

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **180 120** (13) **U1**

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
(51) МПК
[G05F 1/00 \(2006.01\)](#)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: прекратил действие, но может быть восстановлен (последнее изменение статуса: 18.03.2019)
Пошлина: учтена за 2 год с 02.08.2017 по 01.08.2018

| | |
|---|---|
| <p>(21)(22) Заявка: 2016131660, 01.08.2016</p> <p>(24) Дата начала отсчета срока действия патента: 01.08.2016</p> <p>Дата регистрации: 05.06.2018</p> <p>Приоритет(ы):</p> <p>(22) Дата подачи заявки: 01.08.2016</p> <p>(45) Опубликовано: 05.06.2018 Бюл. № 16</p> <p>(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: SU 1001390 A1, 28.02.1983. RU 95948 U1, 10.07.2010. US 20140028092 A1, 30.01.2014. US 7313006 B2, 25.12.2007.</p> <p>Адрес для переписки: 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ, центр интеллектуальной собственности</p> | <p>(72) Автор(ы): Хохлов Константин Олегович (RU), Ищенко Алексей Владимирович (RU), Наронов Александр Сергеевич (RU)</p> <p>(73) Патентообладатель(и): Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина" (RU)</p> |
|---|---|

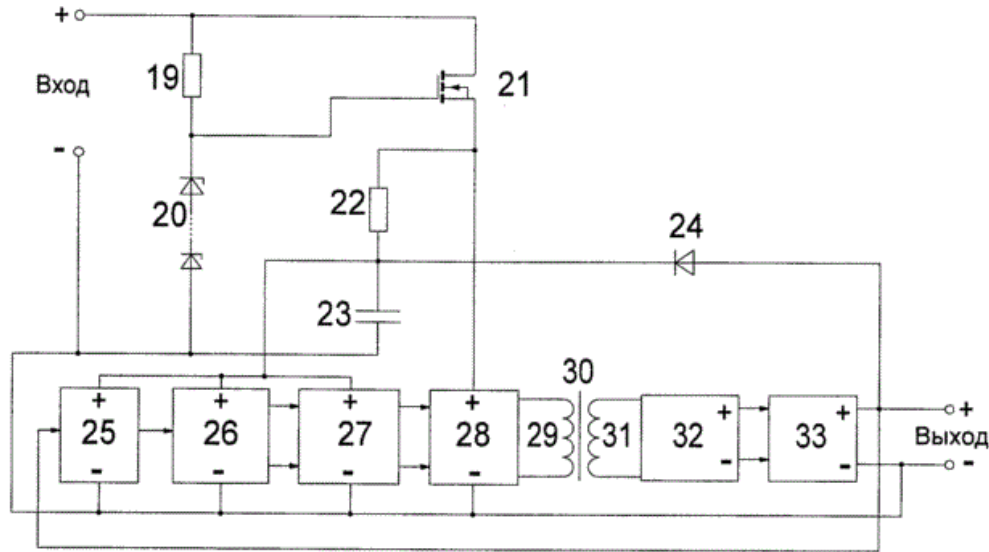
(54) Преобразователь электрической энергии с высоким диапазоном входного напряжения**(57) Реферат:**

Полезная модель относится к технике преобразования электрической энергии, в частности к преобразователям напряжения, которые преобразуют высокое входное напряжение в низковольтное напряжение для питания электронных устройств различного назначения. Данный преобразователь предназначен для питания электронных схем погружного блока в системах телеметрии нефтяных скважинных насосов.

Преобразователь электрической энергии с высоким диапазоном входного напряжения содержит первый резисторный блок, первый вывод которого соединен со стоком полевого транзистора с изолированным затвором, образуя положительный вход преобразователя, а второй вывод подключен к катоду блока стабилитронов и затвору транзистора. Исток транзистора соединен с выводом питания полумостового инвертора и первым выводом второго резисторного блока, второй вывод которого подключен к первому выводу конденсатора, катоду диода и выводам положительного питания блока обратной связи, блока широтно-импульсной модуляции и драйвера полумостового инвертора. Выход блока обратной связи подключен к блоку ШИМ с двухтактным выходом, выводы которого подсоединены к драйверу полумостового инвертора, выходы которого подключены к входам полумостового инвертора, а к его выходам подсоединена первичная обмотка трансформатора. Вторичная обмотка подключена к выпрямителю, к которому подключен индуктивно-емкостной фильтр. Положительный выход фильтра подключен к аноду диода и входу блока обратной связи, образуя положительный выход преобразователя. Выводы отрицательного питания блока обратной связи, блока ШИМ, драйвера полумостового инвертора,

полумостового инвертора, фильтра, второго вывода конденсатора и анода блока стабилитронов объединены, образуя отрицательные вход и выход преобразователя.

