



УКРАЇНА

(19) UA (11) 41389 (13) C2

(51) 7 H02M3/28, H02M3/142, B60L9/22

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ ЗНИЖЕННЯ НАПРУГИ

(21) 96072879

(22) 17.07.1996

(24) 17.09.2001

(31) 9508669

(32) 18.07.1995

(33) FR

(46) 17.09.2001, Бюл. № 8, 2001 р.

(72) Дебрюін Марк, FR, Жун Фанлю, CN

(73) ЖЕ-Е-СЕ АЛЬСТОМ ТРАНСПОР СА, FR

(56) Proceeding's of the annual power electronics specialists conferens, Taipei, Taiwan, June 20-24, 1994, vol. 1, pages 709-713, XP000492085.

(57) 1. Устройство понижения напряжения, содержащее главный тяговый трансформатор и, по меньшей мере, два выпрямителя тока, **отличающееся** тем, что указанные выпрямители выполнены в виде принудительно коммутируемых однофазных выпрямителей, по меньшей мере, один из которых соединен со входом для подключения устройства к источнику постоянного напряжения и со вторичной обмоткой главного тягового трансформатора для реализации функции инвертора напряжения, а другой или другие соединены с другими вторичными обмотками главного тягового трансформатора для отбора мощности, пропущенной через трансформатор, и реализации функции повышающих напряжение управляемых выпрямителей, соединенных с выходом для подачи на него единственного постоянного напряжения, причем первичная обмотка главного тягового трансформатора разомкнута.

2. Устройство по п. 1, **отличающееся** тем, что содержит три принудительно коммутируемых однофазных выпрямителя, а главный тяговый трансформатор имеет три вторичные обмотки, причем первый и второй выпрямители подключены соответственно, к первой и второй вторичным обмоткам главного тягового трансформатора для син-

хронной реализации функции инвертора напряжения, а третий выпрямитель подключен к третьей вторичной обмотке главного тягового трансформатора для реализации функции повышающего напряжения управляемого выпрямителя.

3. Устройство по п. 2, **отличающееся** тем, что первая, вторая и третья вторичные обмотки главного тягового трансформатора имеют одинаковое количество витков.

4. Устройство по п. 1, **отличающееся** тем, что содержит, по меньшей мере, одну пару последовательно включенных принудительно коммутируемых однофазных выпрямителей, причем каждая пара содержит первый и второй выпрямители и подключена к источнику входного напряжения, первый или первые однофазные выпрямители соединены с первой или первыми вторичными обмотками главного тягового трансформатора для синхронной реализации функции инвертора напряжения, а второй или вторые принудительно коммутируемые однофазные выпрямители с другими вторичными обмотками главного тягового трансформатора для реализации функции повышающих напряжение управляемых выпрямителей.

5. Устройство по п. 2 или 4, **отличающееся** тем, что выпрямители, реализующие функцию инверторов, - это преобразователи входного напряжения в, по меньшей мере, одно переменное напряжение прямоугольной формы с частотой, при которой магнитная цепь главного тягового трансформатора не достигает насыщения.

6. Устройство по любому из пп. 1, 2, 4 или 5, **отличающееся** тем, что однофазные выпрямители, реализующие функцию повышающих напряжение управляемых выпрямителей, выполнены так, что их выходное постоянное напряжение на небольшую величину превышает половину входного напряжения.

Изобретение относится к асинхронным тяговым системам, питаемым от однофазной магистральной сети и, в частности, к устройству понижения напряжения и к асинхронной тяговой системе, питаемой от однофазной магистральной сети и включающей такое устройство.

При существующем уровне техники в асинхронных тяговых системах, питаемых от однофаз-

ной магистральной сети, обычно используют преобразователи напряжения, приводящие тяговые двигатели, и принудительно коммутируемые выпрямители, обеспечивающие питание преобразователей промежуточным постоянным током.

Эти существующие тяговые системы позволяют стандартизировать плечи преобразователей и выпрямителей так, чтобы они могли выдержи-

(19) UA (11) 41389 (13) C2

вать только напряжение промежуточного постоянного тока.

В некоторых случаях тяговые системы должны работать при различных переменных токах и при питании от силовых магистралей постоянного тока, например при питании постоянным током напряжением 3000 В.

