



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*H02M 7/00 (2019.08)*

(21)(22) Заявка: 2019117992, 10.06.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
10.06.2019

Дата регистрации:  
20.11.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 10.06.2019

(45) Опубликовано: 20.11.2019 Бюл. № 32

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

(72) Автор(ы):

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: М.А.ШУСТОВ ПРАКТИЧЕСКАЯ  
СХЕМОТЕХНИКА ИЗДАТЕЛЬСКИЙ  
ДОМ "ДОДЭКА-21" "АЛЬТЕКС" МОСКВА  
2007. RU 2015154109 А, 22.06.2017. RU 59906  
U1, 27.12.2006.

(54) Источник электропитания

(57) Реферат:

Полезная модель относится к подъемной технике и может быть использована для электропитания систем управления и защиты от перегрузок электрических грузоподъемных машин. Источник электропитания содержит понижающий трансформатор, выпрямитель мостового типа, фильтр для сглаживания пульсаций на выходе выпрямителя и стабилизатор напряжения, выполненный на транзисторе. В источник электропитания введены первый фильтр высокочастотных помех на входе источника электропитания, устройство подавления выбросов входного напряжения, устройство подавления выбросов напряжения на вторичной обмотке понижающего трансформатора, второй фильтр высокочастотных помех на вторичной обмотке трансформатора, устройство подавления выбросов выпрямленного пульсирующего

напряжения, трехзвенный фильтр для сглаживания пульсаций на выходе выпрямителя и три предохранительных устройства для защиты от перегрузки соответственно входной цепи, вторичной обмотки понижающего трансформатора и выпрямителя. При этом стабилизатор напряжения выполнен на составном транзисторе и прецизионном регулируемом источнике опорного напряжения. Технический результат - повышение точности и стабильности напряжения на выходе источника электропитания и снижение пульсаций выпрямленного напряжения при его работе в условиях нестабильных, постоянно меняющихся параметров промышленной сети, а также повышение его надежности работы в неблагоприятных условиях промышленного производства. 8 з.п. ф-лы, 7 ил.

RU 193892 U1

RU 193892 U1



Фиг. 1

RU 193892 U1

RU 193892 U1

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, а также для электропитания измерительной и регистрирующей аппаратуры, установленной на объектах промышленного назначения, таких как прокатные станы, поточные линии, конвейеры, обрабатывающие станки, весовые системы, системы контроля и управления технологическими процессами.

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.

Кроме стабильного электропитания современные измерительные и регистрирующие системы предъявляют весьма серьезные требования к качеству электропитания, и в первую очередь к уровню пульсаций переменного напряжения в составе выпрямленного напряжения. Эти пульсации, среди которых в первую очередь пульсации частотой 50 и 100 Гц и высокочастотные помехи в диапазоне 10-1000 кГц, оказывают очень сильное влияние на работу слаботочных датчиков (на их точность), а также крайне неблагоприятны с точки зрения обеспечения точности выходного сигнала для аналого-цифровых преобразователей (АЦП), входящих в состав практически всех аналоговых датчиков. Требования к уровню пульсаций переменного напряжения в составе постоянного напряжения электропитания датчиков составляют для большинства датчиков от 0,1% до 1% от напряжения электропитания датчика. Это для напряжения питания 24 В составляет 2-24 мВ. Например, для качественной и надежной работы тензодатчиков, постоянное напряжение электропитания которых равно 10 В, эти пульсации должны быть еще меньше, около 1-5 мВ.

И если с первой проблемой (колебанием входных напряжений электропитания) в какой-то степени успешно справляются импульсные источники электропитания, то вторую проблему они совершенно не решают и не могут решить в силу самого принципа импульсного преобразования напряжения сети в напряжение электропитания датчиков.

Рабочие частоты импульсных источников электропитания лежат в широком диапазоне частот: от 10 до 1000 кГц, а в некоторых случаях и выше. И эти рабочие частоты импульсных источников электропитания как раз и являются источником мощных высокочастотных помех для датчиков, для АЦП и для другой аналоговой и цифровой аппаратуры. При этом источник помех зачастую находится в непосредственной близости от аппаратуры, которой его помехи мешают, а зачастую просто не дают функционировать нормально. В силу этого использование импульсных источников электропитания с измерительными и регистрирующими системами проблематично, а чаще всего невозможно. Создание специальных фильтров таких помех - задача нетривиальная, сложная, дорогостоящая и реально на сегодняшний день нерешенная.

Оптимальным вариантом электропитания измерительных и регистрирующих систем промышленной автоматики может быть чисто аналоговый стабилизированный источник электропитания, работающий в очень широком диапазоне входных напряжений питания (как показывают неоднократные практические измерения в цехах промышленных предприятий для номинальных 380 В 50 Гц это 280-560 В), обеспечивающий на выходе стабилизированное напряжение 24 В, или другие напряжения, требуемые для аппаратуры, и низкий уровень пульсаций переменного напряжения частотой 50 и 100 Гц и высокочастотного шума. Да, аналоговый источник электропитания характеризуется низким коэффициентом полезного действия (не более 30-50%) особенно при работе в широком диапазоне входных напряжений, однако, в промышленных условиях, когда потребление промышленного оборудования составляет десятки и сотни кВт/час, источник электропитания мощностью 30-60 Вт потребляет мизерную долю энергии в общем балансе энергопотребления завода или цеха, поэтому данный факт не может считаться в этих условиях отрицательным, или имеющим сколько-нибудь заметное влияние и значение в общем энергопотреблении. При этом источник электропитания обеспечивает в указанных выше условиях питающей сети уровень и качество электропитания, вполне достаточными для функционирования установленных на промышленном оборудовании измерительных и регистрирующих систем.

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.

Известно устройство электропитания системы безопасности грузоподъемного крана, содержащее автономный источник питания, а также генератор, выполненный с возможностью механического взаимодействия с грузовым или стреловым канатом крана, а также с возможностью преобразования механического перемещения этого каната или блока в электрическую энергию. Выход генератора подключен к автономному источнику питания, который выполнен в виде аккумулятора или конденсатора. При работе крана и, соответственно генератора, происходит подзарядка аккумулятора или конденсатора. Энергия, запасенная в аккумуляторе или конденсаторе, используется для питания системы безопасности в моменты времени, когда механизмы крана находятся в неподвижном состоянии (RU 2310598 С1, В66С 13/18, 15/06, 23/88, 20.11.2007).