Технический результат заключается в получении высокого диапазона напряжения питания 200 - 4200 В без потери работоспособности и высоком коэффициенте полезного действия преобразователя.



Полезная модель относится к технике преобразования электрической энергии, в частности, к преобразователям напряжения, которые преобразуют высокое входное напряжение в низковольтное напряжение для питания электронных схем различного назначения.

Большинство современных импульсных высокочастотных преобразователей напряжения предназначено для преобразования выпрямленного сетевого напряжения 220 В 50 Гц в низковольтное напряжение (стандартные блоки питания). В некоторых случаях возникают задачи по преобразованию и стабилизации напряжения, требующие экстремальных параметров, которые не достижимы при стандартных технических решениях.

В системах погружной телеметрии нефтяных скважинных насосов используется прикрепленный к насосу погружной блок, в котором содержатся электронные схемы, необходимые для работы датчиков состояния электродвигателей насосов и передачи информации на поверхность. Для питания этих схем требуется низкое напряжение 12...15 В, которое преобразуется в погружном блоке из постоянного напряжения 200 В, подаваемого с поверхности. Трехфазное напряжение питания электродвигателя имеет величину действующего напряжения 3000 В частотой 50 ± 10 Гц, которое вырабатывается трехфазным трансформатором, расположенным на поверхности. Обмотки трансформатора и трехфазного электродвигателя включены по типу «звезда». Трансформатор на поверхности и электродвигатель насоса в скважине соединены трехфазным кабелем, находящимся в металлической броне. Так как никаких других кабелей кроме трехфазного кабеля для электродвигателя система не предусматривает, положительное напряжение питания погружного блока 200 В подается на нейтральную точку соединения обмоток трансформатора, и, при условии симметричной трехфазной системы, это же напряжение 200 В будет формироваться на нейтральной точке обмоток электродвигателя относительно заземленной металлической брони, на которую подключен отрицательный вывод источника напряжения 200 В. Однако при «перекосе» фаз потенциал нулевой точки будет сильно колебаться в пределах напряжения 200-1200 В, а кратковременные всплески напряжения могут достигать амплитудного значения величины фазы - 4200 В (установлено экспериментально).

Таким образом, для систем погружной телеметрии необходим преобразователь со стабилизированным низковольтным выходным напряжением (порядка 15 В $\pm 5\%$), который питается входным напряжением в пределах 200-1200 В и выдерживает кратковременные перегрузки по входному напряжению до 4200 В без потери (даже временной) работоспособности в течение длительного времени (не менее двух-трех лет). Также необходимо иметь возможность обеспечивать питающим напряжением собственные блоки преобразователя. Ввиду того, что в скважинах температура окружающей среды выше 100°C, преобразователь должен обладать высоким коэффициентом полезного действия, чтобы не производить дополнительный нагрев электронных схем и иметь высокую надежность.

Известен «Трансформатор постоянного напряжения» (патент на изобретение RU №2267218, Рис. П.1.), в котором используется двухтактный полумостовой инвертор для высокочастотного преобразования входного напряжения, преобразования его с помощью трансформатора и выпрямления с целью получения постоянного выходного напряжения. Преимущество мостовых и полумостовых инверторов заключается в том, что амплитуда напряжения на ключевых элементах не превышает значения

входного напряжения. Однако в представленном устройстве отсутствует стабилизация выходного напряжения, которое будет меняться пропорционально изменению входного напряжения, что является существенным недостатком.

Развитием рассмотренного устройства является патент на изобретение «Трансформатор постоянного напряжения» RU №2583761 (Рис. П.2.). В предлагаемом стабилизированном трансформаторе постоянного напряжения дополнительно введены сигнальная обмотка трансформатора, дополнительный выпрямитель, емкостной фильтр, усилитель разностного сигнала, а задающий генератор выполнен управляемым по частоте и соединен входом управления с выходом усилителя разностного сигнала, первый вход которого подключен к опорному напряжению, а второй вход соединен через емкостной фильтр и дополнительный выпрямитель к сигнальной обмотке трансформатора. За счет обратной связи появилась возможность стабилизации выходного напряжения с помощью частотной модуляции. Однако стабилизация происходит не по выходному напряжению, а по магнитному потоку в магнитопроводе трансформатора, что не позволяет получить высокое значение коэффициента стабилизации. Другим недостатком является изменяющаяся частота преобразования. Как известно, габаритная мощность трансформатора обратно пропорциональна рабочей частоте, следовательно, трансформатор должен иметь размеры, соответствующие минимальной частоте, что негативно скажется на его размерах и массе. Кроме того, частотная модуляция не обеспечивает достаточную глубину регулировки при большом диапазоне изменения входного напряжения. В этом случае значительно эффективнее применять принцип широтно-импульсного регулирования выходного напряжения для его стабилизации при колебаниях входного напряжения. Также имеется более сложная конструкция трансформатора.