В этих случаях преобразователи и выпрямители нельзя подсоединять непосредственно к источнику постоянного тока высокого напряжения. Применявшееся до сих пор решение проблемы в существующих системах предусматривало переключение плеч выпрямителя для формирования из них (вибро)преобразователя, чтобы получить от источника 3000 В такое же промежуточное постоянное напряжение, что и напряжение, питающее тяговые преобразователи от однофазной сети.

Одним из способов реализации этого решения является использование электромеханических переключателей устройств и сглаживающих индуктивностей.

Иногда оказывается возможным заменить эти индуктивности вторичными обмотками однофазного тягового трансформатора.

Недостатком подобных существующих решений является потребность в нескольких промежуточных напряжениях.

Не все из этих промежуточных напряжений имеют общую точку одного потенциала.

Например, одно из промежуточных напряжений соединено непосредственно с положительной клеммой источника питания. Непосредственным следствием этого является необходимость проектировать остальную часть цепи этого промежуточного напряжения так, чтобы она могла выдерживать напряжение 3000 В относительно земли (стандарт IEC требует 9500 В (действующих) при 50 Гц).

Эти требования к изоляции ведут к увеличению количества и размеров изоляторов, удлинению проводящих цепей и к увеличению термосопротивления систем охлаждения полупроводников.

Известно устройство, описанное в PROCEEDING'S OF THE ANNUAL POWER ELECTRONICS SPECIALISTS CONFERENCE, TAIPEI, TAIWAN, JUNE 20-24, 1994, vol. 1, pages 709-713, XP000492085, HIROFUMI MATSUO ET AL: "AN IMPROVED THE ELECTRIC RAILWAY ROLLING STOCK BY USING A NEW TWO PHASE BUCK-BOOST TYPE DC/DC CONVERTER" *figures 1C, 2*. Известное устройство понижения напряжения предназначено для преобразования высокого постоянного напряжения магистральной питающей сети - 1500 В в низкое переменное напряжение - 440 В. Устройство понижения напряжения содержит главный тяговый трансформатор и по меньшей мере два выпрямителя тока. Устройство также содержит быстродействующий выключатель, мощный индуктивный двухфазный ШИМ преобразователь постоянного тока компенсационно-вольтдобавочного типа на запираемых тиристорах, индуктивный фильтр, балластный резистор и 3 фильтрующих конденсатора (C_0 , C_1 и C_2).

Устройство работает следующим образом. Входное постоянное напряжение величиной 1500

В поступает на быстродействующий выключатель. Когда выключатель включен, входной ток проходит через индуктивный фильтр, балластный резистор и фильтрующий конденсатор. После того, как фильтрующие конденсаторы C_0 и C_1 зарядятся в достаточной степени, запираемый тиристор преобразователя открывается и создают цепь для входного тока.

Однако известное устройство имеет большие потери мощности на элементах схемы, а именно, на балластном резисторе, двухфазном преобразователе и элементах индуктивного фильтра.

Соответственно в основу изобретения положена задача создать такое устройство для понижения напряжения в асинхронной питаемой от однофазной силовой магистрали тяговой системе, конструкционные особенности которого позволяют снизить потери мощности на элементах схемы устройства.

Поставленная задача решается тем, что в известном устройстве понижения напряжения, содержащем главный тяговый трансформатор и, по меньшей мере, два выпрямителя тока, согласно изобретению, указанные выпрямители выполнены в виде принудительно коммутируемых однофазных выпрямителей, по меньшей мере, один из которых соединен с входом для подключения устройства к источнику постоянного напряжения и - со вторичной обмоткой главного тягового трансформатора для реализации функции инвертора напряжения, а другой или другие соединены с другими вторичными обмотками главного тягового трансформатора для отбора мощности, пропущенной через трансформатор, и реализации функции повышающих напряжение управляемых выпрямителей, соединенных с выходом для подачи на него единственного постоянного напряжения, причем первичная обмотка главного тягового трансформатора разомкнута.

Возможно, чтобы устройство понижения напряжения содержало три принудительно коммутируемых однофазных выпрямителя, а главный тяговый трансформатор имел три вторичные обмотки, причем первый и второй выпрямители были подключены соответственно к первой и второй, вторичным обмоткам главного тягового трансформатора для синхронной реализации функции инвертора напряжения, а третий выпрямитель, был подключен к третьей вторичной обмотке главного тягового трансформатора для реализации функции повышающего напряжение управляемого выпрямителя.

