

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **042296**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.02.01

(21) Номер заявки
202091041

(22) Дата подачи заявки
2018.12.17

(51) Int. Cl. **G05F 1/46** (2006.01)
H02M 1/14 (2006.01)
G05B 15/02 (2006.01)

(54) ЦИФРОВОЙ ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ

(31) **62/608,016; 15/893,135**

(32) **2017.12.20; 2018.02.09**

(33) **US**

(43) **2020.10.06**

(86) **PCT/US2018/066052**

(87) **WO 2019/126062 2019.06.27**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ДИН ТЕКНОЛОДЖИ, ИНК. (US)

(72) Изобретатель:
**Дин Крейг С., Розцел Линн И., Уилсон
Скот Р., Хогарт Эрик С., Реюнинг
Ян С. (US)**

(74) Представитель:
Нилова М.И. (RU)

(56) **US-B2-7622894
US-A1-20120021695
US-A1-20140006834**

(57) Предложен цифровой высоковольтный источник питания, содержащий множество фильтров, высоковольтный делитель и процессор с запоминающим устройством. Запоминающее устройство хранит заданные рабочие значения. Процессор выполнен с возможностью приема сигналов обратной связи с масштабированным напряжением от высоковольтного делителя напряжения, сравнения сигналов обратной связи с масштабированным напряжением с множеством заданных рабочих значений в запоминающем устройстве; вычисления и сохранения пересмотренных заданных рабочих значений с использованием сравниваемого сигнала обратной связи с масштабированным напряжением; использования пересмотренных заданных рабочих значений для одновременной и автоматической регулировки выходного напряжения в пределах всех заданных рабочих значений; и генерации предупреждения, когда состояния выходного сигнала превышают какие-либо из заданных рабочих значений.

B1**042296****042296****B1**

Настоящая заявка испрашивает приоритет и преимущество по одновременно находящейся на рассмотрении предварительной патентной заявке США № 62/608,016, поданной 20 декабря 2017 г., на изобретение "DIGITAL CONTROLLED HIGH VOLTAGE POWER SUPPLY" (ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ С ЦИФРОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ) (исходящий номер 2296.004) и одновременно находящейся на рассмотрении предварительной патентной заявке США № 62/608,018, поданной 20 декабря 2017 г., на изобретение "MULTI-CONTROLLABLE HIGH VOLTAGE POWER SUPPLY SYSTEM" (СИСТЕМА ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ С МНОЖЕСТВОМ ВАРИАНТОВ УПРАВЛЕНИЯ") (исходящий номер 2296.005). Указанные ссылки настоящим полностью включаются в данный документ.

Область техники

Представленный вариант осуществления в целом относится к цифровому высоковольтному источнику питания.

Уровень техники

Существует потребность в цифровом источнике питания с улучшенными характеристиками и сниженной стоимостью по сравнению с традиционными аналоговыми вариантами.

Представленные варианты осуществления отвечают этим потребностям.

Краткое описание чертежей

Подробное описание будет более понятно при его изучении в сочетании со следующими сопровождающими чертежами.

На фиг. 1 представлена общая схема цифрового высоковольтного источника питания в соответствии с одним или более вариантами осуществления.

На фиг. 2 представлен второй источник питания в соответствии с одним или более вариантами осуществления.

Представленные варианты осуществления подробно описаны ниже со ссылкой на перечисленные чертежи.

Осуществление изобретения

До начала подробного объяснения устройства согласно настоящему изобретению, отметим, что это устройство не ограничено конкретными вариантами осуществления и что оно может быть применено на практике или изготовлено различными способами.

Изобретение относится к цифровому высоковольтному источнику питания.

Цифровой высоковольтный источник питания содержит высоковольтное устройство, выполненное с возможностью приема низкого напряжения и генерирования высоковольтного сигнала, содержащего нежелательные синусоидальные помехи, причем высоковольтное устройство содержит по меньшей мере одно из следующего: трансформатор, транзистор и высоковольтный умножитель.

Цифровой высоковольтный источник питания содержит множество фильтров, причем по меньшей мере один фильтр соединен с высоковольтным устройством. Указанный по меньшей мере один фильтр формирует высоковольтный выходной сигнал.

Цифровой высоковольтный источник питания содержит высоковольтный делитель напряжения для приема высоковольтного выходного сигнала и генерирования сигнала обратной связи с масштабированным напряжением.

Цифровой высоковольтный источник питания содержит процессор с запоминающим устройством, хранящим множество заданных рабочих значений. Процессор соединен с низковольтным устройством и высоковольтным устройством.

Процессор выполнен с возможностью: приема сигнала обратной связи с масштабированным напряжением от высоковольтного делителя напряжения; сравнения сигнала обратной связи с масштабированным напряжением с множеством заданных рабочих значений в запоминающем устройстве; вычисления, сохранения, пересмотра заданных рабочих значений с использованием сравниваемого сигнала обратной связи с масштабированным напряжением; использования пересмотренных заданных рабочих значений для одновременной и автоматической регулировки выходного напряжения таким образом, чтобы оно находилось в пределах всех заданных рабочих значений; и генерации предупреждения в качестве выходных сигналов, когда состояния выходного сигнала превышают какие-либо из заданных рабочих значений.

Цифровой высоковольтный источник питания позволяет предотвратить травмы и несчастные случаи вблизи источника питания, посредством предотвращения возникновения в источнике питания бросков напряжения, не выдерживаемые человеком.

