



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
B66C 13/18 (2019.08); *H02M 1/42* (2019.08)

(21)(22) Заявка: 2019121707, 11.07.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
11.07.2019

Дата регистрации:
18.11.2019

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 11.07.2019

(45) Опубликовано: 18.11.2019 Бюл. № 32

Адрес для переписки:
125430, Москва, Пятницкое ш., 23, корп. 2, ООО
"НПП "ЭГО", И.Г. Фёдорову

(72) Автор(ы):

Алексанкин Владимир Александрович (RU),
Неговелов Семён Николаевич (RU),
Каминский Леонид Станиславович (RU),
Фёдоров Игорь Германович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью
"Научно-производственное предприятие
"ЭГО" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2519636 C2, 20.06.2014. RU
2447010 C2, 10.04.2012. RU 179345 U1, 10.05.2018.
WO 2011/022320 A1, 24.02.2011.

(54) Источник электропитания измерительной и регистрирующей аппаратуры от сети высокого напряжения

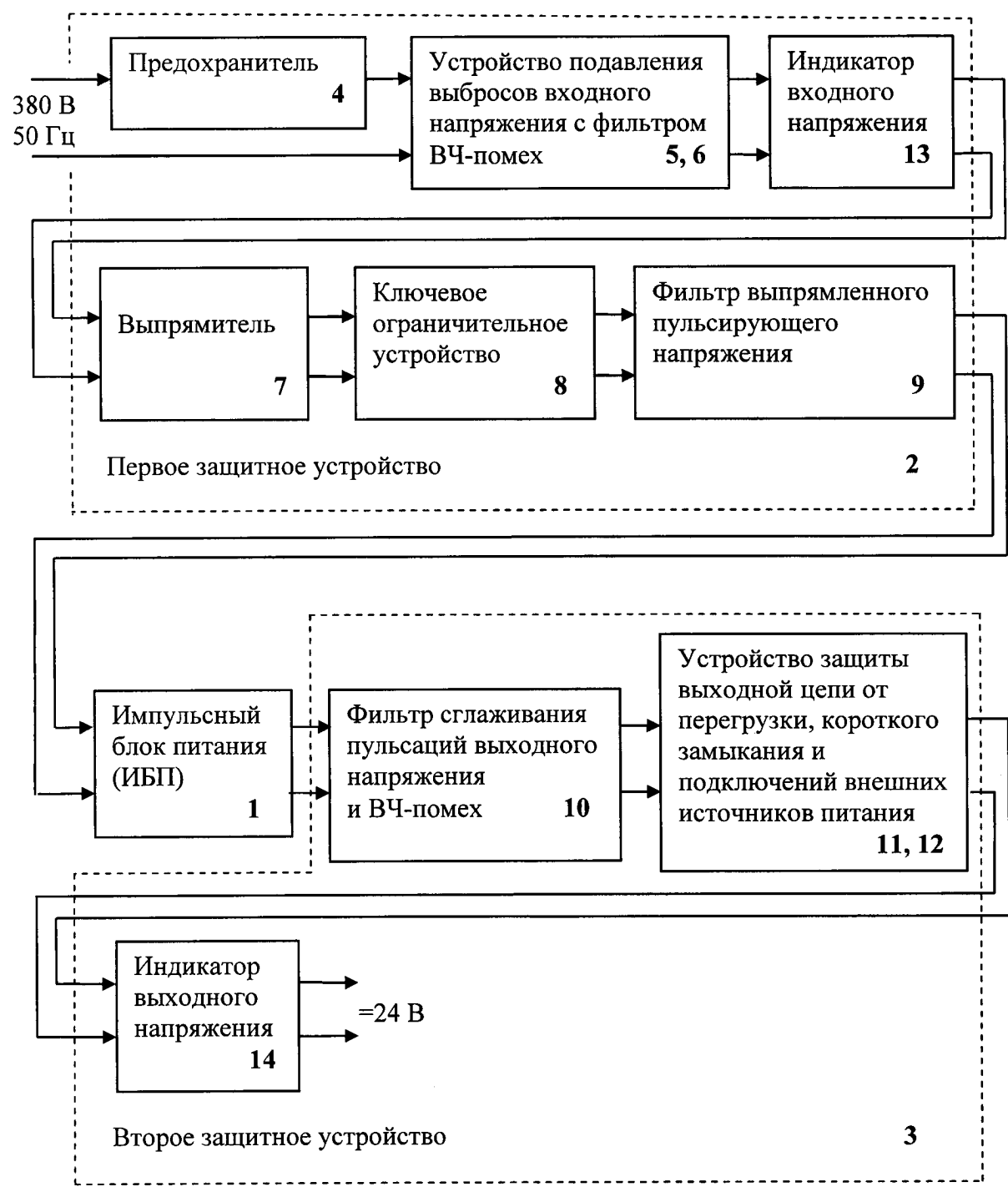
(57) Реферат:

Полезная модель относится к подъемной технике и может быть использована преимущественно для электропитания систем управления и защиты от перегрузок электрических грузоподъемных машин от промышленной сети высокого напряжения. Источник электропитания измерительной и регистрирующей аппаратуры от сети высокого напряжения содержит устройство для преобразования тока высокого напряжения в постоянный ток низкого напряжения. Это устройство представляет собой AC/DC и DC/DC преобразователь, выполненный в виде импульсного блока питания (ИБП), снабженного первым и вторым защитными блоками, подключенными соответственно к его входу и выходу. Первый защитный блок включает в себя первый предохранитель, включенный в разрыв одного из линейных проводов, фильтр высокочастотных помех, устройство подавления выбросов входного напряжения, выпрямитель, ключевое ограничительное устройство и фильтр

выпрямленного пульсирующего напряжения. Второй защитный блок включает в себя фильтр сглаживания пульсаций выходного напряжения и высокочастотных помех и устройство защиты выходной цепи от перегрузки, короткого замыкания и непреднамеренных подключений к ней внешних источников питания, включающее в себя второй предохранитель, включенный в разрыв одного из выходных проводов. Технический результат - создание источника электропитания с расширенным диапазоном допустимых входных напряжений, способного работать в реальной промышленной сети как 220 В 50 Гц, так и 380 В 50 Гц, а также в реальной промышленной сети постоянного тока напряжением 220 В, и обеспечивающего качественное и безотказное электропитание измерительной и регистрирующей аппаратуры в условиях нестабильных, постоянно меняющихся параметров промышленной сети. 4 з.п. ф-лы, 8 ил.

RU 193830 U1

RU 193830 U1



Фиг.1

Область техники, к которой относится полезная модель Полезная модель относится к подъемной технике и может быть использована преимущественно для электропитания систем управления и защиты от перегрузок электрических грузоподъемных машин от промышленной сети как переменного, так и постоянного тока высокого напряжения.

5 Уровень техники

Измерительная и регистрирующая аппаратура, установленная на объектах промышленного назначения, питается в подавляющем большинстве случаев от той же промышленной сети 380 В 50 Гц, от которой питается все промышленное оборудование. По причине большой степени загрузки такой сети, постоянно меняющейся в процессе работы от включения и выключения той или иной мощной нагрузки и со значительными реактивными составляющими (индуктивная, емкостная), напряжение промышленной сети постоянно меняется. Эти изменения носят как кратковременный характер (выбросы и провалы напряжения в течение доли секунды), так и долговременный характер (снижение и повышение напряжения относительно номинального значения в течение нескольких секунд и до нескольких часов), и оказывают крайне неблагоприятное воздействие как на само промышленное оборудование (вплоть до вывода из строя), так и на измерительную и регистрирующую аппаратуру, содержащую датчики, чувствительные элементы и электронные узлы, отличающиеся, наряду с высокой чувствительностью к параметрам измеряемых и регистрируемых процессов, очень высокой чувствительностью к параметрам своего электропитания. И те значительные изменения параметров промышленной сети, которые может выдержать промышленное оборудование, для измерительной аппаратуры в большей части случаев, оказываются недопустимыми: приводят не только к искажению параметров регистрируемых процессов, но и чаще всего - к выходу из строя всей измерительной и регистрирующей системы, без которой современное промышленное оборудование просто работать не может. А стоимость современных измерительных систем часто сопоставима со стоимостью оборудования, и в некоторых случаях может ее превосходить.

