истекает **05 августа 2031 г.**

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** (11) **2467462**

(13) **C1**

(51) МПК  
**H02M7/217** (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2011133095/07, 05.08.2011**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента: **05.08.2011**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **05.08.2011**

(45) Опубликовано: **20.11.2012**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2279178 C1, 27.06.2006. SU 1577023 A1, 07.07.1990. GB 2002601 A, 21.02.1979.**

Адрес для переписки:

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

(72) Автор(ы):

**Козярук Анатолий Евтихиевич (RU),  
Васильев Богдан Юрьевич (RU),  
Свириденко Алексей Олегович (RU)**

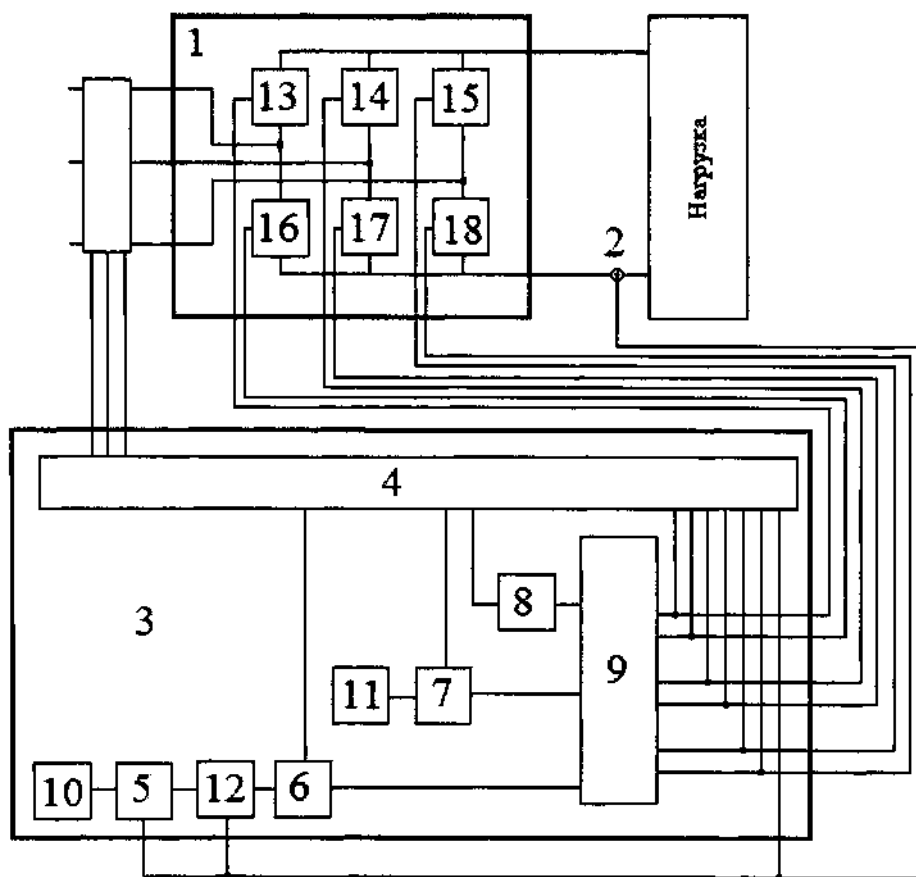
(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный горный университет" (RU)**

(54) **ТРЕХФАЗНЫЙ АКТИВНЫЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к силовой преобразовательной технике и может быть использовано для питания электроприводов постоянного тока, в составе преобразователей частоты для питания электроприводов переменного тока, в системах электропитания постоянным током, в силовых выпрямительных установках, питающихся от источников электрической энергии ограниченной мощности. Трехфазный активный выпрямитель, состоящий из блока силовых вентилях, собранных по трехфазной мостовой схеме, датчика выпрямленного напряжения и системы управления, на входе снабжен датчиками входных фазных токов, а система управления снабжена вычислителем ненаблюдаемых координат электропривода, двумя источниками постоянного тока, блоком перемножения, линейным регулятором выпрямленного напряжения, релейными регуляторами активной и реактивной энергии, определителем фазового сектора и блоком выбора вектора напряжения. Техническим результатом является обеспечение коэффициента мощности выпрямителя, равного единице, упрощение и повышение надежности выпрямителя. 1 з.п. ф-лы, 3 ил.



Фиг. 1

Изобретение относится к силовой преобразовательной технике и может быть использовано для питания электроприводов постоянного тока, в составе преобразователей частоты для питания электроприводов переменного тока, в системах электропитания постоянным током, в силовых выпрямительных установках, питающихся от источников электрической энергии ограниченной мощности.

