



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2009147171/07**, **13.06.2008**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
13.06.2008

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
15.06.2007 US 60/944,454(43) Дата публикации заявки: **20.07.2011** Бюл. № 20(45) Опубликовано: **27.08.2012** Бюл. № 24(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **US 659037081**, **08.07.2003**. **US 5218235 A1**,
08.06.1993. **RU 2089986 C1**, **10.09.1997**.(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: **15.01.2010**(86) Заявка РСТ:
US 2008/066971 (13.06.2008)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2008/157391 (24.12.2008)

Адрес для переписки:

**191186, Санкт-Петербург, а/я 230, "АРС-
ПАТЕНТ", пат.лов. М.В.Хмаре, рег. № 771**

(72) Автор(ы):

**СЕБЕРГЕР Стивен Дж. (US),
ВИТТКОП Адам Джозеф (US)**

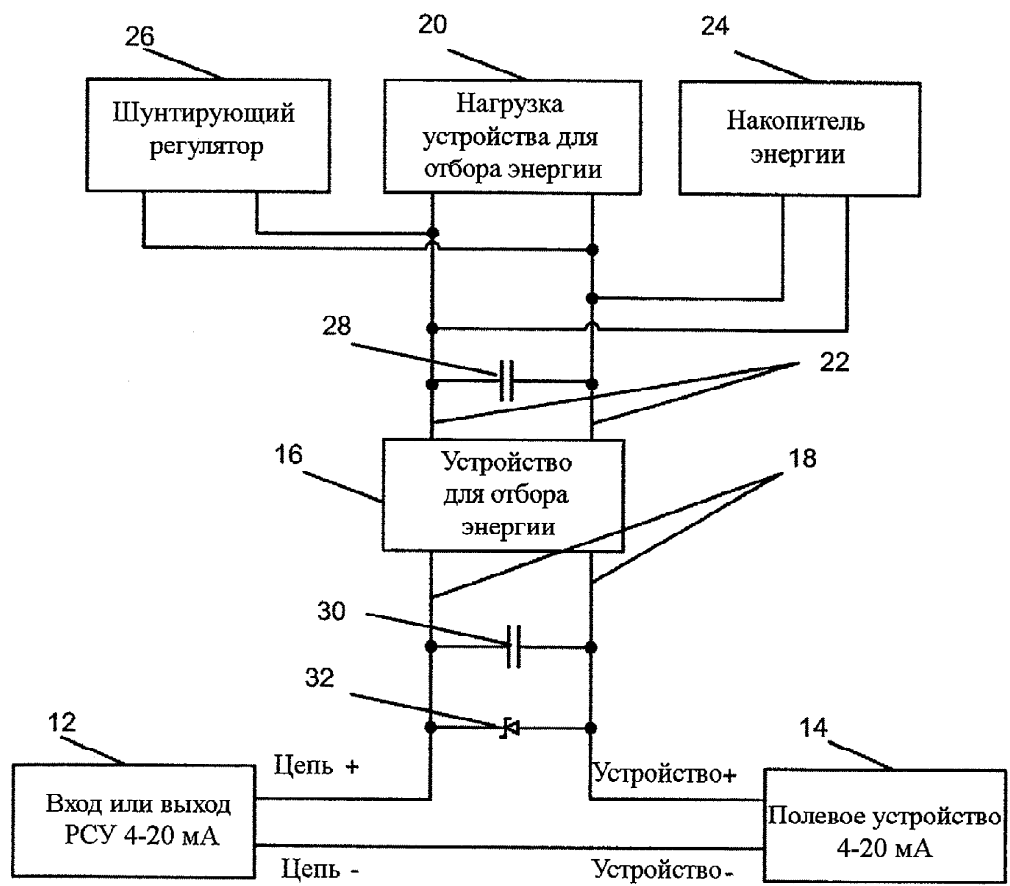
(73) Патентообладатель(и):

**ФИШЕР КОНТРОЛЗ ИНТЕРНЭШНЭЛ
ЛЛС (US)****(54) ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА В ПОСТОЯННЫЙ С РЕГУЛИРУЕМЫМ
НАПРЯЖЕНИЕМ НА ВХОДЕ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЙСЯ ДЛЯ ОТБОРА МОЩНОСТИ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к схемам преобразования напряжения. Предложен способ отбора энергии в цепи, имеющей источник питания, генерирующий электрический ток. Указанный способ включает подсоединение устройства для отбора энергии, снабженного парой входных выводов и парой выходных выводов, к цепи через пару входных выводов, динамическую регулировку падения напряжения на паре

входных выводов устройства, отбор электрической энергии, образующейся при отрегулированном падении напряжения, из электрического тока, протекающего через первый ввод пары входных выводов устройства, и передачу отобранной электрической энергии на пару выходных выводов устройства. Технический результат - повышение безопасности. 3 н. и 32 з.п., ф-лы, 8 ил.