Как правило, устройства промышленной автоматики получают электропитание от промышленной сети трехфазного переменного тока напряжением 380 В 50 Гц. Получение низковольтного напряжения (12-24 В) из трехфазного напряжения очень заманчиво с точки зрения получения постоянного напряжения с относительно малым уровнем пульсаций за счет выпрямления всех трех фаз переменного напряжения. Однако при этом повышается частота пульсаций первой гармоники. А самое главное, что ограничивает применение этого способа - это необходимость изготовления понижающего трехфазного трансформатора малой мощности (50-200 Вт). Изготовление такого трансформатора малой мощности достаточно трудоемко и практически не освоено промышленностью, его габариты, а также стоимость разработки и изготовления, значительно превышают аналогичные параметры маломощных однофазных трансформаторов. Поэтому практически получение низковольтного постоянного напряжения малой мощности из трехфазного напряжения 380 В 50 Гц не нашло применения в промышленности. Хотя схемы такого рода известны и описаны в технической литературе. Практически же при создании источников питания для узлов промышленной автоматики и систем безопасности грузоподъемных кранов используется однофазное напряжение, т.е. либо одной из фаз трехфазной сети, т.е. 220 В 50 Гц, либо, что особенно характерно для грузоподъемных кранов, где в большей части случаев отсутствует нейтральный четвертый провод, используется линейное напряжение трехфазной сети, т.е. 380 В 50 Гц, т.е. напряжение между проводами любых двух фаз.

В последнее время в промышленности (и в бытовой технике) для получения

низковольтного постоянного напряжения (12-24 В) из высокого напряжения питающей сети нашли широкое применение импульсные источники питания (ИИП). Они еще получили название в технической литературе, как AC/DC и DC/DC преобразователи или SMPS - Switch Mode Power Supply). Это широкое применение обусловлено рядом явных преимуществ ИИП перед обычными трансформаторными аналоговыми источниками питания (АИП).

Это, в первую очередь, благодаря частоте преобразования не 50 Гц, как в АИП, а десятки и сотни кГц и даже единицы мГц, значительно меньший вес и габариты ИИП по сравнению с АИП за счет гораздо меньших габаритов и веса трансформатора, упрощенной однополупериодной схемы выпрямителя и габаритов фильтра выходного напряжения.

Это, также, более высокий КПД (вплоть до 90-98%) за счет того, что основные потери в ИИП связаны с переходными процессами в моменты переключения ключевого элемента. Поскольку ключевые элементы основную часть времени находятся в одном из устойчивых состояний (т.е., либо включен, либо выключен), потери энергии минимальны.

Это, наконец, меньшая стоимость, благодаря массовому выпуску унифицированной элементной базы и разработке ключевых транзисторов высокой мощности. Кроме этого следует отметить значительно более низкую стоимость импульсных трансформаторов при сравнимой передаваемой мощности, и возможность использования менее мощных силовых элементов, поскольку режим их работы ключевой.

И, конечно ИИП, по крайней мере, не уступают АИП в надежности эксплуатации в силу достаточно простых защитных схемных решений построения различных защит (от перенапряжения, от перегрузки, от перегрева, от короткого замыкания и т.д.).

Все эти преимущества ИИП с лихвой перекрывают их некоторые недостатки, в частности, относительно высокий уровень помех, возникающих при работе ИИП. В тех случаях, когда аппаратура, получающая питание от ИИП, работает устойчиво, этот недостаток можно не учитывать. В частности, микропроцессорная техника при питании от ИИП работает, как правило, устойчиво и безотказно. Ограничения на использование ИИП в промышленности появляются только в аппаратуре, использующей аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Но и в таких случаях проблема, как правило, решается дополнительной фильтрацией выпрямленного напряжения.

При всех перечисленных преимуществах, в настоящее время при существующем уровне наличия элементной базы для построения ИИП существуют некоторые ограничения на построение и применение ИИП.

Практически вся элементная база для ИИП в настоящее время позволяет их использовать только до уровня максимально допустимых в сетях входных действующих напряжений переменного тока $220 \text{ В} + 20\% = 264 \text{ В}$.

Это ограничение обусловлено, в первую очередь, тем, что конденсаторы фильтра выпрямителя ИИП - электролитические. А промышленность, как отечественная, так и мировая выпускает электролитические конденсаторы на напряжение не более 450 В. Т. е. конденсатор с таким рабочим напряжением работает даже при таком напряжении практически без всякого запаса. На самом деле при действующем значении переменного напряжения 264 В, его амплитудное значение достигает 372 В, и запас по напряжению у конденсатора явно недостаточный, так как производители обычно рекомендуют для этих конденсаторов применять по крайней мере двукратный запас по напряжению. Но

для того, чтобы получить двукратный запас, надо иметь конденсатор с рабочим напряжением более 744 В, а реально - не менее 1000-1200 В. Чтобы получить конденсатор с таким рабочим напряжением, надо соединять последовательно два или более одинаковых конденсаторов, при этом емкость результирующего конденсатора будет меньше в n раз, где n - количество конденсаторов. Для выравнивания напряжений на конденсаторах их приходится шунтировать резисторами, что также отрицательно сказывается на их характеристиках. Т. е. схема усложняется, становится дороже, и возникают дополнительные потери. Если же создавать ИИП с номинальным входным рабочим напряжением 380 В, то проблема при этом только дополнительно сильно усложняется.

Вторая проблема связана с рабочим напряжением ключевого элемента. Если при входном напряжении 220 В в ИИП должен использоваться ключевой элемент (как правило, это MOSFET-транзистор) с рабочим напряжением не менее 700-900 В, то при входных напряжениях 380 В (а с учетом допусков это может быть и 500 В и более) ключевой элемент должен сохранять работоспособность до напряжений 1500 В и более. Ключевых элементов с таким напряжением в настоящее время промышленность практически не выпускает, а то, что выпускается, во-первых, имеет очень высокую стоимость, а во-вторых, высоковольтные ключевые элементы имеют повышенное внутреннее сопротивление в открытом состоянии (1-3 Ом), что приводит к дополнительным потерям мощности, снижению КПД и повышенному разогреву ключевого элемента со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Указанные проблемы привели к тому, что в настоящее время промышленность выпускает практически исключительно ИИП для работы в сети 220 В. Для работы в сети 380 В выпускаются единичные ИИП, они имеют очень высокую цену, выпускаются только для уличного светодиодного освещения, создают значительные помехи на выходе и обладают посредственными характеристиками по большинству параметров ИИП. В то же время, как указано выше, существует проблема питания устройств промышленной автоматики от напряжения промышленной сети 380 В 50 Гц, там, где напряжение 220 В отсутствует и его получение связано со значительными трудностями технического характера.