Задача полезной модели - предложить преобразователь электрической энергии с высоким диапазоном входного напряжения со стабилизированным низковольтным выходным напряжением (порядка 15 В), который питается входным напряжением в пределах 200-1200 В, с возможностью работы при кратковременных перегрузках по входному напряжению до 4200 В без потери работоспособности, имеющем высокий коэффициент полезного действия.

Поставленная задача решается следующим образом (Рис.).

Преобразователь электрической энергии с высоким диапазоном входного напряжения содержит первый резисторный блок 19, верхний вывод которого соединен со стоком полевого транзистора с изолированным затвором 21, образуя положительный вход устройства, а нижний вывод подключен к верхнему выводу блока стабилитронов 20 и затвору транзистора 21, исток которого соединен с выводом высоковольтного питания полумостового инвертора 28 и верхним выводом второго резисторного блока 22, нижний вывод которого подключен к конденсатору 23, выводу катода диода 24 и выводам положительного питания блока обратной связи 25, блока широтно-импульсной модуляции 26 и драйвера полумостового инвертора 27, выход цепи обратной связи 25 подключен к входу схемы широтно-импульсной модуляции с двухтактным выходом 26, выходы которого подсоединены к входам драйвера полумостового инвертора 27, выходы которого подключены к входам полумостового инвертора 28, к выходам которого подсоединена первичная обмотка 29 трансформатора 30, вторичная обмотка 31 подключена к входам выпрямителя 32, выходы которого подключен к входам индуктивно-емкостного фильтра 33, положительный выход которого подключен к аноду диода 24 и входу блока обратной связи 25, образуя положительный выход преобразователя, при этом нижние выводы отрицательного питания блоков 25, 26, 27, 28 и 33, анод блока стабилитронов 20 и нижний вывод конденсатора 23 объединены, образуя отрицательные вход и выход преобразователя.

Преобразователь электрической энергии с высоким диапазоном входного напряжения работает следующим образом. Входное напряжение подается на первый резисторный блок 19 и сток полевого транзистора с изолированным затвором 21. Пока входное напряжение меньше напряжения пробоя блока стабилитронов 20, затвор транзистора 21 подключен к стоку через резисторный блок 19 к истоку. Транзистор 21 практически полностью открыт, имеет низкое сопротивление канала, не рассеивает мощность и передает входное напряжение со стока на исток практически без изменения. Когда входное напряжение превышает величину напряжения пробоя, через него начинает протекать ток и напряжение не поднимается выше напряжения пробоя. Транзистор 21 в этом случае работает в режиме истокового повторителя, и поддерживает напряжение на истоке на уровне напряжения пробоя блока стабилитронов 20, которое не меняется при значительном увеличении входного напряжения. Так как ток затвора транзисторов такого типа составляет значение не более 0,1 мкА, суммарное сопротивление резисторного блока 19 можно выбрать в пределах десятков мегаом, предотвращая их нагрев при высоких значениях входного напряжения. Блоки 19, 20 и 21 образуют первую ступень регулирования, назначение которой - ограничение напряжения на истоке транзистора 21 на уровне напряжения пробоя блока стабилитронов 20. Это напряжение определяется напряжением пробоя и количеством включенных последовательно стабилитронов, составляющих блок стабилитронов 20. В данном случае выбрано значение 1200 В, так как это максимальное напряжение существующих драйверов полумостовых инверторов

(например, микросхемы 1R2213). Так же можно предъявить требование по рабочему напряжению транзистора 21, которое является разностью максимального входного (4200 В) и напряжения ограничения (1200 В). Следовательно, он должен иметь низкое сопротивление канала и рабочее напряжение сток-исток не менее 3000 В (например, IXTL2N450 или IXTX4N300P3HV). В качестве транзистора 21 так же можно использовать биполярный транзистор с изолированным затвором (например, IXGF30N400).

Стоит отметить, что избыточное напряжение прикладывается к транзистору 21 при протекании тока через него, следовательно, транзистор, работает в активном режиме, что приводит к выделению на нем бесполезной мощности. Однако этот режим возникает только при кратковременных перегрузках электромоторов и не является постоянным. Поэтому возникающие всплески повышенного потребления мощности не скажутся на снижении КПД устройства в целом.