ФИГ. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION(21)(22) Application: **2009147171/07, 13.06.2008**(24) Effective date for property rights:
13.06.2008

Priority:

(30) Convention priority:
15.06.2007 US 60/944,454(43) Application published: **20.07.2011 Bull. 20**(45) Date of publication: **27.08.2012 Bull. 24**(85) Commencement of national phase: **15.01.2010**(86) PCT application:
US 2008/066971 (13.06.2008)(87) PCT publication:
WO 2008/157391 (24.12.2008)

Mail address:

**191186, Sankt-Peterburg, a/ja 230, "ARS-
PATENT", pat.pov. M.V.Khmare, reg. № 771**

(72) Inventor(s):

**SEBERGER Stiven Dzh. (US),
VITTKOP Adam Dzhozef (US)**

(73) Proprietor(s):

**FISHER KONTROLZ INTERNESHNEL LLS
(US)****(54) CONVERTER OF DC INTO DC WITH CONTROLLED OUTPUT VOLTAGE USED FOR POWER TAKEOFF**

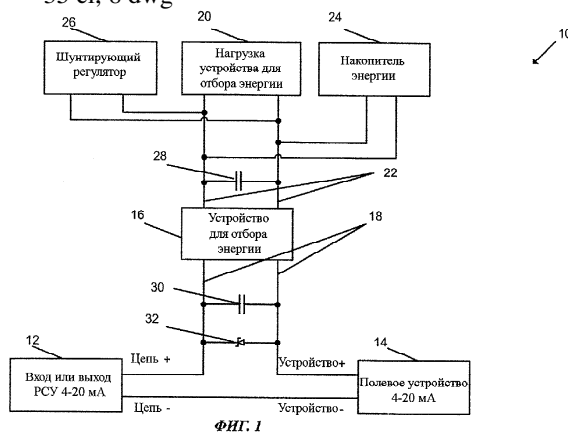
(57) Abstract:

FIELD: electricity.

SUBSTANCE: method is proposed to take energy off in a circuit having a source of power generating an electric current. The specified method includes connection of a device for power takeoff, equipped with a pair of input leads and a pair of output leads, to a circuit via a pair of input leads, dynamic control of voltage drop on a pair of input leads of a device, takeoff of electric power generated with adjusted voltage drop, from a current flowing through the first input of the pair of input leads of the device, and transfer of taken power to the pair of output leads of the device.

EFFECT: improved safety.

35 cl, 8 dwg



Приоритет данной заявки определяется по дате подачи предварительной патентной заявки США №60/944,454 от 15.06.2007, содержание которой полностью включено в данное описание посредством ссылки на нее.

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к схемам преобразования напряжения и мощности, а более конкретно - к способу и к устройству для регулировки входного напряжения преобразователя постоянного тока в постоянный.

Уровень техники

Преобразователи постоянного напряжения в постоянное (далее - DC/DC преобразователи) находят применение в различных приложениях для получения отрегулированного напряжения. Преобразователи, известные, как "повышающие" или "вольтодобавочные", генерируют на выходе по сравнению с входом более высокое напряжение. "Понижающие" преобразователи, наоборот, генерируют на выходе пониженное напряжение. DC/DC преобразователи, известные из уровня техники, выполняют свою функцию, управляя посредством специальной схемы переключения (коммутации) временем прохождения и направлением тока, протекающего через катушку индуктивности (индуктор). В частности, такие преобразователи циклически изменяют периоды времени, в течение которых индуктор аккумулирует, а затем высвобождает электрическую энергию в ответ на напряжение, детектируемое цепью обратной связи на выходных выводах преобразователя. Поскольку работа типичного DC/DC преобразователя зависит только от выходного напряжения, он получает от входных выводов столько энергии, сколько ее нужно для генерирования отрегулированного напряжения на выходных выводах. В частности, чтобы обеспечить постоянный уровень напряжения, подаваемого на нагрузку, типичный DC/DC преобразователь в зависимости от требований, предъявляемых нагрузкой, будет получать с входных выводов большее или меньшее количество энергии. Это свойство делает известные преобразователи такого типа непригодными для некоторых приложений, связанных с преобразованием напряжения.