Известен в частности обратноходовой ИИП, включающий в себя выпрямитель, фильтр сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения, ключевое устройство на MOSFET-транзисторе IRF30BQ040, ШИМ контроллер на микросхеме MAX5052 (ШИМ - широтно-импульсная модуляция, англ. pulse-width modulation (PWM) - процесс управления передачей энергии методом пульсирующего включения и выключения), трансформатор, выпрямитель низкого напряжения и емкостной фильтр сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения (Мэк Р. Импульсные источники питания. Теоретические основы проектирования и руководство по практическому применению/ Пер. с англ. - М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2008. - 272 с: ил. (Серия «Силовая электроника»), стр. 111-118).

Этот ИИП предназначен для работы от сети с напряжением 100-240 В, для питания нагрузки током 1 А при стабилизированном напряжении на выходе $12 \text{ В} \pm 0,2 \text{ В}$. Уровень пульсаций - не более 100 мВ. Это универсальный источник питания, типичный для большого количества аппаратуры, питающейся от бытовой сети переменного тока напряжением 220 В.

Однако данное устройство не может работать от промышленной сети переменного тока напряжением 380 В 50 Гц. И тем более, не может работать в такой сети в случае изменений напряжения в ней как в сторону понижения, так и в сторону повышения. В

нем отсутствуют: устройство подавления выбросов напряжения и фильтр высокочастотных (ВЧ) помех на входе, предохранительные устройства (от перегрузки, от короткого замыкания, от перегрева и т.д.), фильтр сглаживания пульсаций содержит только конденсаторы, отсутствует фильтр подавления высокочастотных помех на выходе, отсутствует индикатор напряжения выходной цепи.

Наиболее близким к предлагаемой полезной модели по совокупности существенных признаков является источник электропитания измерительной и регистрирующей аппаратуры от сети переменного тока высокого напряжения, содержащий устройство для преобразования переменного тока высокого напряжения в постоянный ток низкого напряжения, включающий в себя понижающий трансформатор, выпрямитель, первый электрический фильтр для сглаживания пульсаций на выходе выпрямителя, параметрический стабилизатор, выполненный на стабилитроне и транзисторе, и второй электрический фильтр для сглаживания пульсаций на выходе параметрического стабилизатора. Первичная обмотка трансформатора подключена к питающей сети переменного электрического тока, а вторичная обмотка - к выпрямителю, с выхода которого выпрямленное пульсирующее напряжение подается на первый электрический фильтр и с него - на вход параметрического стабилизатора, с выхода которого напряжение подается на второй электрический фильтр и далее на нагрузку (Шустов М.А. Практическая схемотехника». Книга 2. «Источники питания и стабилизаторы. 2-е изд., стер. - М.: Издательский дом «Додэка-XXI», «Альтэкс», 2007, с. 72-73).

Данное устройство является источником постоянного тока общего назначения, обеспечивающим нагрузку стабилизированным напряжением при колебаниях в сети переменного тока, соответствующих общепринятым стандартам (от -15 до +10% относительно номинального значения 220 или 380 В). Никаких свидетельств, опровергающих это утверждение, в описании нет. Типовая схема стабилизатора, рассчитана на поддержание стабильного выходного напряжения при незначительных колебаниях напряжения питающей сети. Однако даже домашняя сеть часто дает существенно большие отклонения от номинала, которые приводят к отказу и выходу из строя источника электропитания. Если же говорить о промышленной сети, где мощность, потребляемая многими станками, механизмами, подъемными устройствами, превышает десятки и сотни кВт, и эти механизмы не работают постоянно, а непредсказуемо включаются и выключаются, изменяют режим работы и потребляемую мощность, где в качестве нагрузки выступают значительные реактивные элементы (емкости, индуктивности), то в таких условиях описанная схема источника электропитания будет работать неэффективно, не сможет обеспечить необходимую для измерительной техники точность поддержания выходного напряжения, его стабильность и низкий уровень пульсаций переменной составляющей выходного напряжения. А при значительных изменениях напряжения питающей сети ток, протекающий через стабилитрон, превысит допустимое для выбранного стабилитрона значение, в результате чего стабилитрон, а вслед за ним и транзистор, выйдут из строя. Аналогично, при значительных повышениях входного напряжения может выйти из строя понижающий трансформатор по причине пробоя изоляции и межвиткового замыкания в первичной или вторичной обмотках. Т. е. никаких мероприятий и схемных решений для борьбы со значительными выбросами входного напряжения данное устройство не содержит. А сам по себе стабилизатор с этой проблемой справиться не может.

Известное устройство также не в состоянии выполнять полноценно свои функции и при значительных провалах входного напряжения. Диапазон допустимых токов,

протекающих через стабилитрон, небольшой. Как правило, у стабилитрона отношение максимального тока стабилизации к минимальному току не превышает значения 20-30. Это при 24 В номинального напряжения на выходе источника электропитания позволяет данному устройству эффективно выполнять задачу стабилизации при
5 изменении входного напряжения от 28 до 42 В, что соответствует диапазону изменения напряжения питающей сети 310-140 В (при номинальном значении 380 В), т.е. $380 \pm 20\%$. Такой диапазон явно недостаточен для аппаратуры, питающейся от реальной промышленной сети, в которой изменения напряжения имеют гораздо большие значения. Реальная сеть промышленного предприятия может давать при номинальном значении
10 380 В минимальные напряжения 270-290 В, а максимальные 560-580 В, причем это не кратковременные импульсы длительностью десятки микросекунд, а сравнительно длительные изменения, которые могут длиться от сотен миллисекунд до десятков минут или даже до нескольких часов.

Известное устройство не содержит также решений по борьбе с кратковременными
15 импульсными выбросами, которые в промышленной сети присутствуют практически постоянно по причине частых включений и отключений промышленного оборудования. Оно не содержит также схемных решений по предохранению от перегрузок и коротких замыканий в нагрузке.

Кроме того, в условиях цеха реально возможны ошибочные непреднамеренные
20 подключения к выходу данного устройства других источников напряжения, которые также могут привести к выходу этого устройства из строя и аварийной ситуации в цеху.

И, наконец, работа с таким устройством и его диагностика реально затруднены из-за отсутствия какой-либо индикации о нормальном функционировании устройства.

Раскрытие полезной модели Задачей, на решение которой направлена предлагаемая
25 полезная модель, является создание источника электропитания с расширенным диапазоном допустимых входных напряжений, способного работать в реальной промышленной сети как 220 В 50 Гц, так и 380 В 50 Гц, а также в реальной промышленной сети постоянного тока напряжением 220 В без принудительного переключения его режима работы, и обеспечивающего качественное и безотказное
30 электропитание измерительной и регистрирующей аппаратуры в условиях нестабильных, постоянно меняющихся параметров промышленной сети, при наличии в ней как кратковременных, так и долговременных отклонений напряжения сети от номинального значения, а также с защитой источника электропитания от непреднамеренного подключения к его выходу источника напряжения в прямой или обратной полярности
35 от других внешних источников электропитания.

Дополнительной задачей, на решение которой направлена предлагаемая полезная модель, является создание источника электропитания измерительной и регистрирующей аппаратуры с возможностью первичной диагностики данного источника в месте его установки.