Напряжение на выходе генератора характеризуется нестабильным значением, значительными выбросами и провалами, зависит от интенсивности и стабильности вращения генератора. Аккумулятор в такой схеме используется не только как накопитель энергии, но и как фильтр для подавления этой нестабильности и низкочастотных (до 50-80 Гц) выбросов и провалов напряжения. Но эффективность этого фильтра низка, особенно в области частот, больших 100-200 Гц. И используемые обычно в таких схемах электронные стабилизаторы способны гасить только значительные выбросы напряжения, т.е. не решают полностью задачу снижения пульсаций переменной составляющей выходного напряжения. Поэтому использование такой схемы нецелесообразно на электрических грузоподъемных машинах и механизмах, таких, как мостовые, козловые и дизель-электрические краны, тали и лебедки, работающие в цехах промышленных предприятий, где в качестве энергии используется энергия промышленной трехфазной сети напряжение 380 В 50 Гц. Потому что эта энергия там во время работы всегда есть, а если она по какой-то причине исчезла (авария и т.д.), то работа всего оборудования, в том числе и грузоподъемных машин и кранов, будет парализована. И то, что прибор безопасности при этом также прекратит работу, не имеет никакого значения.

Наиболее близким к предлагаемой полезной модели по совокупности существенных признаков является источник электропитания, 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  
5 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  
10 стабильность и низкий уровень пульсаций переменной составляющей выходного напряжения. А при значительных изменениях напряжения питающей сети ток, протекающий через стабилизатор, превысит допустимое для выбранного стабилизатора значение, в результате чего стабилизатор, а вслед за ним и транзистор, выйдут из строя. Аналогично, при значительных повышениях входного напряжения может выйти из  
15 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.

20 Описанное устройство также не в состоянии выполнять полноценно свои функции и при значительных провалах входного напряжения. Диапазон допустимых токов, протекающих через стабилизатор, небольшой. Как правило, у стабилизатора отношение максимального тока стабилизации к минимальному току не превышает значения 20-30. Это при 24 В номинального напряжения на выходе источника электропитания  
25 позволяет данному устройству эффективно выполнять задачу стабилизации при изменении входного напряжения от 28 до 42 В, что соответствует диапазону изменения напряжения питающей сети 310-440 В (при номинальном значении 380 В), т.е.  $380 \pm 20\%$ . Такой диапазон явно недостаточен для аппаратуры, питающейся от реальных промышленных сетей, в которых изменение напряжения имеют гораздо большие  
30 значения. Реальная сеть промышленного предприятия может давать при номинальном значении 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.

35 Описанное устройство не содержит также решений по борьбе с кратковременными 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.

40 Конкретное исполнение данного устройства не приведено, что говорит о том, что оно вряд ли предназначено для использования в промышленных условиях, которые, в частности предполагают защиту от проникновения в устройство посторонних предметов (частицы, пыль, влага и т.д.), что регламентируется нормами, так называемой Ingress Protection, или сокращенно IP (например, IP65, где первая цифра 6 говорит о том, что  
45 устройство пыленепроницаемое, а вторая цифра 5 говорит о том, что устройство защищено от водяных потоков). Как правило, измерительные и электронные устройства, работающие в общепромышленных условиях, должны быть выполнены с уровнем защиты не менее чем IP65.

Кроме того, в условиях цеха реально возможны ошибочные непреднамеренные 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 направлено предлагаемая полезная модель, является создание источника электропитания, преимущественно для системы безопасности и управления грузоподъемной машины, с повышенной точностью и стабильностью напряжения на его выходе и обеспечивающего качественное и безотказное 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.

Еще одной задачей настоящей полезной модели является защита источника электропитания от превышения энергопотреблением нагрузки допустимого значения, а также от короткого замыкания во внешней цепи и от непреднамеренной подачи на выход источника электропитания напряжений от других внешних источников.

Дополнительной задачей настоящей полезной модели является также повышение надежности и безотказности работы источника электропитания в неблагоприятных условиях промышленного производства.

Поставленные технические задачи решаются тем, что в источник электропитания, содержащий понижающий трансформатор, выпрямитель мостового типа, фильтр для сглаживания пульсаций на выходе выпрямителя и стабилизатор напряжения, выполненный на транзисторе, согласно полезной модели, введены: первый фильтр высокочастотных помех на входе источника электропитания; устройство подавления выбросов входного напряжения; устройство подавления выбросов напряжения на вторичной обмотке понижающего трансформатора; второй фильтр высокочастотных помех на вторичной обмотке трансформатора; устройство подавления выбросов выпрямленного пульсирующего напряжения; трехзвенный фильтр для сглаживания пульсаций на выходе выпрямителя; и три предохранительных устройства для защиты от перегрузки соответственно входной цепи, вторичной обмотки понижающего трансформатора и выпрямителя. При этом стабилизатор напряжения выполнен на составном транзисторе и прецизионном регулируемом источнике опорного напряжения. Первичная обмотка понижающего трансформатора подключена к входу источника электропитания через последовательно соединенные первое предохранительное устройство, первый фильтр высокочастотных помех на входе источника электропитания и устройство подавления выбросов входного напряжения. Вторичная обмотка понижающего трансформатора подключена к входу выпрямителя через последовательно соединенные второе предохранительное устройство, устройство подавления выбросов напряжения на вторичной обмотке понижающего трансформатора и второй фильтр высокочастотных помех. Выход выпрямителя подключен к выходам источника электропитания через последовательно соединенные третье предохранительное устройство, устройство подавления выбросов выпрямленного пульсирующего напряжения, трехзвенный фильтр для сглаживания пульсаций на выходе выпрямителя и стабилизатор напряжения.

Достижению технического результата способствуют также частные существенные признаки полезной модели.

Первый фильтр высокочастотных помех на входе источника электропитания и устройство подавления выбросов входного напряжения совмещены в единый узел, содержащий в своем составе резисторы, общие для данного устройства и фильтра

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

В качестве составного транзистора стабилизатора напряжения использован транзистор Дарлингтона, установленный на металлическом радиаторе через теплопроводящую электроизолирующую прокладку.