Конкретно, преобразователь напряжения может быть востребован в цепях отбора энергии от внешних источников. Во многих промышленных и хозяйственных приложениях токовая цепь, состоящая из источника и одного или более потребителей электрической энергии, содержит дополнительную схему для перенаправления некоторого количества энергии из контура на дополнительную нагрузку. Процесс получения энергии из первичной цепи обычно называют "отбором" (scavenging) или "уборкой" (harvesting), а отбирающий контур, требующийся для проведения этой операции, соответственно, называется "устройством для отбора энергии (мощности)". В некоторых случаях отбирающие контуры могут отбирать энергию не из схемы, а из других источников, таких, например, как солнечный свет. В других ситуациях такие устройства ориентированы на использование избыточной или неиспользованной электрической энергии, забираемой из первичной цепи, чтобы снабжать энергией небольшую нагрузку.

Отбирающие контуры можно применять, например, в цепях с током 4-20 мА, широко используемых в производствах с управляемым технологическим процессом, для передачи аналоговых сигналов между полевыми устройствами и распределенной системой управления (PCU). Вообще говоря, полевые устройства, такие как клапаны, клапанные позиционеры или переключатели, обрабатывают управляющие сигналы посредством детектирования постоянного тока в интервале 4-20 мА. Подобным же образом полевые устройства, отвечающие за проведение измерений параметров

процесса (таких как давление, расход потока), или датчики температуры генерируют сигналы в интервале 4-20 мА и передают их в РСУ по паре специально выделенных для этого проводов. В некоторых случаях может оказаться желательным использовать некоторое количество энергии, имеющейся в цепи 4-20 мА, для снабжения энергией дополнительного устройства, такого, например, как приемопередатчик. В то же время желательно ограничить падение напряжения на отбирающем контуре, получающем энергию из цепи 4-20 мА, чтобы этот контур не препятствовал функционированию токовой цепи, а более конкретно - передаче сигналов между РСУ и полевым устройством.

К сожалению, известные DC/DC преобразователи не управляют напряжением на своих входных выводах. Чтобы получить постоянное напряжение на выходе, такие преобразователи потребляют необходимое количество энергии, поступающей на входные выводы, а это может вызвать на указанных выводах чрезмерное падение напряжения. Таким образом, для управления входным напряжением и безопасного отбора энергии в цепи 4-20 мА или в любых других цепях, характеризующихся изменяющимся током, известные DC/DC преобразователи требуют наличия дополнительной схемы. Например, ограничить напряжение на входных выводах преобразователя могла бы специальная аналоговая цепь. Однако такая ограничивающая цепь тратила бы полезную энергию непроизводительным образом. Аналогично, контролировать ограничение напряжения могла бы параллельная шунтирующая цепь, но при этом она также растрачивала бы энергию, проходящую через ее резисторы. С другой стороны, для управления отбирающим контуром (его включением и выключением) или, другими словами, "пульсирующим" режимом его работы можно было бы использовать цепь обратной связи. Однако при таком подходе имеет место генерирование низкочастотного шума, который может повлиять на прохождение сигналов в токовой цепи.

Далее, известные преобразователи не обеспечивают эффективного средства для отбора дополнительной энергии, имеющейся на входе. Например, если нагрузка устройства для отбора энергии потребляет относительно мало энергии, отбирающий контур передаст это необходимое количество энергии на входные выводы, причем независимо от реальных возможностей токовой цепи. Подобно тому, как расход энергии на выходных выводах может носить чрезмерный характер, расстраивающий работу токовой цепи, потребление слишком малого количества энергии нежелательно, т.к. при таком подходе невозможно эффективно использовать токовую цепь. Более того, возможны ситуации, когда подаваемый ток существенно уменьшается, и нагрузка устройства для отбора энергии не может получить достаточной энергии. В таких случаях однозначно желательно отобрать избыточную энергию, имеющуюся на входе, и сохранить ее, используя, например, такое известное средство, как конденсатор большой емкости, чтобы применить эту сохраненную энергию, когда энергия на входе недостаточна для отбирающего контура.