В цифровом высоковольтном источнике питания обеспечен четкий сигнал обратной связи, который снижает уровень помех в указанном источнике питания. Цифровой высоковольтный источник питания может быть быстро и четко отключать электропитание для предотвращения возгорания и взрыва в случае возникновения неисправности или скачкообразной перегрузки по току из-за высокого напряжения.

В вариантах осуществления цифровой высоковольтный источник питания имеет схему с цифровой компенсацией, позволяющую обеспечить чистый и точный выходной сигнал. Указанный цифровой высоковольтный источник питания может быть использован в качестве стабильного источника питания для

обеспечения четкой и точной медицинской визуализации, которая позволяет проводить раннюю диагностику заболеваний и медицинских состояний.

Цифровой высоковольтный источник питания может иметь небольшие размеры. Применение источника питания небольшого размера позволяет уменьшить размеры и массу медицинского оборудования. Источник питания небольшого размера может быть использован при стихийных бедствиях или техногенных катастрофах.

В вариантах осуществления цифровой высоковольтный источник питания может быть использован в качестве стабильного источника питания в оборудовании для обнаружения контрабандных товаров. Этот стабильный и надежный источник питания с длительным сроком эксплуатации может быть использован администрацией по безопасности на транспорте (TSA) и администрацией по национальной безопасности (National Security Administration, NSA) для обнаружения угроз национальной безопасности.

Цифровой высоковольтный источник питания может обеспечивать более широкий диапазон регулируемого входного напряжения, так что одна машина может быть передислоцирована во многие географические регионы и развернута в них. Множество значений напряжения может быть обеспечено с помощью одного легкого, портативного, транспортабельного цифрового высоковольтного источника питания. Например, источник питания может иметь массу от 0,5 фунтов (226,79 г) до 10 фунтов (4,54 кг). Цифровой высоковольтный источник питания позволяет последовательно обслуживать множество местоположений, благодаря чему не требуется специально изготавливать машины для каждого местоположения.

Цифровой высоковольтный источник питания может быть использован для портативных рентгеновских установок для обеспечения быстрого улучшения состояния поврежденных областей.

В данном документе использованы следующие определения.

Термин "предупреждение" может относиться к сигналу, который указывает на то, что выполняется определенное условие. Например, предупреждение может представлять собой световую индикацию с помощью светодиода, когда входное напряжение превышает верхний предел выходного напряжения.

Термин "протокол связи или дискретные сигналы ввода/вывода" может относиться к сигналу или группе сигналов, используемым для взаимодействия с высоковольтным источником питания. Например, протокол связи может относиться к сигналу, полученному из сигнала обратной связи с делителя напряжения, или к передаче данных с компьютера для включения или выключения высоковольтного выходного сигнала.

Термин "цифровой высоковольтный источник питания" может относиться к высоковольтному источнику питания, для управления которым в контуре обратной связи используют цифровую технологию. Например, цифровой высоковольтный источник питания выполнен с возможностью увеличения или уменьшения высоковольтного выходного сигнала с использованием аналогового заданного значения и предотвращения нежелательных изменений напряжения в системе, превышающих 1 процент.

Термин "фильтры" может относиться к устройству или веществу, которое пропускает электрический ток определенных частот или частотных диапазонов, в то же время предотвращая прохождение другого тока других частот или отличающихся частотных диапазонов. Например, фильтр может представлять собой устройство, удаляющее белый шум из сигнала или устраняющее небольшие колебания напряжения из синусоидальной волны.

Термин "высокое напряжение" описывает платформу изменяемого напряжения от 125 вольт до 1 миллиона вольт, позволяющую пользователю выбирать любое из указанных значений напряжения от 125 вольт до 1 миллиона вольт на одной платформе или иметь любое из указанных значений напряжения на отдельной платформе напряжения.

Термин "высоковольтный делитель" может относиться к пассивной линейной схеме, которая создает выходное напряжение, которое является частью входного напряжения высоковольтного делителя. Например, высоковольтный делитель принимает высокое напряжение и преобразует высокое напряжение 6000 В в низкое напряжение 3,3 В, которое может быть использовано в высоковольтном источнике питания на основании аналогового заданного значения или цифрового заданного значения.

Термин "высоковольтный умножитель" может относиться к конструкции из конденсаторов и выпрямительных диодов, которую часто используют для генерации высоких напряжений постоянного тока. Например, высоковольтный умножитель может представлять собой умножитель Кокрофта-Уолтона (Cockcroft-Walton™) с тремя последовательно подключенными каскадами.

Термин "высоковольтный выходной сигнал" относится к электрическому потенциалу, достаточно большому для нанесения травмы или повреждений людям, живой природе, домашнему скоту или объектам. Даже если на вход источника питания согласно настоящему изобретению поступает низкое напряжение, данный источник питания выполнен с возможностью создания высоковольтного выходного сигнала. "Высоковольтный выходной сигнал" может варьироваться от 100 В постоянного тока до 1 000 000 В постоянного тока. Выходное напряжение может быть подано посредством контакта, кабеля или соединителя.

Термин "высоковольтное устройство" может относиться к системе из конденсаторов, диодов и/или трансформаторов, комбинация которых позволяет получить высокое напряжение. Одним из примеров

может быть высоковольтный трансформатор с диодом и конденсатором, с помощью которого получают 500 В постоянного тока.

Термин "низкое напряжение" может относиться к напряжению менее 100 В постоянного тока. Например, низкое напряжение может составлять 24 В постоянного тока для входа высоковольтного источника питания или 3,3 В постоянного тока для сигнала обратной связи с масштабированным напряжением.