10 Стабилизатор напряжения подключен к выходу источника электропитания через устройство защиты выходной цепи от перегрузки, короткого замыкания и непреднамеренных подключений к ней внешних источников питания, включающее в себя четвертое предохранительное устройство.

Понижающий трансформатор выполнен на тороидальном сердечнике с заливкой компаундом.

15 Предохранительные устройства выполнены в виде плавких предохранителей.

Первичная обмотка трансформатора и выход источника электропитания выполнены соответственно с индикатором напряжения сети и с индикатором напряжения на выходе источника электропитания.

Индикаторы выполнены на светодиодах.

20 Сущность полезной модели заключается в следующем.

Введение в источник электропитания первого фильтра высокочастотных помех на входе источника электропитания обеспечивает подавление помех, приходящих в источник из питающей сети и от соседних единиц промышленного оборудования, работающего в цехе и питающихся от импульсных источников электропитания. Этот 25 фильтр защищает электронные блоки нагрузки и измерительные цепи датчиков от сбоев и ошибок в работе.

Введение в источник электропитания устройства подавления выбросов входного напряжения обеспечивает подавление мощных импульсных помех, приходящих в источник электропитания из питающей сети и от соседних единиц промышленного 30 оборудования, работающего в цехе. Этот фильтр защищает от выхода из строя и от повреждения энергией помехи и трансформатор, и выпрямитель, и стабилизатор напряжения, и даже электронные блоки нагрузки.

Наличие устройства подавления выбросов напряжения на вторичной обмотке понижающего трансформатора обеспечивает подавление остаточных импульсных 35 помех, прошедших через трансформатор. Этот фильтр защищает то выхода из строя и от повреждения энергией помехи выпрямитель, стабилизатор напряжения и электронные блоки нагрузки.

Наличие второго фильтра высокочастотных помех на вторичной обмотке трансформатора обеспечивает подавление помех, вызванных наводками, прошедшими 40 через трансформатор из питающей сети, помех, а также вызванных наводками самой схемы источника электропитания и магнитными полями от работы окружающего оборудования.

Введение в источник электропитания устройства подавления выбросов выпрямленного пульсирующего напряжения позволяет максимально приблизить форму 45 выпрямленного пульсирующего напряжения к «идеальной», т.е. состоящей из чистых полуволн синусоид с частотой 100 Гц для улучшения последующей фильтрации и стабилизации.

Введение в источник электропитания трехзвенного фильтра позволяет довести



уровень пульсаций на частоте 100 Гц до 100 - 500 мВ. На выходе фильтра напряжение уже может называться постоянным и для некоторых не особо ответственных приложений такой уровень пульсаций может быть вполне приемлемым.

5 Выполнение стабилизатора напряжения на составном транзисторе и регулируемом прецизионном источнике опорного напряжения позволяет выполнить как прецизионную стабилизацию величины выходного напряжения в очень широком диапазоне изменения входных напряжений, так и дополнительную фильтрацию остаточных пульсаций. Транзистор здесь выполняет с одной стороны роль фильтра для подавления пульсаций переменного напряжения, а с другой стороны - усилителя мощности сигнала  
10 регулируемого прецизионного источника опорного напряжения, в котором небольшой управляющий ток регулируемого прецизионного источника опорного напряжения и, соответственно ток базы транзистора управляет большим током, протекающим в цепи коллектор - эмиттер. Использование в стабилизаторе регулируемого прецизионного источника опорного напряжения позволяет получить повышенную точность  
15 поддержания стабилизированного напряжения (0,5-1%). Кроме того, используемый в предлагаемом техническом решении регулируемый прецизионный источник опорного напряжения обеспечивает повышенную точность стабилизации за счет наличия обратной связи между током анод - катод через него и выходным напряжением стабилизатора. За счет этого и удается, в том числе, расширить значительно диапазон изменения  
20 допустимых входных напряжений (от 30-32 В до 65-75 В) и при этом сохранить практически неизменным напряжение на выходе ( $24 \pm 0,2$  В).

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

Выполнение первого фильтра высокочастотных помех на входе источника электропитания и устройства подавления выбросов входного напряжения многозвенными (многоступенчатыми), повышает эффективность данного фильтра, а  
30 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.

Использование в качестве составного транзистора стабилизатора напряжения транзистора Дарлингтона, способствует поддержанию высокостабильного напряжения  
35 в широком диапазоне изменений входного напряжения, а установка транзистора Дарлинга на металлическом радиаторе через теплопроводящую электроизолирующую прокладку, позволяет улучшить теплоотвод от данного транзистора.

Подключение стабилизатора напряжения к выходу источника электропитания через устройство защиты выходной цепи от перегрузки, короткого замыкания и  
40 непреднамеренных подключений к ней внешних источников питания, включающее в себя четвертое предохранительное устройство, позволяет повысить надежность и безотказность работы источника электропитания в неблагоприятных условиях промышленного производства.

Выполнение понижающего трансформатора на тороидальном сердечнике с заливкой компаундом позволяет защитить трансформатор от попадания влаги, воды, водяных и других паров, и тем самым дополнительно защитить его и источник электропитания от неблагоприятных условий промышленного производства.

Выполнение предохранительных устройств в виде плавких предохранителей является

предпочтительным для устройств, работающих от нестабильной сети.

Выполнение первичной обмотки трансформатора и выхода источника электропитания соответственно с индикатором напряжения сети и индикатором напряжения на выходе источника электропитания, 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 повышении точности и стабильности напряжения на выходе источника электропитания и снижении пульсаций выпрямленного напряжения при его работе в условиях нестабильных, постоянно меняющихся параметров промышленной сети, а также в повышении его надежности работы в неблагоприятных условиях промышленного производства.

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 показана функциональная схема предлагаемого источника электропитания; на фиг. 2 - устройство подавления выбросов напряжения с фильтром входных высокочастотных помех; на фиг. 3 - понижающий трансформатор с индикатором напряжения сети; на фиг. 4 - выпрямитель; на фиг. 5 - фильтр для сглаживания пульсаций на выходе выпрямителя; на фиг. 6 - стабилизатор напряжения; на фиг. 7 - устройство защиты выходной цепи от перегрузки, короткого замыкания и непреднамеренных подключений к ней внешних источников электропитания.