Кроме того, известные DC/DC преобразователи не могут управлять скоростью изменения тока, протекающего через преобразователь, и, таким образом, не предоставляют способа управления импедансом по переменному току. При этом в некоторых приложениях желательно обеспечить включенный последовательно импеданс, чтобы сигнал в токовой цепи можно было эффективно модулировать. Например, в дополнение к имеющейся проводной связи можно осуществить связь посредством модулирования сигналов в интервале силы тока 4-20 мА, используя коммуникационный протокол HART (Highway Addressable Remote Transducer).

Поскольку для эффективного модулирования необходимо обеспечить некоторый минимальный уровень импеданса, модулирование в токовой цепи с низким импедансом бесполезно растрчивает большие количества электрической энергии.

Наконец, применение известных DC/DC преобразователей в отбирающих контурах в качестве периферийного оборудования, использующего изменяющийся ток, не обеспечивает желательного уровня эксплуатационной безопасности. В частности, отбирающий контур может направить отобранную энергию в накопитель, такой как конденсатор, а в аварийных условиях конденсатор может сбросить энергию обратно на входные выводы и, таким образом, создать в токовой цепи угрозу безопасности. При наличии взрывоопасного окружения энергия, сбрасываемая накопителем, может инициировать взрыв. Хотя безопасность можно было бы повысить, разместив последовательно несколько диодов (вместо одного, обычно используемого в преобразователе), такой подход может существенно ухудшить работу цепи. Более того, такую же проблему может вызвать короткое замыкание в DC/DC контроллере, создающее таким образом другую траекторию переноса энергии к входным выводам.

Раскрытие изобретения

Предлагаемый способ отбора энергии в токовой цепи включает последовательное соединение устройства для отбора энергии (далее именуемого также отбирающим контуром), источника энергии и устройства, потребляющего энергию, регулировку падения напряжения на входных выводах устройства для отбора энергии и подачу на выходные выводы энергии, получаемой из отрегулированного падения напряжения и из токовой цепи. Конкретно, падение напряжения на устройстве для отбора энергии регулируют посредством цепи обратной связи, генерирующей сигнал входного напряжения, и цепи регулятора, использующей указанный сигнал для управления временем зарядки и разрядки индуктора. Функцию цепи регулятора может выполнять обычный DC/DC преобразователь или цепь, имеющая несколько дискретных компонентов, таких как компараторы.

В одном из аспектов изобретения источник энергии представляет собой источник изменяющегося тока или напряжения. В другом аспекте отбирающий контур является DC/DC преобразователем, использующим для регулировки входного напряжения схему обратной связи. В одном из вариантов осуществления изобретения DC/DC преобразователь с регулируемым напряжением на входе поддерживает на входных выводах, по существу, постоянное напряжение. В другом варианте осуществления преобразователь такого же типа регулирует напряжение на входных выводах в соответствии со значением тока на входе, причем таким образом, чтобы при небольшом токе в цепи отбиралось большее количество имеющейся энергии. В следующем варианте осуществления DC/DC преобразователь с регулируемым напряжением на входе дополнительно содержит на выходе изолирующий трансформатор, в аварийных условиях предотвращающий перенос энергии обратно на входные выводы. В этом отношении применение изолирующего трансформатора повышает параметры внутренней безопасности устройства для отбора энергии. Еще в одном варианте осуществления DC/DC преобразователь с регулируемым напряжением на входе дополнительно выполняет функцию линейного фильтра, чтобы повысить импеданс в токовой цепи и, таким образом, создать возможность модулирования в контуре.

Краткое описание чертежей

На фиг.1 представлена блок-схема, в которой для сбора избыточной энергии применен DC/DC преобразователь с регулируемым напряжением на входе,

используемый в качестве устройства для отбора энергии.

На фиг.2 схематично представлен DC/DC преобразователь с регулируемым напряжением на входе.

5 На фиг.3 представлена электрическая схема, иллюстрирующая одну из возможных модификаций DC/DC преобразователя с регулируемым напряжением на входе.

На фиг.4 представлена электрическая схема DC/DC преобразователя с регулируемым напряжением на входе и с обратной зависимостью падения напряжения от тока.

10 На фиг.5 в виде примера проиллюстрированы формы сигналов входного тока и входного напряжения, регулируемых преобразователем по одному из вариантов осуществления изобретения.