Поставленные технические задачи решаются тем, что в источнике электропитания измерительной и регистрирующей аппаратуры от сети высокого напряжения,
40 содержащем устройство для преобразования тока высокого напряжения в постоянный ток низкого напряжения, согласно полезной модели, указанное устройство представляет собой AC/DC и DC/DC преобразователь, выполненный в виде импульсного блока питания (ИБП), снабженного первым и вторым защитными блоками, подключенными
45 соответственно к его входу и выходу, при этом первый защитный блок включает в себя первый предохранитель, включенный в разрыв одного из линейных проводов, фильтр высокочастотных помех, устройство подавления выбросов входного напряжения,

выпрямитель, ключевое ограничительное устройство и фильтр выпрямленного пульсирующего напряжения, а второй защитный блок включает в себя фильтр сглаживания пульсаций выходного напряжения и высокочастотных помех и устройство защиты выходной цепи от перегрузки, короткого замыкания и непреднамеренных
5 подключений к ней внешних источников питания, включающее в себя второй предохранитель, включенный в разрыв одного из выходных проводов.

Достижению технического результата способствуют также частные существенные признаки полезной модели.

В первом защитном блоке фильтр высокочастотных помех и устройство подавления выбросов входного напряжения совмещены в единый узел, содержащий в своем составе
10 резисторы, общие для фильтра и данного устройства.

Предпочтительно, фильтр высокочастотных помех на входе источника электропитания и устройство подавления выбросов входного напряжения выполнены многоступенчатыми.

15 Защитные блоки выполнены с индикаторами входного и выходного напряжения.

Указанные индикаторы выполнены на светодиодах.

Сущность полезной модели заключается в следующем.

Наличие AC/DC и DC/DC преобразователя, выполненного в виде ИБП, позволяет использовать в источнике электропитания серийно выпускаемые промышленностью
20 отечественные и зарубежные ИБП, которые в подавляющем большинстве могут работать как от сети переменного тока напряжением 220 В 50 Гц (90-264 В), так и от сети постоянного (пульсирующего) тока напряжением 220 В (127-370 В), так как включают в себя на входе выпрямитель, который выпрямляет входное высокое переменное напряжение (превращает его в пульсирующее напряжение) и практически
25 без потерь пропускает через себя постоянное высокое напряжение. Это существенно упрощает реализацию данного источника электропитания и уменьшает его стоимость.

Первый предохранитель в первом защитном блоке, включенный в разрыв одного из линейных проводов позволяет защитить как сам первый защитный блок, так и ИБП,
30 и второй защитный блок, как от возможных перегрузок, короткого замыкания в источнике электропитания и в нагрузке, так и от возможных недопустимо больших выбросов напряжения в промышленной сети.

Введение в первый защитный блок фильтра высокочастотных помех на входе источника электропитания обеспечивает подавление помех, приходящих в источник
35 из питающей сети и от соседних единиц промышленного оборудования, работающего в цехе и питающихся от импульсных источников электропитания. Этот фильтр защищает электронные блоки нагрузки и измерительные цепи датчиков от сбоев и ошибок в работе. При этом устройство подавления выбросов входного напряжения обеспечивает подавление мощных импульсных помех, приходящих в источник электропитания из
40 питающей сети и от соседних единиц промышленного оборудования, работающего в цехе, а также защищает от выхода из строя и от повреждения энергией помехи все блоки источника электропитания, и даже электронные блоки нагрузки.

Введение в первый защитный блок выпрямителя позволяет в случае переменного высокого входного напряжения получить на выходе выпрямителя постоянное
45 (пульсирующее) напряжение, что позволяет значительно упростить схему ключевого ограничительного устройства и повысить надежность и точность ее работы. В случае постоянного высокого входного напряжения выпрямитель просто пропускает его через себя с ничтожно малыми потерями.

Введение в состав первого защитного устройства ключевого ограничительного

устройства позволяет решить основную задачу - нормализовать входное напряжение, т.е. привести его действующее значение, которое в сети 380 В 50 Гц (реальный диапазон изменения действующих значений переменного напряжения 280-560 В) может меняться в пределах от 480 В до 970 В (выпрямленное пульсирующее напряжение), к уровню, не превышающему максимально допустимое входное значение постоянного напряжения ИБП (370 В).

Включение в состав первого защитного устройства фильтра выпрямленного пульсирующего напряжения позволяет получить из напряжения на выходе ключевого ограничительного устройства непрерывное пульсирующее напряжение, т.е. напряжение без разрывов и пропусков. Это необходимо для обеспечения устойчивой и надежной работы ИБП.

Включение в состав второго защитного блока фильтра сглаживания пульсаций выходного напряжения и высокочастотных помех позволяет уменьшить высокочастотные пульсации - результат работы ИБП, основные рабочие частоты преобразования которого могут лежать в пределах от ≈ 50 кГц до нескольких мГц, и сделать возможной работу питающейся от источника электропитания электронной аппаратуры. Некоторые из существующих выпускаемых промышленностью ИБП включают в себя на выходе такие фильтры, однако в большинстве своем эти фильтры очень просты, дешевы и пригодны только для очень неприхотливых бытовых приложений, таких как бытовая техника, техника для кухни, светодиодное освещение и т.д.

Введение в состав второго защитного блока устройства защиты выходной цепи от перегрузки, короткого замыкания и непреднамеренных подключений к ней внешних источников питания, включающее в себя второй предохранитель, включенный в разрыв одного из выходных проводов, позволяет повысить надежность и безотказность работы источника электропитания в неблагоприятных условиях промышленного производства.

Совмещение в первом защитном блоке фильтра высокочастотных помех и устройства подавления выбросов входного напряжения в единый узел, содержащий в своем составе резисторы, общие для данного устройства и фильтра, позволяет выполнить фильтр более компактным и устойчивым как к каждому из отдельных факторов (помеха, выброс, провал), так и к их совместному воздействию.

Выполнение в первом защитном блоке фильтра высокочастотных помех и устройства подавления выбросов входного напряжения многозвенными (многоступенчатыми), повышает эффективность данного фильтра, а также повышает надежность и устойчивость подавления мощных помех, так как энергия помехи распределяется между всеми звеньями фильтра, т.е. на один элемент фильтра действует только часть общей энергии помехи.

Выполнение первого и второго защитных устройств с индикаторами соответственно входного и выходного напряжения на светодиодах, обеспечивает возможность определить визуально работоспособность источника электропитания и при необходимости ускорить диагностику неисправностей и локализовать эти неисправности.

Технический результат от использования данной полезной модели заключается в создании источника электропитания с расширенным диапазоном допустимых входных напряжений, способного работать в реальной промышленной сети как 220 В 50 Гц, так и 380 В 50 Гц, а также в реальной промышленной сети постоянного тока напряжением 220 В, и обеспечивающего качественное и безотказное электропитание измерительной и регистрирующей аппаратуры в условиях нестабильных, постоянно меняющихся параметров промышленной сети.

Приведенные далее описание предлагаемого источника электропитания и сопровождающие чертежи предназначены только для иллюстрации полезной модели и ни в коем случае не ограничивают объема формулы полезной модели.

Краткое описание чертежей. На фиг. 1 представлена функциональная схема одного из примеров выполнения предлагаемого источника электропитания; на фиг. 2 - устройство подавления выбросов входного напряжения с фильтром ВЧ-помех; на фиг. 3 - выпрямитель; на фиг. 4 - ключевое ограничительное устройство и фильтр выпрямленного пульсирующего напряжения; на фиг. 5 и 6 - изменения значений пульсирующего напряжения на входе в ключевое ограничительное устройство, на его выходе и на выходе фильтра выпрямленного пульсирующего напряжения при значении напряжения на входе в ключевое ограничительное устройство, соответственно, меньшем порога его срабатывания, и превышающем порог его срабатывания; на фиг. 7 - фильтр сглаживания пульсаций выходного напряжения и высокочастотных помех; на фиг. 8 - устройство защиты выходной цепи от перегрузки, короткого замыкания и подключений внешних источников питания. На приведенных рисунках одни и те же элементы обозначены одинаковыми позициями.