Рекомендуется, чтобы первая, вторая и третья вторичные обмотки главного тягового трансформатора имели одинаковое количество витков.

Целесообразно, чтобы устройство для понижения напряжения содержало по меньшей мере одну пару последовательно включенных принудительно коммутируемых однофазных выпрямителя, причем каждая пара содержала бы первый и второй выпрямители и подключена к источнику входного напряжения, первый или первые однофазные выпрямители были соединены с первой или первыми вторичными обмотками главного тягового трансформатора для синхронной реализации функции инвертора напряжения, а второй или вторые принудительно коммутируемые однофазные вы-

прямители с другими вторичными обмотками главного тягового трансформатора для реализации функции повышающих напряжение управляемых выпрямителей.

Выпрямители, реализующие функцию инверторов, - это преобразователи входного напряжения в по меньшей мере одно переменное напряжение прямоугольной формы с частотой, при которой магнитная цепь главного тягового трансформатора не достигает насыщения.

Наиболее целесообразно, чтобы однофазные выпрямители, реализующие функцию повышающих напряжение управляемых выпрямителей, были выполнены так, что их выходное постоянное напряжение на небольшую величину превышает половину входного напряжения.

Другие детали, особенности и преимущества изобретения видны из описания предпочтительного воплощения устройства понижения напряжения согласно изобретению со ссылками на прилагаемые чертежи, где изображены на:

фиг. 1 - блок-схема устройства понижения напряжения, в котором предусмотрена гальваническая изоляция;

фиг. 2 - блок-схема устройства понижения напряжения без гальванической изоляции;

фиг. 3 - расширенный вариант устройства понижения напряжения, показанного на фиг. 2, включающий шесть принудительно коммутируемых однофазных выпрямителей.

На фиг. 1 показана блок-схема предпочтительного воплощения соответствующего изобретению устройства понижения напряжения с гальванической изоляцией.

Первый и второй принудительно коммутируемые однофазные выпрямители 1 и 2 подключены последовательно к входному напряжению E , например, 3000 В.

Первый и второй принудительно коммутируемые однофазные выпрямители 1 и 2 питают, соответственно, первую и вторую вторичные обмотки 3 и 4 главного тягового трансформатора Т.

Первый и второй принудительно коммутируемые однофазные выпрямители работают как синхронные преобразователи напряжения.

Первый и второй принудительно коммутируемые однофазные выпрямители питают соответственно первую и вторую вторичные обмотки 3 и 4 главного тягового трансформатора переменным напряжением прямоугольной формы величиной, например, $3000/2=1500$ В и частотой, выбранной так, что магнитная цепь главного тягового трансформатора Т не насыщена.

Третий принудительно коммутируемый выпрямитель 6 получает питание от третьей вторичной обмотки 5 главного тягового трансформатора Т.

Этот третий принудительно коммутируемый однофазный выпрямитель 6 работает как повышающий напряжение выпрямитель, управляемый так же, как и при использовании его при питании от однофазной силовой магистрали, так что благодаря соответствующему регулированию его выходное постоянное напряжение S составляет не менее $3000/2=1500$ В.

Первичная обмотка 7 главного трансформатора Т разомкнута и, таким образом, не используется.

Как было отмечено выше, три вторичные обмотки главного тягового трансформатора имеют одинаковые количества витков, как это имеет место в случае, например, рельсовой тяги.

Цепь промежуточного постоянного напряжения гальванически изолирована, и напряжение относительно земли может рассматриваться как в случае питания от однофазной силовой магистрали.

Управляющий (не показанный) узел встроен в электронное устройство управления первым и вторым принудительно коммутируемыми однофазными выпрямителями, поддерживает баланс между напряжениями однофазных выпрямителей и обеспечивает отсутствие постоянной составляющей тока в первой и второй вторичных обмотках.

Этот узел, встроенный в электронное устройство управления первым и вторым принудительно коммутируемыми однофазными выпрямителями, предназначен для устранения разницы между напряжениями путем использования отношения циклических проводимостей полупроводников первого и/или второго принудительно коммутируемых однофазных выпрямителей.