Известен трехфазный мостовой неуправляемый выпрямитель (патент RU 2246169, опубл. 10.02.2005). Основными составными элементами выпрямителя являются диодный трехфазный мост, фильтровые конденсаторы и ограничитель пускового тока между средней точкой фильтровых конденсаторов и нейтралью сети.

Недостатками такого выпрямителя являются большие массогабаритные показатели реактивных элементов, низкое качество выпрямленного напряжения (высокий уровень пульсаций), отсутствие возможности его регулирования и стабилизации, а также малое значение коэффициента мощности, обусловленное высоким содержанием высших гармоник в спектре тока, потребляемого из питающей сети. Последние недостатки определяют низкий уровень электромагнитной совместимости указанного выпрямителя с питающей сетью и с нагрузкой.

Известен трехфазный управляемый выпрямитель (патент RU 2279178, опубл. 27.06.2006), принятый за прототип. Трехфазный управляемый выпрямитель состоит из блока силовых вентилях, собранных по трехфазной мостовой схеме, входного и выходного фильтра, трех датчиков входного напряжения, датчика выпрямленного напряжения и системы управления. В блоке силовых вентилях в качестве ключей используются полностью управляемые полупроводниковые приборы. В систему управления входят генератор пилообразного напряжения, формирователь импульсов управления, циклический регистр сдвига, устройство сравнения фазных напряжений и схема выбора включаемых вентилях.

Недостатками выпрямителя являются сложная структура и относительно ненадежная система управления ключами выпрямителя, низкое быстродействие системы управления.

Техническим результатом изобретения является обеспечение коэффициента мощности выпрямителя, равного единице, улучшение и повышение надежности выпрямителя.

Технический результат достигается тем, что трехфазный активный выпрямитель, состоящий из блока силовых вентилях, собранных по трехфазной мостовой схеме, на полностью управляемых вентилях-транзисторах, датчика выпрямленного напряжения и системы управления, на входе снабжен датчиками входных фазных токов, а система управления снабжена вычислителем, двумя источниками постоянного тока, блоком перемножения, линейным регулятором выпрямленного напряжения, релейными регуляторами активной и реактивной энергии, определителем фазового сектора и блоком выбора вектора напряжения, при этом входные выводы вычислителя соединены с датчиками входных фазных токов и

выходными выводами блока выбора вектора напряжения и датчиком выпрямленного напряжения, а выходные выводы - с первыми входными выводами релейных регуляторов активной и реактивной энергии и определителем фазового сектора, выходной вывод определителя фазового сектора соединен с первым входным выводом блока выбора вектора напряжения, второй входной вывод релейного регулятора реактивной энергии соединен с источником постоянного тока, а выходной вывод - со вторым входным выводом блока выбора вектора напряжения, входные выводы линейного регулятора выпрямленного напряжения соединены с источником постоянного тока и датчиком выпрямленного напряжения, а выходной вывод - с первым входным выводом блока перемножения, второй входной вывод которого соединен с датчиком выпрямленного напряжения, выходной вывод блока перемножения соединен со вторым входным выводом релейного регулятора активной энергии, выходной вывод которого соединен с третьим входным выводом блока выбора вектора напряжения, а выходные выводы блока выбора вектора напряжения соединены с управляющими выводами транзисторов.

Линейный регулятор выпрямленного напряжения может быть выполнен в виде пропорционально-интегрального регулятора, а релейные регуляторы активной и реактивной энергии могут быть выполнены в виде двухпозиционных релейных регуляторов с гистерезисной петлей без зоны нечувствительности.

Структурная схема трехфазного активного выпрямителя представлена на фиг. 1. Трехфазный активный выпрямитель состоит из блока силовых вентилялей 1, собранных по трехфазной мостовой схеме, на полностью управляемых вентилях-транзисторах 13, 14, 15, 16, 17, 18, датчика выпрямленного напряжения 2, датчиков входных фазных токов 19 и системы управления 3.

В состав системы управления входят вычислитель 4, линейный регулятор выпрямленного напряжения 5, релейные регуляторы активной 6 и реактивной энергии 7, определитель фазового сектора 8, блок выбора вектора напряжения 9, источники постоянного тока 10 и 11, блок перемножения 12.