Осуществление полезной модели

Источник электропитания измерительной и регистрирующей аппаратуры, например, ограничителя нагрузки крана мостового типа (далее - ограничитель) от промышленной сети переменного тока 380 В 50 Гц содержит преобразователь тока высокого напряжения в постоянный ток низкого напряжения 24 В, выполненный в виде ИБП 1, снабженного первым и вторым защитными устройствами 2 и 3, подключенными соответственно к входу и выходу ИБП 1.

Первое защитное устройство 2 включает в себя плавкий предохранитель 4, включенный в разрыв одного из линейных проводов, устройство 5 подавления выбросов входного напряжения, совмещенное с фильтром 6 высокочастотных помех, выпрямитель 7, ключевое ограничительное устройство 8 и фильтр 9 выпрямленного пульсирующего напряжения.

Второе защитное устройство 3 включает в себя фильтр 10 сглаживания пульсаций выходного напряжения и высокочастотных помех и устройство 11 защиты выходной цепи от перегрузки, короткого замыкания и непреднамеренных подключений к ней внешних источников питания, включающее в себя плавкий предохранитель 12, включенный в разрыв одного из выходных проводов.

Защитные устройства 2 и 3 снабжены соответственно индикаторами 13 и 14 входного и выходного напряжения источника электропитания, выполненными на светодиодах.

Один из возможных вариантов реализации устройства 5 подавления выбросов входного напряжения с фильтром 6 высокочастотных помех, выполненного в виде совмещенного 4-х ступенчатого узла, показан на фиг. 2. Вообще говоря, устройство 5 подавления выбросов входного напряжения и фильтр 6 высокочастотных помех - это разные устройства, выполненные на различных радиоэлементах. Устройство подавления выбросов входного напряжения может быть выполнено на одном или нескольких газовых разрядниках. В частности, как показано на фиг. 2, оно выполнено на двух газовых разрядниках 15 и 16, варисторе 17 и трех защитных симметричных диодах 18, 19 и 20, соединенных последовательно для обеспечения срабатывания при высоком импульсе напряжения (более 800-900 В) и параллельно с резисторами 21, 22 и 23, выравнивающими напряжения на диодах, и разделенных между собой резисторами 24-27 для сближения моментов срабатывания этих элементов. Фильтр 6 высокочастотных помех состоит из керамических или пленочных конденсаторов 28-31 различной емкости

(0,1-0.01 мкф), также разделенных резисторами 24-27 для разноса частот среза отдельных ступеней фильтров. Т. е. устройство 5 подавления выбросов напряжения и фильтр 6 высокочастотных помех объединяет то, что они, как правило, для надежности и повышения своей функциональности выполнены многоступенчатыми, включающими в себя, предпочтительно, до 4 ступеней. И ступени эти и для устройства подавления выбросов напряжения и для фильтра разделяются резисторами. Т.е. один и тот же резистор может выполнять роль разделителя ступеней, фильтра помех и задержки для устройства подавления выбросов напряжения. Поэтому резисторы у этих устройств одни и те же, а конденсаторы ступеней фильтра соединены параллельно с элементами устройства подавления выбросов. Два газовых разрядника 15 и 16 здесь применены для большей надежности и устойчивости подавления мощных помех.

Выпрямитель 7 выполнен на традиционном диодном мосте. В каждом плече моста последовательно соединены два диода для повышения надежности при значительных выбросах напряжения питания.

Ключевое ограничительное устройство 8, показанное на фиг. 4 (его также можно назвать нормализатором напряжения), выполнено на MOSFET-транзисторе 32, работающем в качестве низкочастотного (100 Гц) переключателя и компаратора, устанавливающего заданный уровень выходного высокого напряжения (в нашем случае 370 В). Компаратор построен с использованием комбинации NPN-транзистора 33 и стабилитрона 34 и включает в себя делитель напряжения на резисторах 35 и 36, стабилитрон 37 и защитный диод 38 для ограничения уровня сигнала управления, поступающего на затвор MOSFET-транзистора 32, резисторы 39 и 40 формирования управляющего сигнала затвора MOSFET-транзистора 32, а также два защитных диода 41 и 42, соединенных последовательно для увеличения уровня срабатывания защиты. Параллельно защитным диодам включены резисторы 43 и 44 для выравнивания напряжений на каждом из защитных диодов.

Фильтр 9 выпрямленного пульсирующего напряжения, показанный также на фиг. 4, выполнен на двух последовательно соединенных электролитических конденсаторах 45 и 46. Последовательное соединение выполнено для повышения уровня и расширения диапазона рабочих напряжений источника электропитания.

Фильтр 10 сглаживания пульсаций выходного напряжения и ВЧ-помех, показанный на фиг. 7, это традиционный трехзвенный резистивно-емкостной фильтр, состоящий из двух электролитических конденсаторов 47 и 48 и одного керамического конденсатора 49, соединенных между собой резисторами 50-52. Здесь использовано сочетание электролитических конденсаторов 47 и 48 с керамическим конденсатором 49, так как такое сочетание расширяет эффективную полосу фильтрации. Известно, что электролитические конденсаторы хорошо фильтруют более низкочастотные пульсации, особенно пульсации питающей сети 50 и 100 Гц, а керамические конденсаторы лучше фильтруют более высокочастотный шум. После выпрямителя 7 пульсации имеют величину, равную амплитуде выпрямленного напряжения. После фильтра 10 амплитуда пульсаций уменьшается до 100-300 мВ в зависимости от значений входящих в фильтр емкостей. Такой уровень пульсаций вполне допустим для работы микропроцессорной техники.

Выход фильтра 10 сглаживания пульсаций выходного напряжения и ВЧ-помех подключен к входу устройства 11 защиты выходной цепи от перегрузки, короткого замыкания и непреднамеренных подключений к ней внешних источников питания устройства. Его схема приведена на фиг. 8. Диоды 53 и 54 предназначены для защиты низковольтной выходной цепи ИБП от возможных перенапряжений в нагрузке. Диоды

55-58 и предохранитель 12 защищают низковольтную выходную цепь ИБП от возможных перенапряжений в нагрузке и от непреднамеренных подключений внешних источников питания в обратной к данному источнику питания полярности. Если к выходу источника питания случайно подведено напряжение внешнего источника питания в обратной полярности, диоды 55-58 в таком включении не представляют для него какого-либо сопротивления, через них потечет ток, вызванный этим внешним источником. Ток потечет через диоды 55-58 и предохранитель 12. Эта цепь реально создает для внешнего источника короткое замыкание, в результате которого сработает предохранитель 12, разорвет цепь и тем самым защитит схему источника электропитания от нежелательного внешнего воздействия.

Конструктивное выполнение преобразователя тока высокого напряжения в постоянный ток низкого напряжения 24 В, выполненного в виде ИБП 1, не является предметом настоящей полезной модели. В качестве данного преобразователя может быть использован, например, ИБП серии LPV-60 фирмы Mean Well (КНР), блок-схема которого приведена, в частности, на сайте <http://www.mean-well.ru/uploads/files/datasheets/LPV-60-24.pdf>, или любой другой, который может работать как от переменного 90-264 В 50 Гц, так и от постоянного напряжения сети 127-370 В.