Осуществление полезной модели

Источник электропитания, например, ограничителя нагрузки крана мостового типа (далее - ограничитель) выполнен в виде преобразователя напряжения промышленной сети переменного тока 380 В 50 Гц (входного напряжения) в промежуточное стабилизированное напряжение постоянного тока 24 В.

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.

Источник электропитания включает в себя:

- первое предохранительное устройство 1 для защиты от перегрузки входной цепи;
- устройство 2 подавления выбросов входного напряжения, совмещенное с фильтром входных высокочастотных помех;
- понижающий трансформатор 3 с индикатором 4 напряжения сети на первичной обмотке трансформатора, выполненным на светодиоде;
- второе предохранительное устройство 5 для защиты от перегрузки вторичной обмотки понижающего трансформатора;
- устройство 6 подавления выбросов напряжения с фильтром высокочастотных помех на вторичной обмотке понижающего трансформатора 3;
- выпрямитель 7;
- третье предохранительное устройство 8 для защиты выпрямителя 7 от перегрузки;
- устройство 9 подавления выбросов выпрямленного пульсирующего напряжения;
- фильтр 10 для сглаживания пульсаций напряжения на выходе выпрямителя;
- стабилизатор 11 напряжения;
- устройство 12 защиты выходной цепи от перегрузки, короткого замыкания и

непреднамеренных подключений к ней внешних источников питания, включающее в себя четвертое предохранительное устройство 13.

К выходу предохранительного устройства 13, являющемуся выходом предлагаемого источника электропитания, подключен индикатор 14 наличия напряжения на его выходе, выполненный на светодиоде. Его схема аналогична схеме индикатора 4 наличия напряжения сети на первичной обмотке трансформатора 3, но значение резистора имеет другой номинал, так как здесь напряжение имеет другое значение.

Первичная обмотка понижающего трансформатора 3 подключена к входам источника электропитания через последовательно соединенные первое предохранительное устройство 1 и устройство 2 подавления выбросов входного напряжения, совмещенное с фильтром входных высокочастотных помех.

Вторичная обмотка понижающего трансформатора 3 подключена к входам выпрямителя 7 через последовательно соединенные второе предохранительное устройство 5 и устройство 6 подавления выбросов напряжения с фильтром высокочастотных помех на вторичной обмотке понижающего трансформатора.

Выходы выпрямителя 7 подключены к выходам источника электропитания через последовательно соединенные третье предохранительное устройство 8, устройство 9 подавления выбросов выпрямленного пульсирующего напряжения, фильтр 10 для сглаживания пульсаций на выходе выпрямителя, стабилизатор 11 напряжения и устройство 12 защиты выходной цепи от короткого замыкания и непреднамеренных подключений к ней внешних источников питания, включающее в себя четвертое предохранительное устройство 13.

Конструкций предохранительных устройств 1, 5, 8 и 13 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.

С выхода первого предохранительного устройства 1 высокое переменное напряжение поступает на вход устройства 2 подавления выбросов напряжения и фильтр входных высокочастотных помех. Один из возможных вариантов реализации такого совмещенного 4-х ступенчатого узла показан на фиг. 2. Вообще говоря, устройство подавления выбросов напряжения и фильтр высокочастотных помех - это разные устройства, выполненные на различных радиоэлементах. Устройство 2 подавления выбросов напряжения питающей сети 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 защитных симметричных диодах 18 и 19, соединенных последовательно для обеспечения срабатывания при высоком импульсе напряжения (800-900 В) и разделенных между собой резисторами 20-23 для сближения моментов срабатывания этих элементов. Фильтр помех состоит из керамических или

пленочных конденсаторов 24-27 различной емкости (0,1-0,01 мкф), также разделенных резисторами 20-23 для разнесения частот среза отдельных ступеней фильтров. Т. е. устройство подавления выбросов напряжения и фильтры 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.

Источник электропитания снабжен индикатором 4 напряжения сети на первичной обмотке понижающего трансформатора 3, выполненным на светодиоде. Для ограничения тока через светодиод на уровне 5-30 мА служит резистор 28. Маломощный диод 29, включенный встречно светодиоду, установлен для защиты светодиода от отрицательной полуволны входного напряжения и ее блокировки. Светодиод не оказывает никакого влияния на функциональность предлагаемого источника электропитания, но его наличие полезно при анализе и локализации его неисправности.

Устройство 6 подавления выбросов напряжения выполнено на газовом разряднике 30 и симметричном защитном диоде 31, фильтр входных высокочастотных помех на вторичной обмотке выполнен на конденсаторе 32, а выпрямитель 7 выполнен на традиционном диодном мосте (см. фиг. 4). К выходу выпрямителя подключено через третье предохранительное устройство 8 устройство 9 подавления выбросов выпрямленного пульсирующего напряжения, выполненное на защитном диоде 33. Второе предохранительное устройство 5 предназначено для защиты вторичной обмотки понижающего трансформатора 3 от перегрузки, так как трансформатор является одним из самых важных и дорогих узлов предлагаемого источника электропитания.

Устройство 6 подавления выбросов напряжения и фильтр входных высокочастотных помех на вторичной обмотке понижающего трансформатора 3 здесь, так же как и на входе в источник электропитания, предназначены для подавления выбросов переменного пониженного напряжения и фильтрации помех. Однако здесь их входы подключены не к питающей сети, а к выходу понижающего трансформатора, который сам по себе является в некоторой степени и фильтром помех и устройством подавления выбросов напряжения. И выбросы напряжения и помехи имеют значительно меньшую интенсивность и мощность после вторичной обмотки, поэтому здесь эти устройства выполнены однозвенными и без разделительных резисторов.

Для защиты выпрямителя 7 от перегрузок используется третье предохранительное устройство 8 и устройство 9 подавления возможных выбросов выпрямленного пульсирующего напряжения на диоде 33. Эти выбросы напряжения могут идти не от выхода выпрямителя, а, скорее от выхода источника электропитания, точнее от нагрузки, подключенной к данному источнику.