Термин "запоминающее устройство" представляет собой компьютерочитаемый носитель, выполненный с возможностью некрatkовременного хранения информации, такой как твердотельное запоминающее устройство и т.п., и выполненный с возможностью обмена данными с процессором.

Термин "некрatkовременный компьютерочитаемый носитель" не включает любые кратковременные сигналы, а включает любые схемы для некрatkовременного хранения данных, например буферы и кэш, причем данные, хранящиеся на некрatkовременном компьютерочитаемом носителе, не стираются при отключении питания на устройстве или выключении устройства.

Термин "заданные рабочие значения" может относиться к заданному значению, с которым желает работать пользователь. Например, заданное рабочее значение высокого напряжения может быть установлено оператором на 3000 В, и высоковольтный источник питания будет выдавать 3000 В.

Термин "заданный запуск" может относиться к заводским или запрограммированным пользователем условиям запуска. Источник питания будет включен и перейдет к точному заводскому запрограммированному заданному значению напряжения высоковольтного выходного сигнала. Этот высоковольтный выходной сигнал может составлять от 0,001 процента до 100 процентов от максимально возможного выходного напряжения источника питания.

Термин "процессор" относится к компьютеру, полевой программируемой пользователем вентильной матрице (ППВМ), сложным программируемым логическим интегральным схемам (СПЛИС) или обальной вычислительной системе. Например, процессор может представлять собой микропроцессор.

Термин "пересмотренные заданные рабочие значения" может относиться к заданным рабочим значениям, устанавливаемым источником питания на основании вычисления погрешности. Если заданное рабочее значение установлено на 3000 В, но источник питания выдает 3010 В, пересмотренное заданное рабочее значение от источника питания исправит заданное рабочее значение таким образом, чтобы выходное напряжение составляло 3000 В.

Термин "сигнал обратной связи с масштабированным напряжением" может относиться к сигналу, поступающему от высоковольтного делителя напряжения. Высоковольтный сигнал масштабируют до меньшего работоспособного напряжения, например, 3,3 В постоянного тока. После этого высоковольтный источник питания может использовать этот сигнал для выполнения настройки.

Термин "трансформатор" может относиться к электрическому устройству, состоящему по существу из двух или более обмоток, намотанных на один сердечник, которые за счет электромагнитной индукции преобразуют электрическую энергию от одного набора из одной или более схем в другой набор из одной или более схем таким образом, что частота энергии остается неизменной и постоянной, а напряжение и ток обычно изменяются. Например, трансформатор высоковольтного источника питания выполнен с возможностью преобразования 24 В переменного тока в 1200 В переменного тока.

Термин "транзистор" может относиться к устройству, выполненному с возможностью регулирования протекания тока или регулирования напряжения и действующему как переключатель или затвор для электронных сигналов. Например, транзистор может быть металлооксидным полевым транзистором (metal oxide field effect transistor, MOSFET), который работает как выключатель питания "Вкл/Выкл".

Далее со ссылкой на фигуры, на фиг. 1 представлена общая схема цифрового высоковольтного источника 10 питания.

Цифровой высоковольтный источник 10 питания содержит высоковольтное устройство 20.

Высоковольтное устройство 20 может быть выполнено с возможностью приема низковольтного сигнала 22 и генерирования высоковольтного сигнала, содержащего нежелательные синусоидальные помехи 23.

Высоковольтное устройство 20 может содержать по меньшей мере одно из следующего: трансформатор 24, транзистор 25 и высоковольтный умножитель 26.

В вариантах осуществления высоковольтное устройство 20 может содержать один трансформатор 24, соединенный с транзистором 25. В вариантах осуществления высоковольтное устройство может содержать множество трансформаторов, соединенных с множеством транзисторов, причем каждая пара соединена последовательно и/или параллельно.

В вариантах осуществления высоковольтное устройство 20 может содержать трансформатор 24, соединенный с высоковольтным умножителем 26. В вариантах осуществления высоковольтное устройство может содержать множество трансформаторов, соединенных с множеством высоковольтных умножителей, причем каждая пара соединена последовательно и/или параллельно.

В вариантах осуществления высоковольтное устройство 20 может содержать транзистор 25, соединенный с трансформатором 24, соединенным с высоковольтным умножителем 26. Набор из транзистора, трансформатора и высоковольтного умножителя может быть соединен последовательно или параллельно.

но.

В вариантах осуществления может быть использовано множество транзисторов, трансформаторов и высоковольтных умножителей. Каждый набор из транзистора, трансформатора и высоковольтного умножителя может быть соединен последовательно или параллельно к другому набору.

Цифровой высоковольтный источник 10 питания содержит множество фильтров 60a-60c, причем по меньшей мере один фильтр 60a-60c соединен с высоковольтным устройством 20.

В вариантах осуществления по меньшей мере один фильтр 60a может формировать первый высоковольтный выходной сигнал 50a и второй высоковольтный выходной сигнал 50b. В вариантах осуществления может быть создан один высоковольтный выходной сигнал.

В одном варианте осуществления первый фильтр 60a может представлять собой фильтр "индуктивность-сопротивление-емкость" (LRC-фильтр) и соединен последовательно со вторым фильтром 60b, который может представлять собой фильтр "сопротивление-емкость" (RC-фильтр), который дополнительно последовательно соединен с третьим фильтром 60c, который может представлять собой дополнительный фильтр "сопротивление-емкость" (RC-фильтр), идентичный второму фильтру 60b или отличающийся от него.

Третий фильтр или конечный фильтр в случае использования только одного, двух или более трех фильтров обеспечивает высоковольтный выходной сигнал.