Входные выводы вычислителя 4 соединены с датчиками входных фазных токов, выходными выводами блока выбора вектора напряжения 9 и датчиком выпрямленного напряжения 2, а выходные выводы - с первыми входными выводами релейных регуляторов активной 6 и реактивной энергии 7 и определителем фазового сектора 8. Выходной вывод определителя фазового сектора 8 соединен с первым входным выводом блока выбора вектора напряжения 9. Второй входной вывод релейного регулятора реактивной энергии 7 соединен с источником постоянного тока 11, а выходной вывод - со вторым входным выводом блоком выбора вектора напряжения 9. Входные выводы линейного регулятора выпрямленного напряжения 5 соединены с источником постоянного тока 10 и датчиком выпрямленного напряжения 2, а выходной вывод - с первым входным выводом блока перемножения 12, второй входной вывод которого соединен с датчиком выпрямленного напряжения 2. Выходной вывод блока перемножения 12 соединен со вторым входным выводом релейного регулятора активной энергии 6, выходной вывод которого соединен с третьим входным выводом блока выбора вектора напряжения 9. Выходные выводы блока выбора вектора напряжения 9 соединены с управляющими выводами транзисторов.

Выпрямитель работает следующим образом. С помощью источника постоянного тока 10 устанавливают значение выпрямленного напряжения, а с помощью источника постоянного тока 11 устанавливают значение реактивной энергии. В вычислителе 4 рассчитывают текущее значение активной и реактивной энергии и угол поворота вектора входного напряжения выпрямителя.

В определителе фазового сектора 8 по углу поворота вектора входного напряжения выпрямителя определяют номер сектора, в котором находится вектор входного напряжения выпрямителя. На фиг.2 показано положение этого вектора. За один полный период вектор  $U$  последовательно перемещается из сектора 1 в сектора 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 и опять в сектор 1. Угол  $\varphi_U$  при этом изменяется от 0 до  $2\pi$ . Информация о номере сектора поступает на входной вывод блока выбора вектора напряжения 9, где по номеру сектора выбирают столбец таблицы переключения.

Постоянное значение выпрямленного напряжения поступает на входной вывод линейного регулятора выпрямленного напряжения 5, в качестве которого используют пропорционально-интегральный регулятор. Информация с выхода линейного регулятора выпрямленного напряжения 5 поступает на первый входной вывод блока перемножения 12, а на второй входной вывод поступает информация с датчиком выпрямленного напряжения 2. В результате операции перемножения формируют уставку на заданное значение активной энергии. Она поступает на первый входной вывод релейного регулятора активной энергии 6, а на второй входной вывод поступает информация о текущем значении активной энергии. Информация с выходного вывода релейного регулятора активной энергии 6 в виде единичных импульсов поступает на третий входной вывод блока выбора вектора напряжения 9.

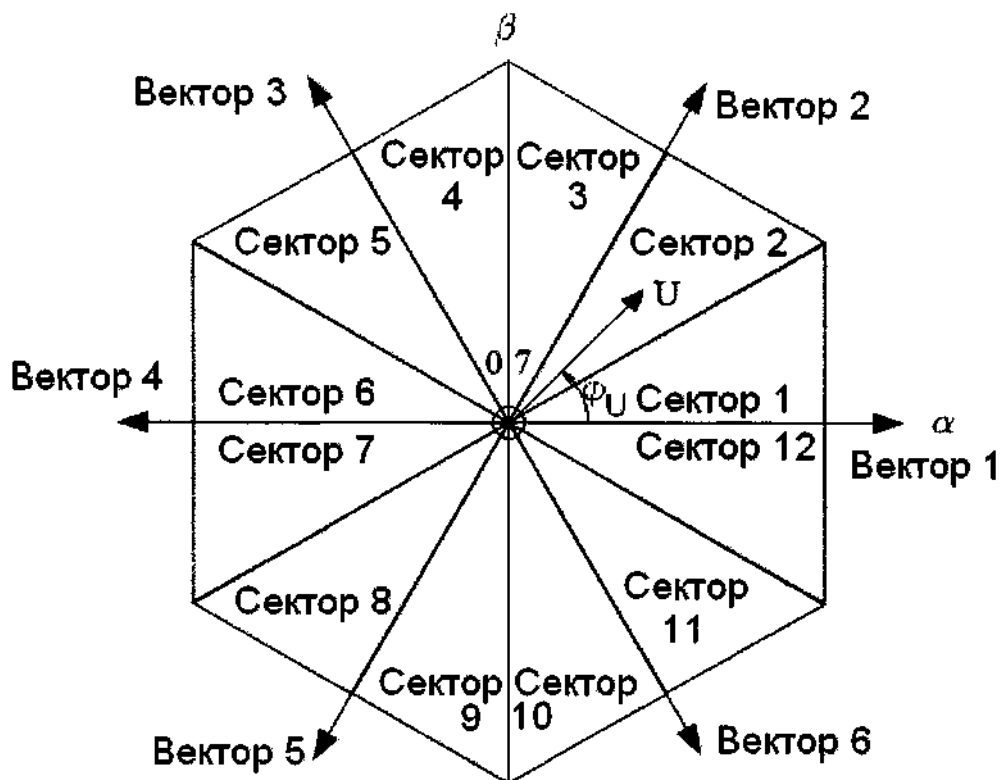
Информация о текущем значении реактивной энергии поступает на первый входной вывод релейного регулятора реактивной энергии 7, на первый входной вывод устанавливают нулевое значение реактивной энергии. Информация с выходного вывода релейного регулятора реактивной энергии 7 в виде единичных импульсов поступает на второй входной вывод блока выбора вектора напряжения 9.