Устройство 9 подавления выбросов выпрямленного пульсирующего напряжения соединено с фильтром 10 для сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения. Его схема показана на фиг. 5. Это традиционный трехзвенный резистивно-емкостной фильтр, состоящий из двух электролитических конденсаторов 34 и 35 и одного керамического конденсатора 36, соединенных между собой резисторами 37-39. Здесь использовано сочетание электролитических конденсаторов 34 и 35 с керамическим конденсатором

36, 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 амплитуда пульсаций уменьшается до 100-300 мВ в зависимости от значений входящих в фильтр емкостей. Это уже постоянное напряжение, которое содержит в себе пульсации. Для некоторых задач их уровень уже вполне приемлем, но для задач, особенно связанных с измерениями и работой аналого-цифровых преобразователей, это недопустимо высокий уровень, который приводит к большим ошибкам при преобразовании аналоговых сигналов с измерительных датчиков в цифровой код. И его нужно значительно уменьшить до единиц или одного-двух десятков мВ. Кроме того, постоянное напряжение не стабилизировано, его значение прямо зависит от значения напряжения питающей сети, что также недопустимо для измерительных схем и датчиков, как с точки зрения точности, так и с точки зрения возможности нормального функционирования. Для решения этой задачи к выходу фильтра 10 подключен вход стабилизатора 11 напряжения на транзисторе 40 Дарлингтона и регулируемом прецизионном источнике 41 опорного напряжения (см. фиг. 6). В технической литературе такие стабилизаторы называются параметрическими стабилизаторами с транзистором, включенным по схеме эмиттерного повторителя. Транзистор здесь выполняет роль с одной стороны фильтра для подавления пульсаций переменного напряжения, а с другой стороны - усилителя мощности сигнала регулируемого прецизионного источника опорного напряжения, в котором небольшой ток регулируемого прецизионного источника опорного напряжения и, соответственно ток базы транзистора (0,5-30 мА) управляет большим током (0,2-4 А в зависимости от выбранного транзистора), протекающим в цепи коллектор - эмиттер. Назвать показанный на фиг. 6 стабилизатор параметрическим можно с некоторой натяжкой. В нем, во-первых, используется не обычный стабилитрон (диод Зенера), а регулируемый прецизионный источник 41 опорного напряжения семейства TL431. От обычного стабилитрона его отличает повышенная точность поддержания стабилизированного напряжения (0,5-1%), в то время как обычный стабилитрон вообще таким параметром характеризоваться не может. Его напряжение стабилизации зависит от протекающего через него тока и имеет на графике вид наклонной кривой. Т.е., например, при паспортном значении стабилитрона 24 В, реальное напряжение стабилизации в диапазоне допустимых токов стабилитрона может меняться в диапазоне от 21 до 27 В, т.е. говорить о стабилизации выходного напряжения на уровне 1-2% можно только в очень узком диапазоне изменения токов через стабилитрон. Во-вторых, используемый в предлагаемом техническом решении регулируемый прецизионный источник опорного напряжения семейства TL431, обеспечивает повышенную точность стабилизации за счет наличия обратной связи между током анод - катод через него и опорным напряжением на его управляющем электроде. Это напряжение снимается с делителя напряжения на резисторах 42 и 43 и поступает на управляющий вход регулируемого прецизионного источника 41 опорного напряжения. Т.е. стабилизатор является некоторым промежуточным устройством между параметрическим стабилизатором и стабилизатором компенсационного типа, он проще компенсационного, но значительно точнее параметрического. За счет этого и удастся, в том числе, и расширить значительно диапазон изменения допустимых входных напряжений (от 30-32 В до 65-75 В), и при этом сохранить практически неизменным напряжение на выходе ( $24 \pm 0,2$  В).

Поддержанию такого высокостабильного напряжения в широком диапазоне

изменений входного напряжения способствуют также следующие схемные решения.

Во-первых, в качестве составного транзистора стабилизатора напряжения используется транзистор 40 Дарлингтона. Это позволяет получить высокий коэффициент его усиления по току до значений 1000-2000, т.е. управление очень маленькими токами базы транзистора и получение при этом больших токов участка коллектор - эмиттер, т.е. на выходе источника электропитания. Во-вторых, напряжение, поступающее на базу транзистора 40, дополнительно фильтруется фильтром, состоящим из резисторов 44 и 45 и конденсаторов 46 и 47. В-третьих, напряжение, поступающее на управляющий вход регулируемого прецизионного источника 41 опорного напряжения, фильтруется конденсатором 48. В-четвертых, на выходе стабилизатора 11 напряжения также установлен фильтр из резистора 49 и конденсаторов 50 и 51. Эти фильтры в совокупности не только подавляют переменную составляющую, пришедшую от выпрямителя, но и подавляют возможные наводки от других элементов схемы (например, от понижающего трансформатора 3). В-пятых, диод 52 на выходе схемы стабилизации обеспечивает защиту транзистора 40 от возможных выбросов напряжения в нагрузке и линии связи. Он при этом не оказывает никакого вредного воздействия на качество стабилизации, так как измерение выходного напряжения управляющим делителем происходит уже за ним. Т. е. диод 52 по своей сути и функциональному назначению уже принадлежит следующему узлу - устройству 12 защиты выходной цепи.

Выход стабилизатора 11 напряжения подключен к входу устройства 12 защиты выходной цепи от непреднамеренных подключений внешних источников питания. Его схема приведена на фиг. 7. Назначение диода 52 описано выше. Диод 53 является защитным, защищает регулируемый прецизионный источник 41 опорного напряжения от коротких выбросов напряжения. Диоды 54-57 и предохранительное устройство 13 защищают стабилизатор 11 напряжения 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 54-57 в таком включении не представляют для него какого-либо сопротивления, через них потечет ток, вызванный этим внешним источником. Ток потечет и через четвертое предохранительное устройство 13. Эта цепь реально создает для внешнего источника короткое замыкание, в результате которого сработает предохранительное устройство 13, разорвет цепь и тем самым защитит схему стабилизатора 11 напряжения и всего источника питания от нежелательного внешнего воздействия.

Конструктивно источник электропитания выполнен в отдельном металлическом корпусе, снабженном крышкой с уплотнением для защиты полость корпуса от внешних воздействий. В корпусе установлены понижающий тороидальный трансформатор 3, залитый компаундом, и печатная плата, на которой смонтированы узлы и элементы предлагаемого источника электропитания. При этом транзистор 40 Дарлингтона установлен на металлическом радиаторе через теплопроводящую электроизолирующую прокладку, а радиатор в свою очередь прикреплен к металлическому корпусу источника электропитания для улучшения отвода тепла от транзистора 40 и снижения размеров самого радиатора.