В результате на выходе первой ступени регулирования формируется напряжение, которое может меняться в пределах от минимального значения 200 В до максимального 1200 В при колебаниях входного от 200 до 4200 В.

Это напряжение заряжает конденсатор 23 через резисторный блок 22. Суммарный ток потребления блока обратной связи 25, блока широтно-импульсной модуляции 26 (например, микросхема UCC38083, содержащая оба указанных блока - 120 мкА) и драйвера полумостового инвертора 27 (например, микросхема 1R2213 - 300 мкА) в выключенном состоянии очень незначительный и не препятствует заряду конденсатора 23. Диод 24 отсекает возможный разряд конденсатора 23 через нагрузку, подключаемую к преобразователю. Поэтому сопротивление резисторного блока 22 может иметь высокое значение для уменьшения рассеиваемой мощности на нем. При достижении напряжения на конденсаторе 23 порога срабатывания схемы широтно-импульсной модуляции 26, происходит ее включение и формирование последовательности импульсов, подаваемых на входы драйвера полумостового инвертора 27, который управляет полумостовым инвертором 28. Конденсатор 23 начинает разряжаться током, потребляемым указанными микросхемами. Но на первичной обмотке 29 трансформатора 30, начинает формироваться переменное прямоугольное напряжение, которое трансформируется во вторичную обмотку 31, выпрямляется выпрямителем 32 и преобразуется фильтром 33 в постоянное выходное напряжение, которое через диод 24 подается на конденсатор 23 и поддерживает на нем напряжение, необходимое для работы блоков 25, 26 и 27. Конденсатор 23 должен иметь достаточную емкость, чтобы не разрядиться до момента его подзаряда через диод 24. С другой стороны, выходное напряжение поступает на вход блока обратной связи 25, которая управляет блоком широтно-импульсной модуляции 26 для стабилизации выходного напряжения. При этом фильтр 33 должен быть индуктивно-емкостным для обеспечения поддержания постоянного выходного напряжения на заданном уровне при помощи широтно-импульсной модуляции при больших колебаниях напряжения с истока транзистора 21. Таким образом, блоки 25, 26, 27, 28, 30, 32 и 33 образуют вторую ступень регулирования. Здесь же можно предъявить требование по рабочему напряжению транзисторов полумостового инвертора 28, которое должно быть не менее 1200В (например IXFR16N120P или IXFR20N120P - полевые, IXA41F1200UC или IXGY2N120 - биполярные с изолированным затвором). Резисторные блоки представляют собой цепь включенных последовательно резисторов для увеличения их общего сопротивления и рабочего напряжения.

Технический результат.

1. Высокий диапазон напряжения питания 200-4200 В без потери работоспособности (даже временной).

2. Высокий коэффициент полезного действия.

ПРИЛОЖЕНИЕ

к заявке на полезную модель

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ С ВЫСОКИМ ДИАПАЗОНОМ ВХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ.

Трансформатор постоянного напряжения
(патент на изобретение RU №2267218)

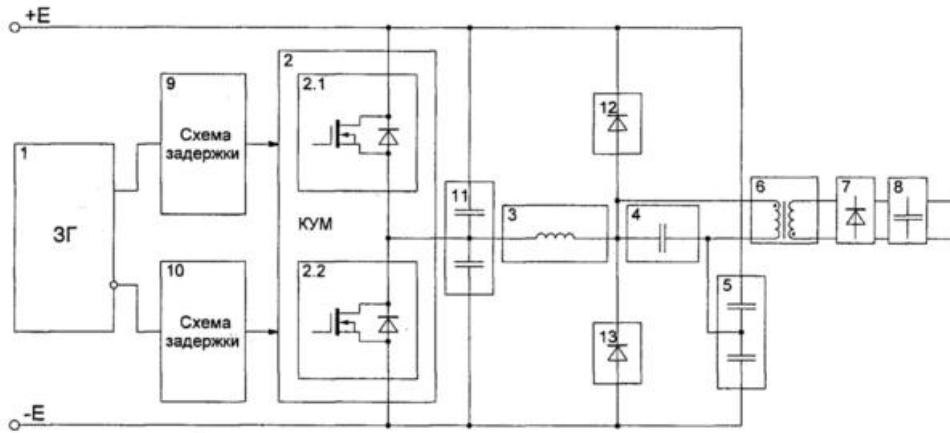


Рис. П.1.