Устройство понижения напряжения согласно изобретению, включая разомкнутую цепь первичной обмотки главного трансформатора, имеет следующие преимущества: на его выходе имеется единственное напряжение, и один из выходных полюсов можно заземлить, его выход при желании может быть гальванически изолирован, нет необходимости изолировать оборудование, связанное с входной цепью постоянного напряжения, нет необходимости в дополнительных связывающих индуктивностях, используемых в существующих системах.

На фиг. 2 показана блок-схема предпочтительного воплощения устройства понижения напряжения согласно изобретению, которое не требует гальванической изоляции.

Первый и второй принудительно коммутируемые однофазные выпрямители 1 и 6 подсоединены последовательно к входному напряжению, например, 3000 В.

Первый принудительно коммутируемый однофазный выпрямитель 1 выполняет ту же функцию, что и однофазный выпрямитель, описанный выше со ссылкой на фиг. 1.

Первый однофазный выпрямитель 1 питает первую вторичную обмотку 3 главного тягового трансформатора Т.

Первый однофазный выпрямитель 1 работает как генератор и подает переменное напряжение прямоугольной формы величиной, например, $3000/2=1500$ В в первую вторичную обмотку главного тягового трансформатора.

Второй принудительно коммутируемый однофазный выпрямитель 6 получает питание от второй вторичной обмотки 5 главного тягового трансформатора.

Этот второй принудительно коммутируемый однофазный выпрямитель 6 работает как повышающий напряжение выпрямитель, управляемый так же, как и при использовании его при питании от однофазной силовой магистрали, так что благодаря соответствующему регулированию его вы-

ходное постоянное напряжение S составляет немного более $3000/2=1500$ В относительно земли M .

Первичная обмотка 7 главного трансформатора T разомкнута и, таким образом, не используется.

Управляющее устройство (не показано) первого принудительно коммутируемого однофазного выпрямителя 1 предотвращает появление постоянной составляющей тока в первой вторичной обмотке.

Управляющее устройство (не показано) второго принудительно коммутируемого однофазного выпрямителя 6 регулирует выходное напряжение S .

На фиг. 3 показан расширенный вариант устройства понижения напряжения, показанного на фиг. 2, включающий шесть принудительно коммутируемых однофазных выпрямителей.

Фиг. 3 включает три пары принудительно коммутируемых выпрямителей 1, 6, причем каждая пара принудительно коммутируемых однофазных выпрямителей получает питание от входного напряжения E , например, 3000 В.

Каждый из первых принудительно коммутируемых однофазных выпрямителей 1 связан с первой вторичной обмоткой 3, и каждый из вторых принудительно коммутируемых однофазных 6 связан со второй вторичной обмоткой 5.

Каждый из первых принудительно коммутируемых однофазных выпрямителей 1 питает первую вторичную обмотку 3 того же главного тягового трансформатора T .

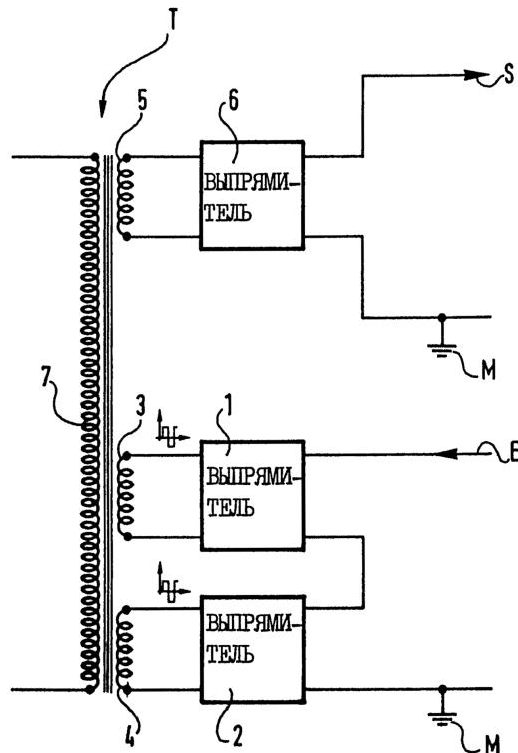
Все вторые принудительно коммутируемые однофазные выпрямители 6 работают как повышающие напряжение управляемые выпрямители с регулируемым выходным напряжением немного более, например, $3000/2=1500$ В относительно земли.

Первичная обмотка 7 главного трансформатора T разомкнута и, таким образом, не используется.