Корпус источника электропитания снабжен расположенным на его боковой поверхности кабельным вводом для подключения к сети электропитания крана с номинальным напряжением 380 В переменного тока и элементами для электрического соединения корпуса с металлической конструкцией крана. 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 корпуса размещены два светодиодных индикатора.

Источник электропитания работает следующим образом.

5 Переменное напряжение питающей сети 380 В 50 Гц (при всех возможных колебаниях напряжения реальной промышленной сети от 280 до 560 В) поступает через первое предохранительное устройство 1 на вход устройства 2 подавления выбросов напряжения, совмещенного с фильтром входных высокочастотных помех. Газовый разрядник 15 (16) имеет наибольшее время задержки срабатывания, но при этом поглощает самую  
10 большую часть энергии выброса, варистор 17 имеет чуть меньшую задержку срабатывания, но и способен поглощать меньшую энергию, защитные диоды 18 и 19 имеют самое маленькое время задержки и срабатывают первыми, но и способны подавлять относительно небольшую часть энергии выброса. Резисторы 20-23 позволяют сблизить срабатывание этих элементов по времени, подавить выброс наиболее  
15 эффективно и с наименьшими потерями для данного устройства.

С выхода устройства 2 подавления выбросов напряжения, входное напряжение поступает на первичную обмотку понижающего трансформатора 3, снабженного индикатором 4 для контроля наличия напряжения сети. На выходе вторичной обмотки трансформатора 3 присутствует низкое напряжение 28-65 В 50 Гц. Значение этого  
20 напряжения зависит от входного напряжения (напряжения на первичной обмотке) и выбирается таким, чтобы обеспечить на выходе источника электропитания стабильное постоянное напряжение 24 В при всех возможных колебаниях напряжения реальной промышленной сети 380 В (280-560 В).

Напряжение на выходе вторичной обмотки трансформатора 3 подается через второе  
25 предохранительное устройство 5 на устройство 6 подавления выбросов напряжения с фильтром входных высокочастотных помех на вторичной обмотке понижающего трансформатора и далее - на выпрямитель 7.

Напряжение с выходов выпрямителя 7 поступает на выходы источника электропитания через последовательно соединенные третье предохранительное  
30 устройство 8, устройство 9 подавления выбросов выпрямленного пульсирующего напряжения, фильтр 10 для сглаживания пульсаций на выходе выпрямителя, стабилизатор 11 напряжения и устройство 12 защиты выходной цепи от короткого замыкания и непреднамеренных подключений к ней внешних источников питания, включающее в себя четвертое предохранительное устройство 13.

35 Выше описана основная схема предлагаемого источника электропитания. Он вырабатывает стабилизированное напряжение 24 В. Однако для питания микропроцессоров, электронных схем и датчиков приборов безопасности и управления грузоподъемных машин требуются другие напряжения. Для микропроцессоров и электронных схем требуются обычно 5 и 3,3 В. Для тензодатчиков, в частности,  
40 требуется очень качественное стабилизированное напряжение 10 В. Отдельные блоки и узлы прибора безопасности грузоподъемной машины 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  
45 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 прибора безопасности 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  
5 блоки прибора безопасности 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 я, а с выходов линейного стабилизатора снимаются напряжения 5 и 3,3 В.

10 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  
15 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  
20 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  
25 стабилизированного напряжения по соединительным кабелям другим отдельным блокам системы безопасности и управления грузоподъемной машины, с дальнейшим преобразованием этого промежуточного напряжения в каждом из блоков в напряжение с параметрами, необходимыми и достаточными для функционирования данного блока.

#### Промышленная применимость

30 Заявленный источник электропитания может быть изготовлен промышленным способом на приборостроительном заводе с использованием современных электронных компонентов и технологий.

#### (57) Формула полезной модели

1. Источник электропитания, содержащий понижающий трансформатор, выпрямитель мостового типа, фильтр для сглаживания пульсаций на выходе выпрямителя и  
35 стабилизатор напряжения, выполненный на транзисторе, отличающийся тем, что в него введены: первый фильтр высокочастотных помех на входе источника электропитания; устройство подавления выбросов входного напряжения; устройство подавления выбросов напряжения на вторичной обмотке понижающего трансформатора; второй фильтр высокочастотных помех на вторичной обмотке  
40 трансформатора; устройство подавления выбросов выпрямленного пульсирующего напряжения; трехзвенный фильтр для сглаживания пульсаций на выходе выпрямителя; и три предохранительных устройства для защиты от перегрузки соответственно входной цепи, вторичной обмотки понижающего трансформатора и выпрямителя, при этом стабилизатор напряжения выполнен на составном транзисторе и прецизионном  
45 регулируемом источнике опорного напряжения, первичная обмотка понижающего трансформатора подключена к входу источника электропитания через последовательно соединенные первое предохранительное устройство, первый фильтр высокочастотных помех на входе источника электропитания и устройство подавления выбросов входного



напряжения, вторичная обмотка понижающего трансформатора подключена к входу выпрямителя через последовательно соединенные второе предохранительное устройство, устройство подавления выбросов напряжения на вторичной обмотке понижающего трансформатора и второй фильтр высокочастотных помех, а выход выпрямителя  
5 подключен к выходам источника электропитания через последовательно соединенные третье предохранительное устройство, устройство подавления выбросов выпрямленного пульсирующего напряжения, трехзвенный фильтр для сглаживания пульсаций на выходе выпрямителя и стабилизатор напряжения.

2. Источник электропитания по п. 1, отличающийся тем, что первый фильтр  
10 высокочастотных помех на входе источника электропитания и устройство подавления выбросов входного напряжения совмещены в единый узел, содержащий в своем составе резисторы, общие для данного устройства и фильтра.

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

4. Источник электропитания по п. 1, отличающийся тем, что в качестве составного  
транзистора стабилизатора напряжения использован транзистор Дарлингтона, установленный на металлическом радиаторе через теплопроводящую электроизолирующую прокладку.