Трансформатор постоянного напряжения
(патент на изобретение RU №2583761)

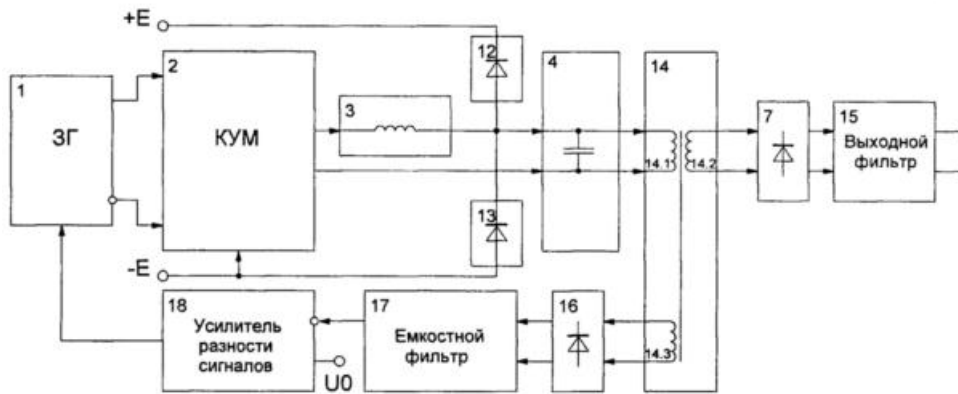
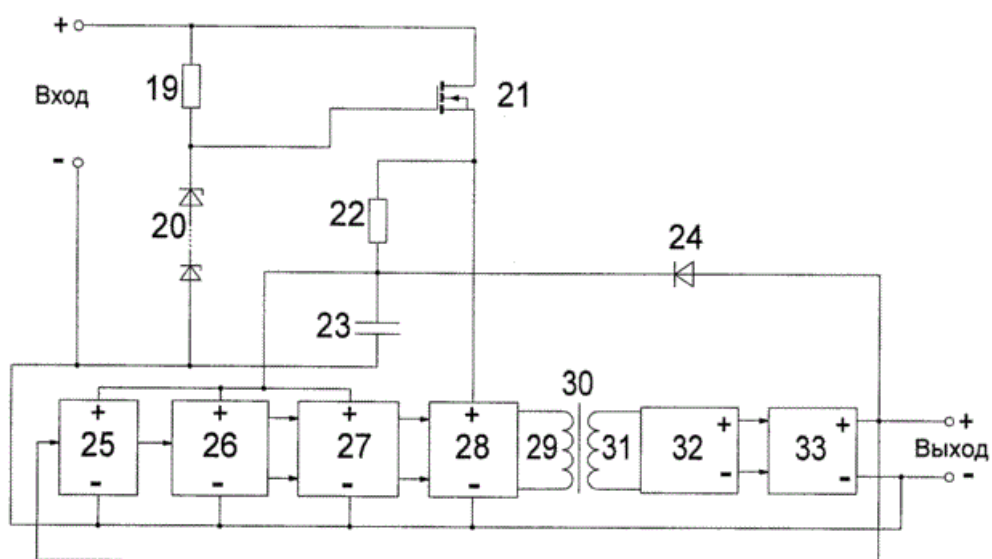


Рис. П.2.

Формула полезной модели

Преобразователь электрической энергии с высоким диапазоном входного напряжения содержит первый резисторный блок, первый вывод которого соединен со стоком полевого транзистора с изолированным затвором, образуя положительный вход преобразователя, а второй вывод подключен к катоду блока стабилитронов и затвору транзистора, исток которого соединен с выводом высоковольтного питания полумостового инвертора и первым выводом второго резисторного блока, второй вывод которого подключен к первому выводу конденсатора, катоду диода и выводам положительного питания блока обратной связи, блока широтно-импульсной модуляции и драйвера полумостового инвертора, выход блока обратной связи подключен к входу блока широтно-импульсной модуляции с двухтактным выходом, выводы которого подсоединены к входам драйвера полумостового инвертора, выходы которого подключены к входам полумостового инвертора, к выходам которого подсоединена первичная обмотка трансформатора, вторичная обмотка подключена к входам выпрямителя, выходы которого подключены к входам индуктивно-емкостного фильтра, положительный выход фильтра подключен к аноду диода и входу блока обратной связи, образуя положительный выход преобразователя, при этом выводы отрицательного питания блока обратной связи, блока широтно-импульсной модуляции, драйвера полумостового инвертора, полумостового инвертора, фильтра, второго вывода конденсатора и анода блока стабилитронов объединены, образуя отрицательные вход и выход преобразователя.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ С ВЫСОКИМ
ДИАПАЗОНОМ ВХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ.



ИЗВЕЩЕНИЯ

Дата прекращения действия патента: **02.08.2018**

Дата внесения записи в Государственный реестр: **12.03.2019**