В блоке выбора вектора напряжения 9 по номеру сектора выбирают столбец таблицы переключения, а по значению выходных сигналов релейных регуляторов активной и реактивной энергии выбирают строку таблицы переключения. По пересечению указанных строки и столбца выбирают вектор напряжения выпрямителя, с возможностью поддержания вектора входного тока синфазно с вектором напряжения выпрямителя. Выбор вектор напряжения выпрямителя осуществляется в автоматическом режиме. Частота выбора равна частоте коммутации силовых вентилялей трехфазного активного выпрямителя 12 кГц. Таблица переключения блока выбора вектора напряжения 9 представлена на фиг.3.

Таким образом, выпрямитель обеспечивает коэффициент мощности выпрямителя, равный единице, упрощается конструкция и повышается надежность выпрямителя, что приводит к повышению качества управления и стабилизации выпрямленного напряжения.

### Формула изобретения

1. Трехфазный активный выпрямитель, состоящий из блока силовых вентилях, собранных по трехфазной мостовой схеме на полностью управляемых вентилях-транзисторах, датчика выпрямленного напряжения и системы управления, отличающийся тем, что на входе он снабжен датчиками входных фазных токов, а система управления снабжена вычислителем ненаблюдаемых координат электропривода, двумя источниками постоянного тока, блоком перемножения, линейным регулятором выпрямленного напряжения, релейными регуляторами активной и реактивной энергии, определителем фазового сектора и блоком выбора вектора напряжения, при этом входные выходы вычислителя соединены с датчиками входных фазных токов и выходными выводами блока выбора вектора напряжения и датчиком выпрямленного напряжения, а выходные выводы - с первыми входными выводами релейных регуляторов активной и реактивной энергии и определителем фазового сектора, выходной вывод определителя фазового сектора соединен с первым входным выводом блока выбора вектора напряжения, второй входной вывод релейного регулятора реактивной энергии соединен с источником постоянного тока, а выходной вывод - со вторым входным выводом блока выбора вектора напряжения, входные выводы линейного регулятора выпрямленного напряжения соединены с источником постоянного тока и датчиком выпрямленного напряжения, а выходной вывод - с первым входным выводом блока перемножения, второй входной вывод которого соединен с датчиком выпрямленного напряжения, выходной вывод блока перемножения соединен со вторым входным выводом релейного регулятора активной энергии, выходной вывод которого соединен с третьим входным выводом блока выбора вектора напряжения, а выходные выводы блока выбора вектора напряжения соединены с управляющими выводами транзисторов.
2. Выпрямитель по п.1 отличающийся тем, что линейный регулятор выпрямленного напряжения выполнен в виде пропорционально-интегрального регулятора, а релейные регуляторы активной и реактивной энергии выполнены в виде двухпозиционных релейных регуляторов с гистерезисной петлей без зоны нечувствительности.



Фиг. 2

Выход PRAЭ	Выход PPPЭ	Номер сектора											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>3</sub>	U <sub>3</sub>	U <sub>4</sub>	U <sub>4</sub>	U <sub>5</sub>	U <sub>5</sub>	U <sub>6</sub>	U <sub>5</sub>	U <sub>1</sub>
1	0	U <sub>6</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>3</sub>	U <sub>3</sub>	U <sub>4</sub>	U <sub>4</sub>	U <sub>5</sub>	U <sub>6</sub>	U <sub>6</sub>
0	1	U <sub>2</sub>	U <sub>2</sub>	U <sub>3</sub>	U <sub>3</sub>	U <sub>4</sub>	U <sub>4</sub>	U <sub>5</sub>	U <sub>5</sub>	U <sub>6</sub>	U <sub>6</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>1</sub>
1	1	U <sub>7</sub>	U <sub>7</sub>	U <sub>0</sub>	U <sub>0</sub>	U <sub>7</sub>	U <sub>7</sub>	U <sub>0</sub>	U <sub>0</sub>	U <sub>7</sub>	U <sub>7</sub>	U <sub>0</sub>	U <sub>0</sub>

Фиг. 3