5. Источник электропитания по п. 1, отличающийся тем, что стабилизатор напряжения  
20 подключен к выходу источника электропитания через устройство защиты выходной цепи от перегрузки, короткого замыкания и непреднамеренных подключений к ней внешних источников питания, включающее в себя четвертое предохранительное устройство.

6. Источник электропитания по п. 1, отличающийся тем, что понижающий  
25 трансформатор выполнен на тороидальном сердечнике с заливкой компаундом.

7. Источник электропитания по пп. 1 и 5, отличающийся тем, что предохранительные  
устройства выполнены в виде плавких предохранителей.

8. Источник электропитания по п. 1, отличающийся тем, что первичная обмотка  
30 трансформатора и выход источника электропитания выполнены соответственно с индикатором напряжения сети и с индикатором напряжения на выходе источника электропитания.

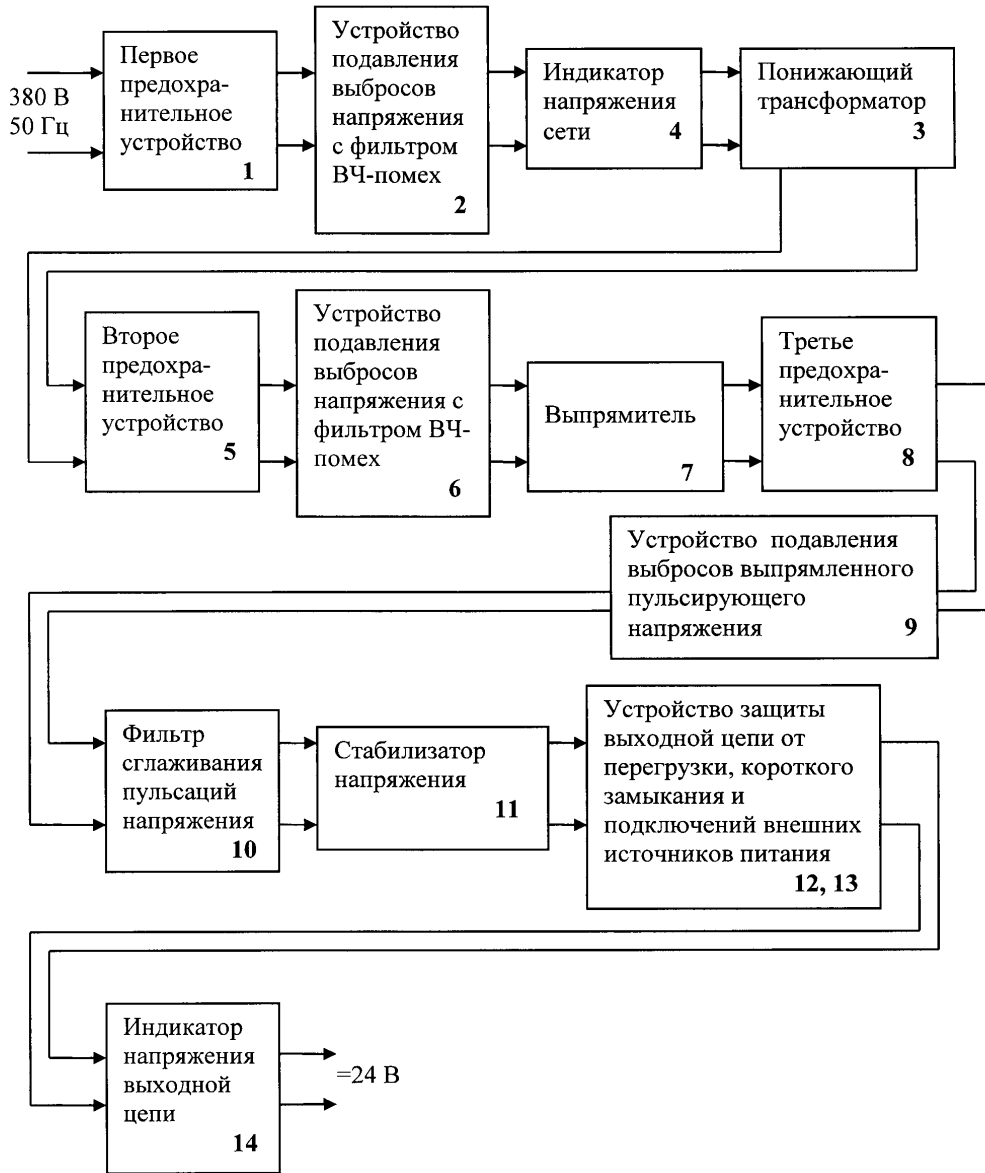
9. Источник электропитания по п. 8, отличающийся тем, что указанные индикаторы  
35 выполнены на светодиодах.