ИБП серии LPV-60 содержит на входе фильтр высокочастотных (ВЧ) помех (EMI FILTER), выпрямитель (RECTIFIERS), ключевое устройство (POWER SWITCHING), трансформатор, выпрямитель низкого напряжения (RECTIFIERS), фильтр сглаживания пульсаций выпрямленного низкого напряжения (FILTER). Он также включает в себя устройство защиты от превышения напряжения (O.V.P. - Over Voltage Protection - защита от превышения напряжением допустимого значения), защиту от перегрузки (DETECTION CIRCUIT - определение тока и O.L.P. - Over Load Protection - защита от перегрузки), а также оптопары для гальванической развязки между входом и выходом.

Этот ИБП предназначен для работы от бытовой сети переменного тока частотой 47-63 Гц с напряжением 90-264 В, от постоянного или пульсирующего напряжения 127-370 В. На выходе блока в зависимости от его исполнения напряжение 5 В, 12 В, 15 В, 24 В, 36 В или 48 В. Мощность, отдаваемая в нагрузку 40 Вт при 5 В и 60 Вт при остальных значениях выходных напряжений. Напряжение на выходе поддерживается с точностью $\pm 8\%$ при 5 В и с точностью $\pm 5\%$ при остальных значениях выходных напряжений. Уровень пульсаций на выходе от 80 мВ при 5 В до 150 мВ при 48 В, что вполне приемлемо для работы микропроцессорной техники. Защита от превышения напряжения и от перегрузки автоматически отключается и переводит ИБП в рабочее состояние после исчезновения условий, вызвавших ее срабатывание. Коэффициент полезного действия устройства от 76 до 86% в зависимости от уровня выходного напряжения.

Конструкций предохранителей известно много. Наиболее простыми и эффективными являются самовосстанавливающиеся и плавкие предохранители. Самовосстанавливающиеся предохранители удобны тем, что сами восстанавливают разорванную цепь после снятия условий перегрузки. Однако они имеют очень большие разбросы по величине тока срабатывания и, кроме того значительную задержку времени срабатывания, которая может достигать единиц секунд. Плавкие предохранители требуют замены после срабатывания и также имеют некоторый разброс по условиям срабатывания, однако параметры их срабатывания на нынешнем уровне развития техники предохранителей гораздо выше и точнее, чем у самовосстанавливающихся предохранителей. Кроме того, самовосстанавливающимся предохранителям присуще явление «старения во времени» и в результате - неоднократных срабатываний. По этим

причинам более предпочтительными для устройств, работающих от нестабильной сети, целесообразно считать плавкие предохранители.

5 Конструктивно источник электропитания выполнен в отдельном металлическом корпусе, снабженном крышкой с уплотнением для защиты полость корпуса от внешних
воздействий. В корпусе установлены ИБП 1 и печатная плата, на которой смонтированы
узлы обоих защитных устройств 2 и 3. На корпусе установлены разъемы для питания
других узлов ограничителя и обмена информационными сигналами между данными
узлами, а также для передачи информационных и командных сигналов от управляющего
устройства ограничителя к другим периферийным узлам крана. На лицевой поверхности
10 корпуса размещены два светодиодных индикатора 13 и 14.

Конструкция ограничителя не является предметом настоящей полезной модели. Ограничитель содержит управляющее устройство, установленное в кабине крана, тензорезисторный датчик усилия, установленный в шарнирном узле крюковой подвески, и комбинированную линию связи между датчиком усилия и управляющим устройством.

15 Источник электропитания измерительной и регистрирующей аппаратуры от сети переменного тока работает следующим образом.

Переменное напряжение питающей сети 380 В 50 Гц (при всех возможных колебаниях напряжения реальной промышленной сети от 90 до 560 В) поступает через
20 предохранитель 4 на вход устройства 5 подавления выбросов напряжения, совмещенного с фильтром 6 входных высокочастотных помех. Газовый разрядник 15 (16) имеет наибольшее время задержки срабатывания, но при этом поглощает самую большую часть энергии выброса, варистор 17 имеет чуть меньшую задержку срабатывания, но и способен поглощать меньшую энергию, защитные диоды 18-20 имеют самое маленькое время задержки и срабатывают первыми, но и способны подавлять относительно
25 небольшую часть энергии выброса. Резисторы 24-27 позволяют сблизить срабатывание этих элементов по времени, подавить выброс наиболее эффективно и с наименьшими потерями для данного устройства.

Напряжение с выхода устройства 5 подавления выбросов напряжения, совмещенного с фильтром 6 входных высокочастотных помех, подается на выпрямитель 7. Напряжение
30 с выходов выпрямителя 7 поступает на ключевое предохранительное устройство 8, которое по сути своей является нормализатором напряжения, т.е. устройством, которое приводит входное напряжение с широкими диапазонами изменения (в нашем случае это 90-560 В) к уровням, доступным для дальнейших преобразований другими устройствами (в нашем случае это ИБП 1) с диапазоном входных постоянных
35 (пульсирующих) напряжений 120-370 В, в нужное для измерительной аппаратуры постоянное напряжение (24, 12, 5 В и т.д.). Форма поступающего на этот нормализатор выпрямленного пульсирующего напряжения показана на фиг. 5 под надписью «Вход» для случая, когда это напряжение меньше порогового значения для ИБП 1 (370 В) и на фиг. 6 для случая, когда это напряжение больше порогового значения для ИБП 1
40 (370 В).

До тех пор, пока уровень входного пульсирующего напряжения ниже порогового значения 370 В, напряжение в точке А (место соединения сопротивлений резисторов 35 и 36 делителя напряжения и стабилитрона 34) меньше порогового уровня срабатывания стабилитрона 34 - 6,3 В, транзистор 33 закрыт, ток через него не течет,
45 на коллекторе его, в силу наличия резистора 40, высокое напряжение 15 В, которое ограничивается стабилитроном 37 и защитным диодом 38, подается на затвор MOSFET-транзистора и обеспечивает его открытое состояние и малое внутреннее сопротивление перехода сток-исток, в результате чего входное высокое напряжение с уровнем <370

В, подается на фильтр 9 выпрямленного пульсирующего напряжения, состоящий из электролитических конденсаторов 45 и 46, заряжает их и обеспечивает устойчивую работу следующего за фильтром 9 ИБП 1.

Если напряжение на входе в ключевое ограничительное устройство 8 превышает уровень 370 В, как показано на фиг. 6 на графике слева, то напряжение в точке А становится выше 6,3 В. При этом стабилитрон 34 открывается, через базу транзистора 33 начинает течь ток, в результате транзистор 33 тоже открывается, напряжение на его коллекторе, на стабилитроне 37 и, следовательно, на затворе MOSFET-транзистора 32 падает до уровня запирающего его перехода сток-исток. MOSFET-транзистор 32 закрывается и не пропускает через себя ток и напряжение на выходе ключевого ограничительного устройства 8 падает до нуля, как показано на среднем графике фиг. 6 (при условии отсутствия фильтра 9). Но выход ключевого ограничительного устройства 8 соединен с фильтром 9 выпрямленного пульсирующего напряжения, которое по уровню меньше 370 В, заряд конденсаторов 45 и 46 фильтра при этом не производится, а производится только разряд для обеспечения работы ИБП 1. График напряжения на выходе фильтра 9 для случая, когда напряжение на входе в ключевое ограничительное устройство 8 превышает 370 В, показан на правом графике фиг. 6. Таким образом ключевое ограничительное устройство 8 беспрепятственно пропускает через себя пульсирующее напряжение, меньшее порогового уровня 370 В (меньшее верхнего допустимого предела для ИБП 1) и ограничивает уровень <370 В напряжения на входе в ИБП 1, когда на входе ключевого ограничительного устройства 8 напряжение становится больше этого уровня.