Высоковольтный выходной сигнал может иметь напряжение 4500 В в качестве выходного сигнала.

Высоковольтный делитель 33 напряжения выполнен с возможностью приема высоковольтного выходного сигнала 50a и 50b и генерации сигнала 35 обратной связи с масштабированным напряжением.

Например, делитель высокого напряжения может принимать высоковольтный выходной сигнал 1500 В постоянного тока и генерировать сигнал 35 обратной связи с масштабированным напряжением величиной 2 В постоянного тока.

Цифровой высоковольтный источник 10 питания может содержать процессор 30, например микропроцессор.

Процессор 30 имеет запоминающее устройство 32, которое может хранить множество заданных рабочих значений 36, таких как 3000-битовые заданные рабочие значения.

В вариантах осуществления процессор 30 может быть соединен с низковольтным устройством 22 и высоковольтным устройством 20.

Процессор 30 может быть выполнен с возможностью: приема сигнала 35 обратной связи с масштабированным напряжением от высоковольтного делителя 33 напряжения, сравнения сигнала 35 обратной связи с масштабированным напряжением с множеством заданных рабочих значений 36a-36b, хранимых в запоминающем устройстве, вычисления и сохранения по меньшей мере одного пересмотренного заданного рабочего значения 38 с использованием сравниваемого сигнала 35 обратной связи с масштабированным напряжением, использования пересмотренного заданного рабочего значения(-й) 38 для одновременной и автоматической регулировки высоковольтного выходного сигнала 50 таким образом, чтобы он находился в пределах всех заданных рабочих значений; и генерации предупреждения 37, когда состояния выходного сигнала превышают какие-либо из заданных рабочих значений.

Заданные рабочие значения представляют собой переменные, основанные на задаваемых пользователем параметрах.

В вариантах осуществления по меньшей мере одно из предварительно заданных значений и заданных рабочих значений может быть аналоговым, цифровым или как аналоговым, так и цифровым заданным значением.

При этом в вариантах осуществления предупреждение 37 может быть автоматически передано с применением протокола 47 связи или дискретных сигналов 49 ввода/вывода.

В качестве примера, может быть применен протокол связи RS-232.

В вариантах осуществления средство 61 подавления цифровых пульсаций и паразитных колебаний может находиться в запоминающем устройстве 32. Примером применения средства 61 подавления цифровых пульсаций и паразитных колебаний является известная незатухающая синусоидальная волна постоянной частоты, которую необходимо удалить из выходного сигнала.

В вариантах осуществления запоминающее устройство 32 может хранить первое заданное значение 64 для регулировки скорости, с которой выходное напряжение достигает заданного рабочего значения после разрешения выдачи выходного сигнала высоковольтного источника питания, и второе заданное значение 66 в запоминающем устройстве для регулировки скорости, с которой регулируется выходное напряжение в зависимости от изменения текущих условий нагрузки.

Второй контур 42 обратной связи может быть соединен с преобразователем 75 ток-напряжение, обеспечивающим дополнительный сигнал 76 обратной связи для процессора 30. Сигнал 76 обратной связи используют для регулировки пересмотренного заданного рабочего значения 38 в запоминающем устройстве. Сигнал 76 обратной связи не превышает одно из заданных рабочих значений 36a-36b. Например, преобразователь ток-напряжение может представлять собой соответствующим образом настроенный операционный усилитель, например, производимый компанией Texas Instruments®.

В вариантах осуществления предупреждение 37 может включать множество сигналов связи, пред-

назначенных для одновременной передачи различных команд и данных.

В вариантах осуществления заданное значение могут применять для регулировки скорости, с которой выходное напряжение достигает заданного рабочего значения после разрешения выдачи выходного сигнала высоковольтного источника питания, и скорости, с которой регулируется выходное напряжение в зависимости от изменения условий нагрузки.

На фиг. 2 изображен второй источник 63 питания, электрически подключенный между процессором 30 и высоковольтным устройством 20.

Датчик температуры 51 может быть соединен с процессором. Датчик температуры используют для определения температуры вокруг компонентов источника питания.

Делитель 65 напряжения может быть выполнен с возможностью приема второго выходного напряжения 67 от высоковольтного устройства и генерирования второго сигнала 69 обратной связи с масштабированным напряжением.

Например, если первое выходное напряжение 67 составляет 2000 В постоянного тока, второй сигнал 69 обратной связи с масштабированным напряжением может иметь величину 10 В постоянного тока, сгенерированную делителем 65.

В вариантах осуществления в качестве второго источника 63 питания может функционировать каждое из несинхронного средства 101 понижения напряжения, несинхронного средства 102 повышения напряжения, синхронного средства 103 понижения напряжения или синхронного средства 104 повышения напряжения.

Например, несинхронное средство 101 понижения напряжения в источнике питания может представлять собой преобразователь напряжения, который преобразует напряжение 24 В постоянного тока в напряжение 19 В постоянного тока.

Например, несинхронное средство 102 повышения напряжения в источнике питания может представлять собой преобразователь напряжения, который преобразует напряжение 24 В постоянного тока в напряжение 36 В постоянного тока.

Например, синхронное средство 103 понижения напряжения в источнике питания может представлять собой преобразователь напряжения, который преобразует напряжение 29 В постоянного тока в напряжение 15 В постоянного тока.

Например, синхронное средство 104 повышения напряжения в системе питания может представлять собой преобразователь напряжения, который преобразует напряжение 12 В постоянного тока в напряжение 28 В постоянного тока.