35

40

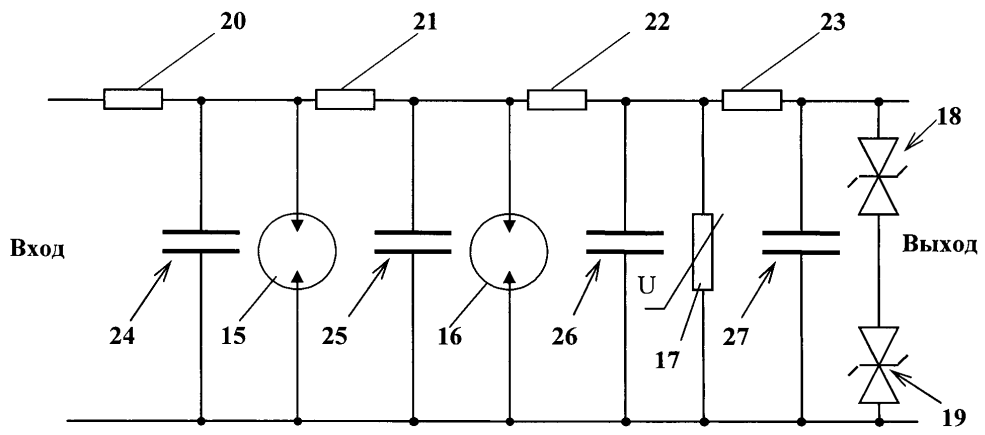
45

1

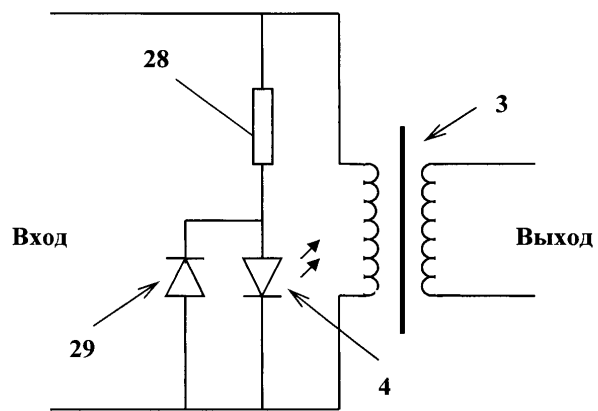


Фиг. 1

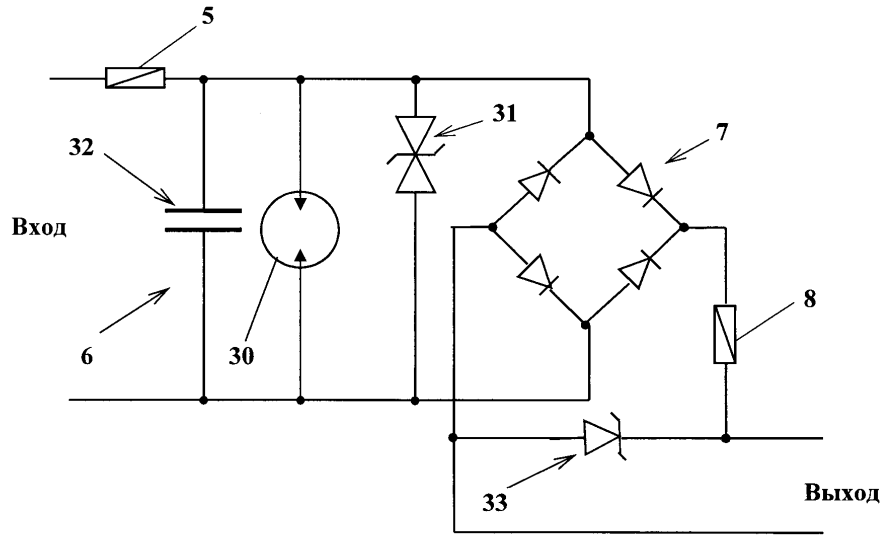
2



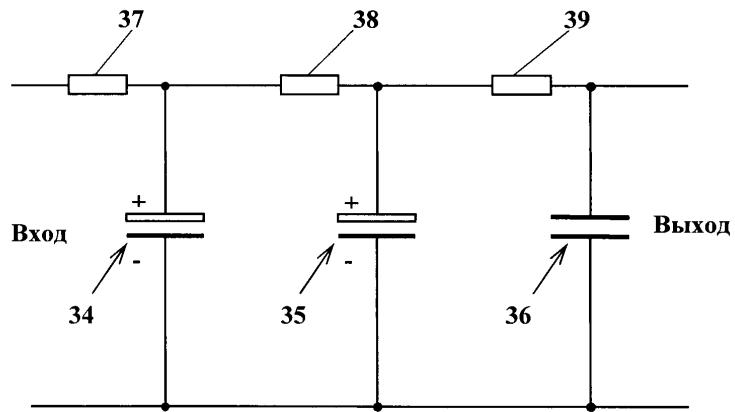
Фиг. 2



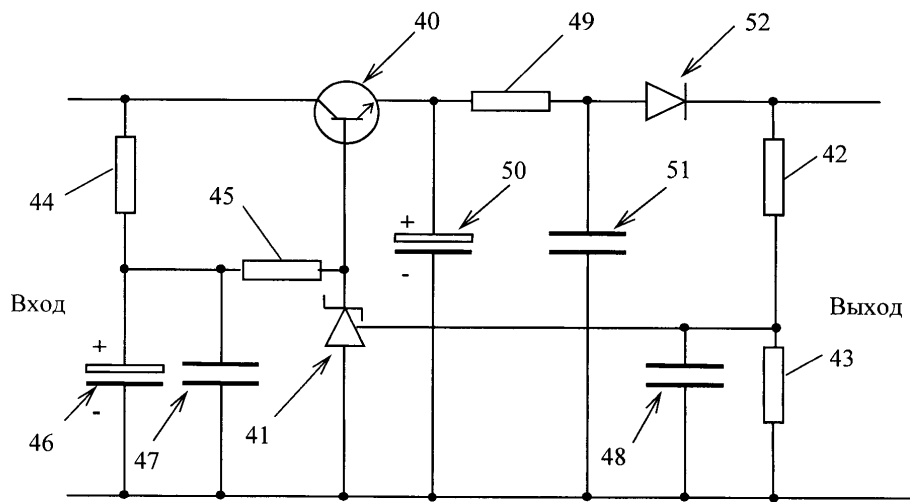
Фиг. 3



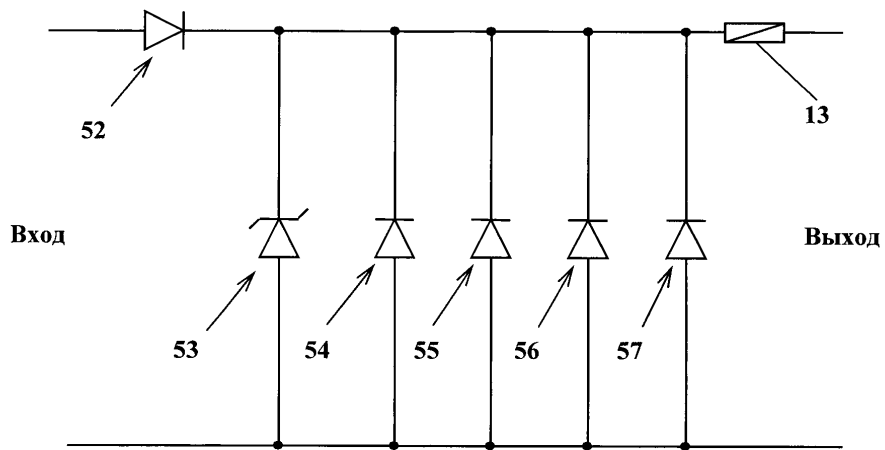
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7