Низкое выпрямленное напряжение 24 В с выходов ИБП 1 поступает на фильтр 10 для сглаживания пульсаций выходного напряжения и ВЧ-помех ИБП 1, и устройство 11 защиты выходной цепи и предохранитель 12 от короткого замыкания и непреднамеренных подключений к ней внешних источников питания.

Выше описана основная схема предлагаемого источника электропитания. Он вырабатывает стабилизированное напряжение 24 В. Однако для питания микропроцессоров, электронных схем и датчиков ограничителей требуются другие напряжения. Для микропроцессоров и электронных схем требуются обычно 5 и 3,3 В. Для тензодатчиков, в частности, требуется очень качественное стабилизированное напряжение 10 В. Отдельные блоки и узлы ограничителя находятся в разных местах на достаточно большом (единицы и десятки метров) удалении. Поэтому формировать все эти напряжения в одном источнике электропитания хоть и возможно, но крайне нежелательно, потому, что при передаче малых напряжений на значительные расстояния происходят заметные потери на сопротивлении соединительных кабелей. К тому же малые напряжения в большей степени подвержены помехам и возмущениям, свойственным любой электрической грузоподъемной машине. Поэтому целесообразно разводить от источника электропитания по блокам и узлам ограничителя через кабели относительно большое напряжение 24 В, которое и потери даст меньшие и меньше подвержено помехам. А уже в каждом блоке и узле конкретно формировать из этого напряжения другие необходимые там напряжения: 10 В, 5 В, 3,3 В. Тогда и напряжения эти в меньшей степени будут подвержены помехам и возмущениям, и все блоки ограничителя получают качественное стабилизированное напряжение.

В частности, для электропитания микропроцессора управляющего устройства ограничителя и электронных схем можно использовать линейный стабилизатор напряжения, на вход которого подается напряжение 24 В постоянного тока, а с выходов линейного стабилизатора снимаются напряжения 5 и 3,3 В.

Для электропитания тензодатчика ограничителя можно использовать прецизионный стабилизатор напряжения с усилителем мощности на транзисторе и прецизионном источнике опорного напряжения, снабженном фильтром для сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения. При этом на вход прецизионного стабилизатора
5 напряжения подается напряжение 24 В постоянного тока, а с выхода фильтра снимается напряжение 10 В постоянного тока.

Распределенная структура предлагаемого источника электропитания, при которой первичное преобразование высокого переменного напряжения питающей промышленной сети в промежуточное значение постоянного стабилизированного
10 напряжения выполняется в отдельном самостоятельном блоке, корпус которого может быть закреплен на конструкции электрического крана за пределами его кабины, исключает возможность поражения высоким напряжением оператора крана и другого обслуживающего персонала, и обеспечивает передачу этого промежуточного стабилизированного напряжения по соединительным кабелям другим отдельным
15 блокам ограничителя с дальнейшим преобразованием этого промежуточного напряжения в каждом из блоков в напряжение с параметрами, необходимыми и достаточными для функционирования данного блока.

Промышленная применимость Заявленный источник электропитания измерительной и регистрирующей аппаратуры от переменного тока может быть изготовлен
20 промышленным способом на приборостроительном предприятии с использованием современных электронных компонентов и технологий.

(57) Формула полезной модели

1. Источник электропитания измерительной и регистрирующей аппаратуры от сети
25 высокого напряжения, содержащий устройство для преобразования тока высокого напряжения в постоянный ток низкого напряжения, отличающийся тем, что указанное устройство представляет собой AC/DC и DC/DC преобразователь, выполненный в виде импульсного блока питания (ИБП), снабженного первым и вторым защитными блоками, подключенными соответственно к его входу и выходу, при этом первый защитный
30 блок включает в себя первый предохранитель, включенный в разрыв одного из линейных проводов, фильтр высокочастотных помех, устройство подавления выбросов входного напряжения, выпрямитель, ключевое ограничительное устройство и фильтр выпрямленного пульсирующего напряжения, а второй защитный блок включает в себя фильтр сглаживания пульсаций выходного напряжения и высокочастотных помех и
35 устройство защиты выходной цепи от перегрузки, короткого замыкания и непреднамеренных подключений к ней внешних источников питания, включающее в себя второй предохранитель, включенный в разрыв одного из выходных проводов.

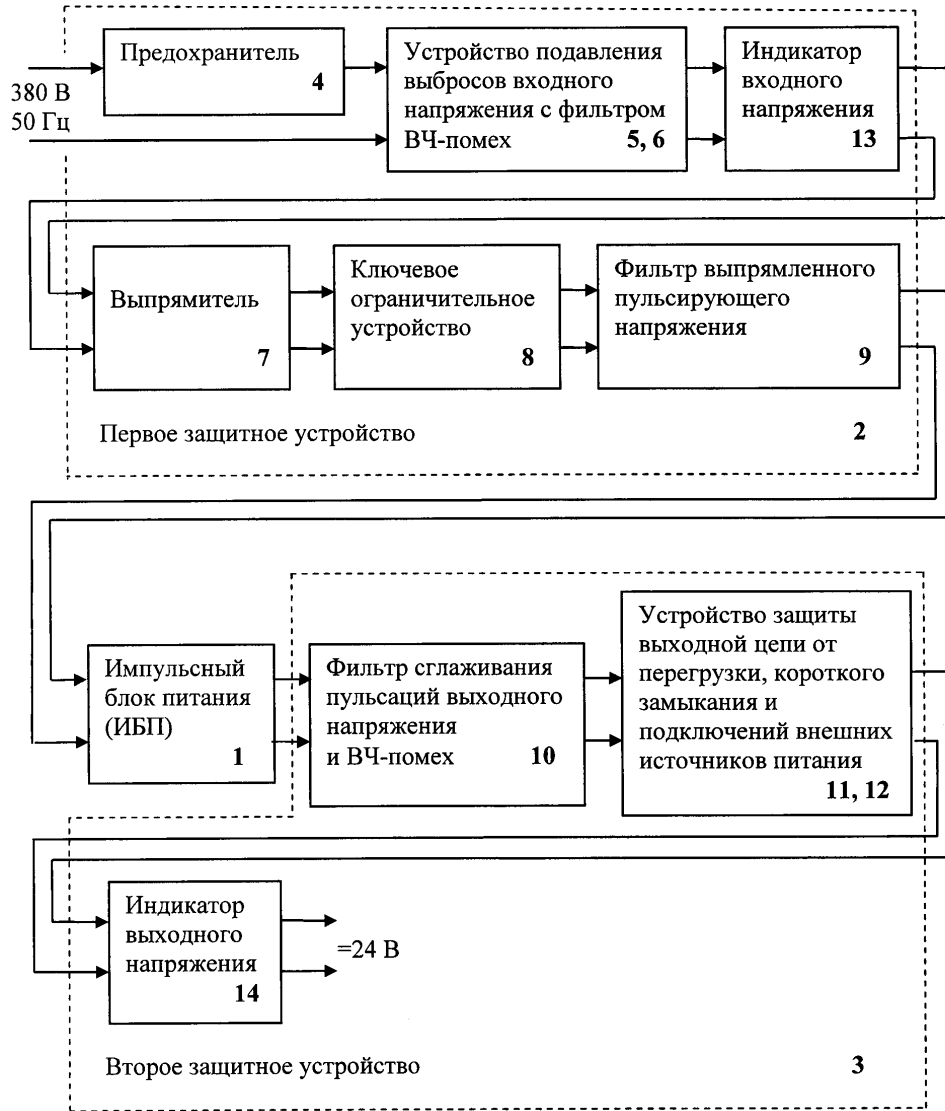
2. Источник электропитания по п. 1, отличающийся тем, что в первом защитном блоке фильтр высокочастотных помех и устройство подавления выбросов входного
40 напряжения совмещены в единый узел, содержащий в своем составе резисторы, общие для фильтра и данного устройства.