Ниже приведены три различных примера системы питания.

Пример 1: Цифровой высоковольтный источник питания с пластмассовым корпусом.

В вариантах осуществления цифровой высоковольтный источник питания размещен в пластмассовом корпусе, который герметизирован. Цифровой высоковольтный источник питания может весить от $\frac{1}{2}$ фунта (226,79 г) до 2 фунтов (907,18 г).

Высоковольтное устройство размещено в корпусе и может быть прикреплено к корпусу, например, с помощью эпоксидной смолы. В этом примере высоковольтное устройство принимает низкое напряжение, такое как 12 В постоянного тока.

Высоковольтное устройство преобразует 12 В в высоковольтный сигнал, например 1000 В переменного тока, содержащий нежелательные синусоидальные помехи, такие как сигнал 6 В переменного тока, который похож на статические помехи при телефонном звонке.

Высоковольтное устройство может содержать трансформатор, который преобразует 12 В в 1000 В, или устройство для повышения напряжения, которое выполняет такое же преобразование напряжения, но другим способом.

Высоковольтное устройство содержит транзистор, такой как металлооксидный полупроводниковый полевой транзистор, который обеспечивает подачу тока при низком напряжении 12 В через трансформатор и создает магнитное поле, которое управляет прохождением напряжения подобно водяному клапану, соединенному с водопроводной трубой.

Высоковольтное устройство содержит высоковольтный умножитель, например 6-кратный умножитель, который кратно увеличивает напряжение с трансформатора до высоковольтного сигнала, который в 6 раз превышает напряжение на трансформаторе. Примером высоковольтного устройства может служить стандартный последовательный умножитель, производимый компанией Dean Technology из Аддисона (Addison), штат Техас, США.

В этом примере используют два фильтра. Первый фильтр соединен с высоковольтным устройством, и второй фильтр соединен с высоковольтным устройством последовательно с первым фильтром.

Второй фильтр формирует высоковольтный выходной сигнал.

Первый фильтр в этом примере может представлять собой комбинацию из индуктивности, такой как индуктивность в 10 микрогенри, и конденсатора, такого как конденсатор в 1 микрофарад, соединенных параллельно друг с другом и вместе соединенных с заземлением.

Второй фильтр может представлять собой комбинацию из резистора, последовательно соединенного с первым фильтром, и конденсатора, соединенного с заземлением. Резистор может представлять собой

резистор сопротивлением 10 кОм. Конденсатор во втором фильтре может представлять собой конденсатор емкостью 2 микрофарада.

Кроме того, высоковольтный делитель расположен в корпусе, электрически соединен с высоковольтным устройством и формирует сигнал обратной связи с масштабированным напряжением. Высоковольтный делитель образован из множества последовательно соединенных резисторов. В высоковольтном делителе могут быть использованы резисторы различных номиналов, такие как один резистор 10 ГОм и один резистор 10 кОм.

Делитель высокого напряжения выполнен с возможностью приема высокого выходного сигнала величиной 1000 В и генерации сигнала обратной связи с масштабированным напряжением постоянного тока величиной 3 В.

Процессор может представлять собой микропроцессор с программируемыми периферийными устройствами, а также различными аппаратными средствами и запоминающим устройством.

Запоминающее устройство в этом примере хранит 4096 заданных рабочих значений. Некоторые из заданных значений представляют собой конкретное значение напряжения или тока, которое может быть установлено для функционирования источника питания. Другими заданными значениями являются временные интервалы или интервалы перезапуска, периоды отключения. Например, конкретное напряжение может быть изменено с 2000 В на 5000 В путем ввода определенного пользователем значения в запоминающее устройство процессора.

Примером заданного значения временного интервала может быть продолжение работы в течение 5 мин.

Примером интервала перезапуска может служить попытка перезапуска каждую секунду.

Примером периодов отключения может быть отключение на 5 с.

Процессор соединен с низковольтным устройством и высоковольтным устройством.

Процессор выполнен с возможностью: приема сигнала обратной связи с масштабированным напряжением от высоковольтного делителя напряжения; сравнения сигнала обратной связи с масштабированным напряжением с множеством заданных рабочих значений в запоминающем устройстве; вычисления и сохранения в запоминающем устройстве по меньшей мере одного пересмотренного заданного рабочего значения с использованием сравниваемого сигнала обратной связи с масштабированным напряжением.

Например, процессор вычисляет по меньшей мере одно пересмотренное заданное рабочее значение более высокого или более низкого напряжения в зависимости от потребностей потребителя, например значение 4000 В или 1000 В и, аналогично, A/D-значение, равное 2000 или 4096.

Процессор использует пересмотренное заданное рабочее значение для одновременного и автоматического регулирования высокого выходного напряжения в пределах всех заданных рабочих значений.

Пример 2: Цифровой высоковольтный источник питания с открытой платой.

В варианте осуществления цифровой высоковольтный источник питания размещен на открытом плате, которая герметизирована. Цифровой высоковольтный источник питания может весить от 1¹/₂ фунта (680,39 г) до 2 фунтов (907,18 г).

Высоковольтное устройство размещено в корпусе и может быть прикреплено к корпусу, например, с помощью эпоксидной смолы. В этом примере высоковольтное устройство принимает низкое напряжение, такое как 12 В постоянного тока.

Высоковольтное устройство преобразует 12 В в высоковольтный сигнал, например 1000 В постоянного тока, содержащий нежелательные синусоидальные помехи, такие как сигнал 6 В переменного тока, который похож на статические помехи при телефонном звонке.