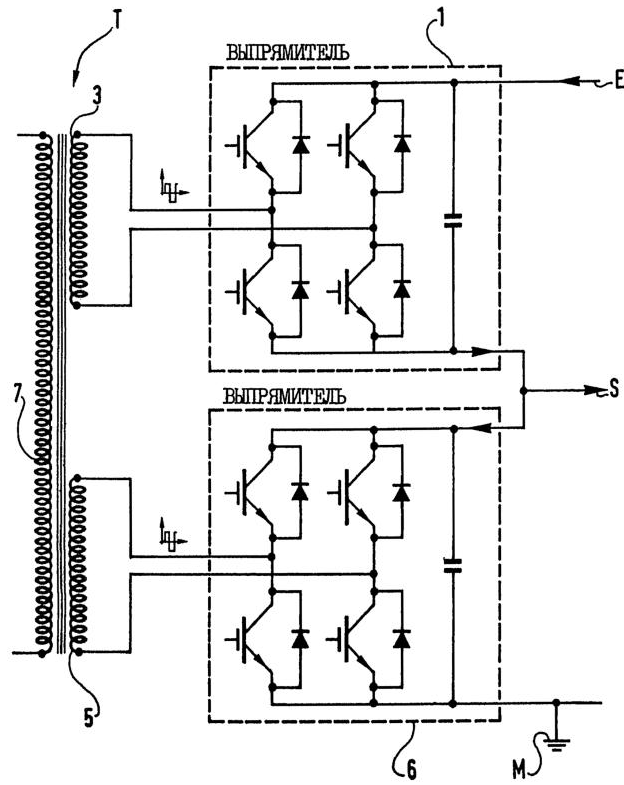
Ясно, что в каждом из описанных выше предпочтительных воплощений устройство понижения напряжения согласно изобретению включает одну пару принудительно коммутируемых однофазных выпрямителей 1, 2 или 1, 6, присоединенных к вторичным обмоткам 3, 4 или 3, 5 главного тягового трансформатора T , причем мощность, получаемая от питающей магистрали постоянного тока, проходит через главный тяговый трансформатор T , а энергию получают с вторичной обмотки 5 посредством использования принудительно коммутируемого однофазного выпрямителя 6, работающего как повышающий напряжение управляемый выпрямитель, и других принудительно коммутируемых однофазных выпрямителей, работающих как синхронные преобразователи напряжения.

Устройство понижения напряжения согласно изобретению находит одно частное, но не исключительное, применение в рельсовой тяге.

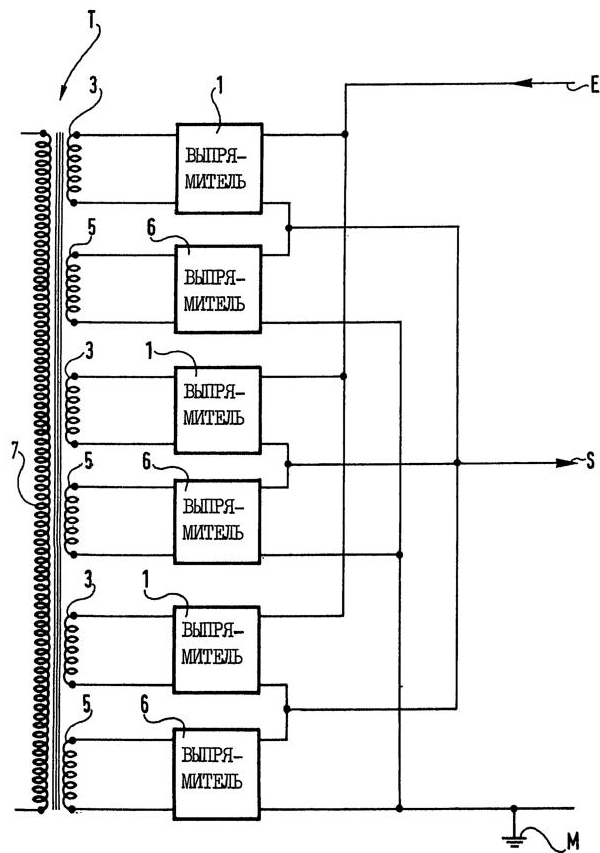
Изобретение также применимо в синхронных тяговых системах, питаемых от однофазной силовой магистрали и включающих описанное устройство понижения напряжения.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
(044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60х84 1/8.
Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
(044) 268-25-22