3. Источник электропитания по п. 2, отличающийся тем, что фильтр высокочастотных помех и устройство подавления выбросов входного напряжения выполнены многоступенчатыми.

4. Источник электропитания по п. 1, отличающийся тем, что защитные блоки
45 выполнены с индикаторами входного и выходного напряжения.

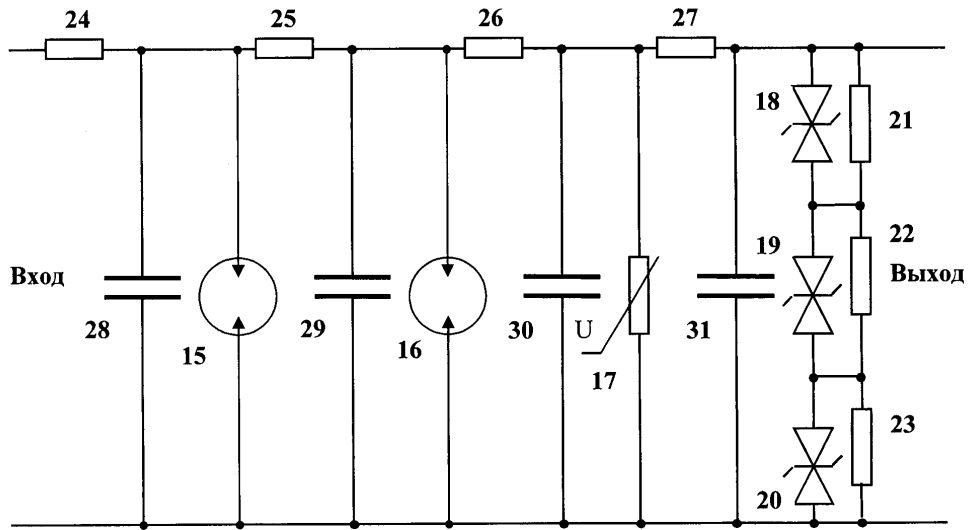
5. Источник электропитания по п. 4, отличающийся тем, что указанные индикаторы выполнены на светодиодах.

1

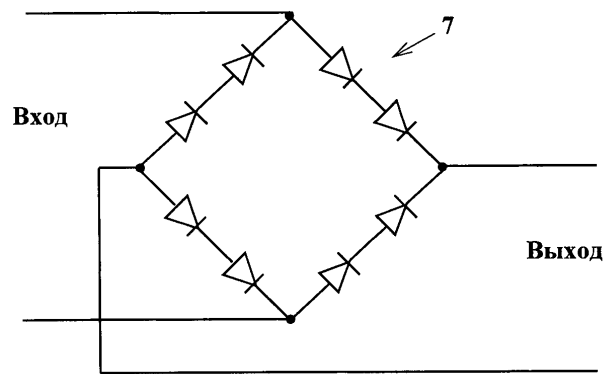


Фиг.1

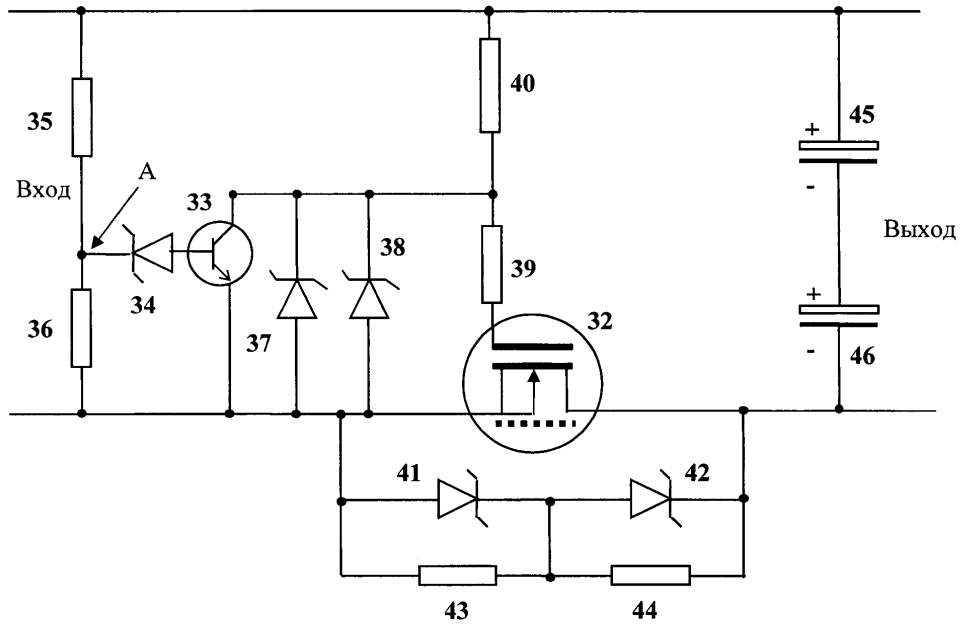
2



Фиг. 2



Фиг. 3



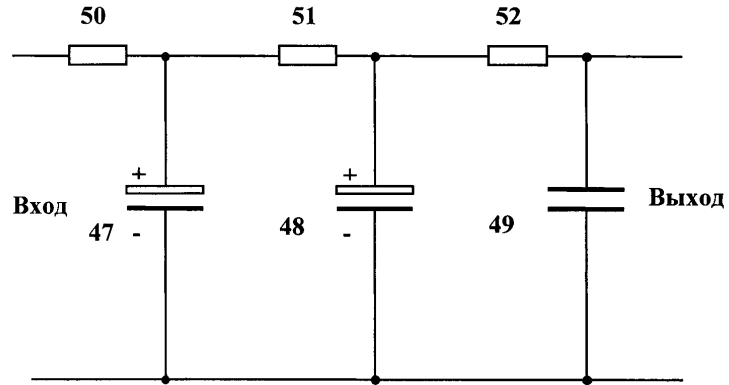
Фиг. 4



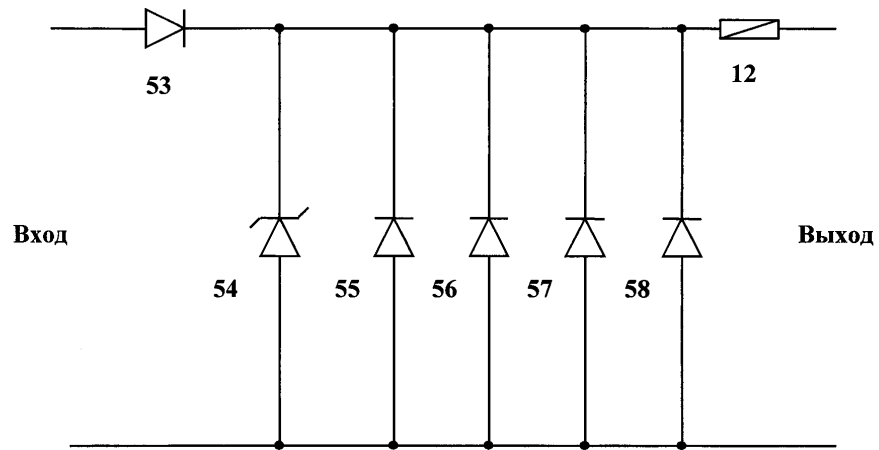
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8