Высоковольтное устройство содержит трансформатор, например устройство для преобразования 12 В в 1000 В, или может быть использовано устройство для повышения напряжения, которое выполняет такое же преобразование напряжения, но другим способом.

Высоковольтное устройство содержит транзистор, такой как металлооксидный полупроводниковый полевой транзистор, который обеспечивает прохождение тока при низком напряжении 12 В через трансформатор и создает магнитное поле, которое управляет прохождением напряжения подобно водяному клапану, соединенному с водопроводной трубой.

Высоковольтное устройство содержит высоковольтный умножитель, например 6-кратный умножитель, который кратно увеличивает напряжение с трансформатора до высоковольтного сигнала, который в 6 раз превышает напряжение на трансформаторе. Примером высоковольтного устройства может служить стандартный последовательный умножитель, производимый компанией Dean Technology из Аддисона (Addison), штат Техас, США.

В этом примере используют два фильтра. Первый фильтр соединен с высоковольтным устройством, и второй фильтр соединен с высоковольтным устройством последовательно с первым фильтром.

Второй фильтр формирует высоковольтный выходной сигнал.

Первый фильтр в этом примере может представлять собой комбинацию из индуктивности, такой как индуктивность в 10 микрогенри, и конденсатора, такого как конденсатор в 1 микрофарад, соединенных параллельно друг с другом и вместе соединенных с заземлением.

Второй фильтр может представлять собой комбинацию из резистора, последовательно соединенного с первым фильтром, и конденсатора, соединенного с заземлением. Резистор может представлять собой резистор сопротивлением 10 кОм. Конденсатор во втором фильтре может представлять собой конденсатор емкостью 2 микрофарада.

Кроме того, имеется высоковольтный делитель, электрически соединенный с высоковольтным устройством и формирующий сигнал обратной связи с масштабированным напряжением. Высоковольтный делитель образован из множества последовательно соединенных резисторов. В высоковольтном делителе могут быть использованы резисторы разных номиналов, такие как один резистор 10 ГОм и один резистор 10 кОм.

Делитель высокого напряжения выполнен с возможностью приема высоковольтного выходного сигнала величиной 1000 В и генерации сигнала обратной связи с масштабированным напряжением постоянного тока величиной 3 В.

Процессор может представлять собой микропроцессор с программируемыми периферийными устройствами, а также различными аппаратными средствами и запоминающим устройством.

Запоминающее устройство в этом примере хранит 4096 заданных рабочих значений. Некоторые из заданных значений представляют собой конкретное значение напряжения или тока, которое может быть установлено для функционирования источника питания. Другими заданными значениями являются временные интервалы или интервалы перезапуска, периоды отключения. Например, конкретное напряжение может быть изменено с 2000 В на 5000 В путем ввода определенного пользователем значения в запоминающее устройство процессора.

Примером заданного значения временного интервала может быть продолжение работы в течение 5 мин.

Примером интервалов перезапуска может служить попытка перезапуска каждую секунду.

Примером периодов отключения может быть отключение на 5 с.

Процессор соединен с низковольтным устройством и высоковольтным устройством.

Процессор выполнен с возможностью: приема сигнала обратной связи с масштабированным напряжением от высоковольтного делителя напряжения; сравнения сигнала обратной связи с масштабированным напряжением с множеством заданных рабочих значений в запоминающем устройстве; вычисления и сохранения в запоминающем устройстве по меньшей мере одного пересмотренного заданного рабочего значения с использованием сравниваемого сигнала обратной связи с масштабированным напряжением.

Например, процессор вычисляет по меньшей мере одно пересмотренное заданное рабочее значение более высокого или более низкого напряжения в зависимости от потребностей потребителя, например значение 4000 В или 1000 В и, аналогично, A/D-значение, равное 2000 или 4096.

Процессор использует пересмотренное заданное рабочее значение для одновременного и автоматического регулирования высокого выходного напряжения в пределах всех заданных рабочих значений.

Пример 3: Цифровой высоковольтный источник питания с металлическим корпусом.

В варианте осуществления цифровой высоковольтный источник питания размещен в металлическом корпусе, который герметизирован. Цифровой высоковольтный источник питания может весить от 1¹/₂ фунта (907,18 г) до 3 фунтов (1,36 кг).

Высоковольтное устройство размещено в корпусе и может быть прикреплено к корпусу, например, с помощью эпоксидной смолы. В этом примере высоковольтное устройство принимает низкое напряжение, такое как 12 В постоянного тока.

Высоковольтное устройство преобразует 12 В в высоковольтный сигнал, например 1000 В постоянного тока, содержащий нежелательные синусоидальные помехи, такие как сигнал 6 В переменного тока, который похож на статические помехи при телефонном звонке.

Высоковольтное устройство содержит трансформатор, например устройство для преобразования 12 В в 1000 В, или может быть использовано устройство для повышения напряжения, которое выполняет такое же преобразование напряжения, но другим способом.

Высоковольтное устройство содержит транзистор, такой как металлооксидный полупроводниковый полевой транзистор, который обеспечивает прохождение тока при низком напряжении 12 В через трансформатор и создает магнитное поле, которое управляет прохождением напряжения подобно водяному клапану, соединенному с водопроводной трубой.

Высоковольтное устройство содержит высоковольтный умножитель, например 6-кратный умножитель, который кратно увеличивает напряжение с трансформатора до высоковольтного сигнала, который в 6 раз превышает напряжение на трансформаторе. Примером высоковольтного устройства может служить стандартный последовательный умножитель, производимый компанией Dean Technology из Аддисона (Addison), штат Техас, США.

В этом примере используют 2 фильтра. Первый фильтр соединен с высоковольтным устройством и второй фильтр соединен с высоковольтным устройством последовательно с первым фильтром.

Второй фильтр формирует высоковольтный выходной сигнал.

Первый фильтр в этом примере может представлять собой комбинацию из индуктивности, такой

как индуктивность в 10 микрогенри, и конденсатора, такого как конденсатор в 1 микрофарад, соединенных параллельно друг с другом и вместе соединенных с заземлением.

Второй фильтр может представлять собой комбинацию из резистора, последовательно соединенного с первым фильтром, и конденсатора, соединенного с заземлением. Резистор может представлять собой резистор сопротивлением 10 кОм. Конденсатор во втором фильтре может представлять собой конденсатор емкостью 2 микрофарада.

Высоковольтный делитель расположен в корпусе, электрически соединен с высоковольтным устройством и формирует сигнал обратной связи с масштабированным напряжением. Высоковольтный делитель образован из множества последовательно соединенных резисторов. В высоковольтном делителе могут быть использованы резисторы разных номиналов, такие как один резистор 10 ГОм и один резистор 10 кОм.

Делитель высокого напряжения выполнен с возможностью приема высокого выходного напряжения 1000 В и генерации сигнала обратной связи с масштабированным напряжением 3 В постоянного тока.

Процессор может представлять собой микропроцессор с программируемыми периферийными устройствами, а также различными аппаратными средствами и запоминающим устройством.

Запоминающее устройство в этом примере хранит 4096 заданных рабочих значений. Некоторые из заданных значений представляют собой конкретное значение напряжения или тока, которое может быть установлено для функционирования источника питания. Другими заданными значениями являются временные интервалы или интервалы перезапуска, периоды отключения. Например, конкретное напряжение может быть изменено с 2000 В на 5000 В путем ввода определенного пользователем значения в запоминающее устройство процессора.

Примером заданного значения временного интервала может быть продолжение работы в течение 5 мин.

Примером интервала перезапуска может служить попытка перезапуска каждую секунду.

Примером периодов отключения может быть отключение на 5 с.

Процессор соединен с низковольтным устройством и высоковольтным устройством.

Процессор выполнен с возможностью: приема сигнала обратной связи с масштабированным напряжением от высоковольтного делителя напряжения; сравнения сигнала обратной связи с масштабированным напряжением с множеством заданных рабочих значений в запоминающем устройстве; вычисления и сохранения в запоминающем устройстве по меньшей мере одного пересмотренного заданного рабочего значения с использованием сравниваемого сигнала обратной связи с масштабированным напряжением.

Например, процессор вычисляет по меньшей мере одно пересмотренное заданное рабочее значение более высокого или более низкого напряжения в зависимости от потребностей потребителя, например значение 4000 В или 1000 В и, аналогично, A/D-значение, равное 2000 или 4096.

Процессор использует пересмотренное заданное рабочее значение для одновременного и автоматического регулирования высокого выходного напряжения в пределах всех заданных рабочих значений.

Хотя представленные варианты осуществления были описаны с акцентом на вариантах осуществления, следует понимать, что в пределах объема прилагаемой формулы изобретения варианты осуществления могут быть реализованы на практике иначе, чем конкретно описано в настоящем документе.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Цифровой высоковольтный источник питания, содержащий:

a. высоковольтное устройство, выполненное с возможностью приема низкого напряжения и генерирования высоковольтного сигнала, содержащего нежелательные синусоидальные помехи, причем высоковольтное устройство содержит по меньшей мере одно из следующего: трансформатор, транзистор и высоковольтный умножитель;

b. множество фильтров, причем по меньшей мере один фильтр из указанного множества фильтров соединен с высоковольтным устройством, и по меньшей мере один фильтр из множества фильтров выполнен с возможностью формирования высоковольтного выходного сигнала;

c. процессор с запоминающим устройством, хранящим множество заданных рабочих значений, причем процессор соединен с указанным низким напряжением и высоковольтным устройством, отличающийся тем, что цифровой высоковольтный источник питания также содержит:

d. высоковольтный делитель напряжения, образованный из множества последовательно соединенных резисторов и выполненный с возможностью приема высоковольтного выходного сигнала и генерирования сигнала обратной связи с масштабированным напряжением; причем процессор выполнен с возможностью:

(i) приема сигнала обратной связи с масштабированным напряжением от высоковольтного делителя напряжения;

(ii) сравнения сигнала обратной связи с масштабированным напряжением с множеством заданных

рабочих значений в запоминающем устройстве;

(iii) вычисления и сохранения в запоминающем устройстве по меньшей мере одного пересмотренного заданного рабочего значения с использованием сравниваемого сигнала обратной связи с масштабированным напряжением и

(iv) использования по меньшей мере одного пересмотренного заданного рабочего значения для одновременной и автоматической регулировки высоковольтного выходного сигнала в пределах всех заданных рабочих значений из множества заданных рабочих значений.

2. Цифровой высоковольтный источник питания по п.1, который выполнен с возможностью одновременной и автоматической передачи предупреждения с применением протокола связи или дискретных сигналов ввода/вывода.

3. Цифровой высоковольтный источник питания по п.1, содержащий датчик температуры, соединенный с процессором.

4. Цифровой высоковольтный источник питания по п.1, в котором множество заданных рабочих значений представляют собой переменные, основанные на заданных пользователем параметрах.

5. Цифровой высоковольтный источник питания по п.1, содержащий второй контур обратной связи, соединенный с преобразователем ток-напряжение, обеспечивающим дополнительный сигнал обратной связи для процессора.

6. Цифровой высоковольтный источник питания по п.1, в котором по меньшей мере одно заданное рабочее значение из множества заданных рабочих значений представляет собой аналоговое заданное рабочее значение, цифровое заданное рабочее значение или аналогово-цифровые заданные рабочие значения.

7. Цифровой высоковольтный источник питания по п.1, содержащий средство подавления цифровых пульсаций и паразитных колебаний в запоминающем устройстве.

8. Цифровой высоковольтный источник питания по п.1, содержащий второй источник питания, электрически подключенный между процессором и высоковольтным устройством.

9. Цифровой высоковольтный источник питания по п.8, содержащий делитель напряжения, выполненный с возможностью приема второго выходного сигнала напряжения от высоковольтного устройства и генерирования второго сигнала обратной связи с масштабированным напряжением.

10. Цифровой высоковольтный источник питания по п.9, в котором указанный второй источник питания содержит несинхронное средство понижения напряжения, несинхронное средство повышения напряжения, синхронное средство понижения напряжения или синхронное средство повышения напряжения.

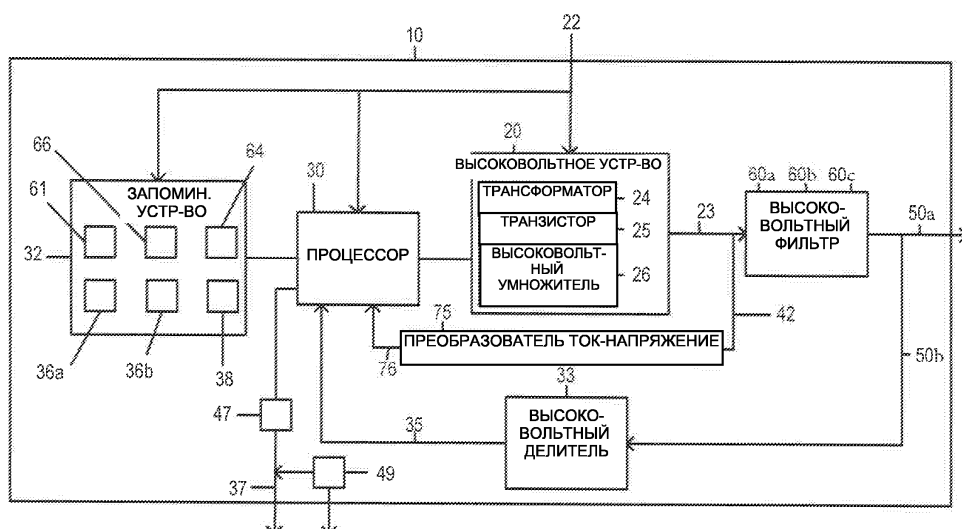
11. Цифровой высоковольтный источник питания по п.2, в котором предупреждение включает множество сигналов связи, предназначенных для одновременной передачи различных команд и данных.

12. Цифровой высоковольтный источник питания по п.1, содержащий преобразователь ток-напряжение, обеспечивающий сигнал обратной связи для процессора, используемого для регулировки по меньшей мере одного пересмотренного заданного рабочего значения, причем указанный сигнал обратной связи не превышает одно заданное рабочее значение из множества заданных рабочих значений, хранящихся в запоминающем устройстве.

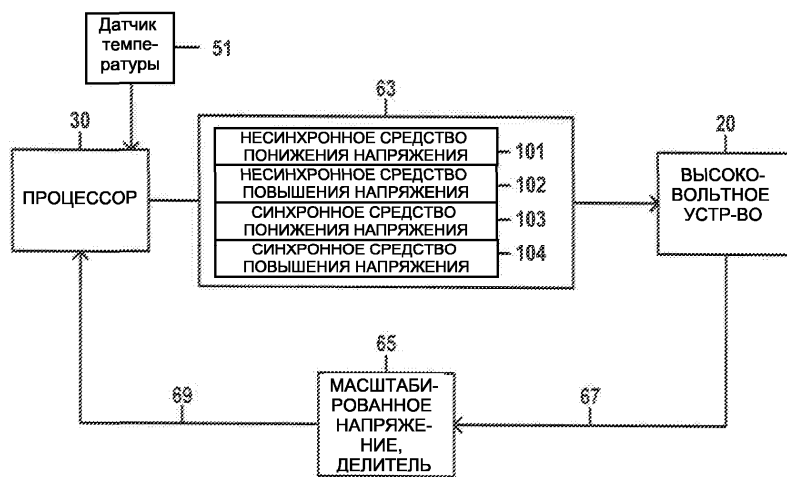
13. Цифровой высоковольтный источник питания по п.1, содержащий первое заданное значение в запоминающем устройстве для регулировки скорости, с которой выходное напряжение достигает заданного рабочего значения из множества заданных рабочих значений после разрешения выдачи выходного сигнала высоковольтного источника питания.

14. Цифровой высоковольтный источник питания по п.1, содержащий второе заданное значение в запоминающем устройстве для регулировки скорости, с которой обеспечено регулирование выходного напряжения в зависимости от изменения условий нагрузки.

15. Цифровой высоковольтный источник питания по п.1, в котором процессор выполнен с возможностью генерации предупреждения, когда состояния выходного сигнала превышают какие-либо заданные рабочие значения из множества заданных рабочих значений.



Фиг. 1



Фиг. 2