15 На фиг.6 представлена электрическая схема DC/DC преобразователя с регулируемым напряжением на входе и с изолирующим трансформатором, примененным для ограничения энергии согласно принципам внутренней безопасности.

На фиг.7 схематично представлен DC/DC преобразователь с регулируемым напряжением на входе и с функцией фильтрации.

20 На фиг.8 представлена электрическая схема DC/DC преобразователя с регулируемым напряжением на входе и с функцией фильтрации, содержащего контур коммуникации по протоколу HART.

Осуществление изобретения

25 На фиг.1 схематично представлена система, в которой для эффективного отбора избыточной энергии из токовой цепи и направления ее на нагрузку, на накопительное устройство или на оба эти узла можно использовать устройство для отбора энергии с регулируемым напряжением на входе. Как показано на фиг.1, токовая цепь 10 содержит распределенную систему управления (PCU) 12, полевое устройство 14 и устройство 16 для отбора энергии (отбирающий контур), последовательно
30 соединенное с полевым устройством 14. Эти, а также остальные элементы цепи, проиллюстрированные на фиг.1, соединены проводами.

В процессе работы PCU 12 и полевое устройство 14 посылают и получают аналоговые сигналы 4-20 мА, непрогнозируемые для устройства 16 для отбора энергии, которое выполняет функцию DC/DC преобразователя с регулируемым
35 напряжением на входе. Другими словами, для устройства 16 для отбора энергии ток в цепи 10 может неуправляемым образом изменяться во времени в интервале 4-20 мА. Устройство для отбора энергии подключено в цепи 10 последовательно через пару входных выводов 18, причем один из выводов 18 присоединен непосредственно к
40 плюсовому выходу PCU 12, а другой - непосредственно к плюсовому входу полевого устройства 14. Однако вместо такого варианта отбирающий контур можно подключить к минусовым выходам PCU 12 и полевого устройства 14. Во время работы устройство 16 для отбора энергии обеспечивает отрегулированное падение напряжения на входных выводах 18 и может поддерживать напряжение на
45 постоянном уровне, изменяя таким образом потребление энергии на них пропорционально силе тока, протекающего через устройство 16. При этом отбирающий контур может передать энергию, собранную с его входных выводов 18, одному или более устройствам или цепям, подключенным к его выходу. В другом
50 варианте осуществления изобретения отбирающий контур может регулировать входное напряжение в зависимости от протекающего через него тока. В частности, при уменьшении указанного тока оно может увеличивать падение напряжения на входных выводах 18.

Нагрузку 20, потребляющую отбираемую энергию, можно подключить к устройству 16 для отбора энергии через пару выходных выводов 22. Функцию нагрузки 20 может выполнять устройство любого типа, потребляющее постоянную или изменяющуюся энергию, в частности простой электрический элемент, характеризующийся постоянным расходом энергии, такой, например, как светоизлучающий диод, или сложное устройство с изменяющимся потреблением энергии, такое как приемопередатчик. Кроме того, должно быть понятно, что хотя на фиг.1 показана только одна нагрузка, потребляющая отбираемую энергию, энергия может подаваться от устройства 16 для отбора энергии на несколько нагрузок с различающимися характеристиками потребления энергии.

Кроме того, предусмотрена возможность подключить отбирающий контур к накопителю 24 энергии. Эту функцию могут выполнять, например, единственный конденсатор большой емкости, относительно сложная схема, содержащая несколько конденсаторов, соединенных параллельно, или какое-то другое средство накопления энергии, известное из уровня техники. Специалистам в этой области будет понятно, что возможность использования конденсатора в качестве устройства накопления энергии определяется тем, что напряжение на нем будет увеличиваться по мере поступления тока. В качестве устройства накопления энергии предпочтителен конденсатор с высокой плотностью энергии (конденсатор большой емкости), поскольку он способен сохранять большой электрический заряд.

В дополнение к сказанному, предусмотрена возможность параллельно нагрузке 20 устройства для отбора энергии и накопителю 24 энергии подключить к паре выходных выводов 22 настраиваемый шунтирующий регулятор 26. Его можно использовать для сбрасывания излишней энергии, если нагрузка 20 не потребляет всю энергию, подаваемую на выходные выводы 22. Шунтирующий регулятор 26 может оказаться необходимым, когда не предусмотрено наличие накопителя 24 энергии. В других вариантах осуществления изобретения может оказаться предпочтительным вообще не использовать в цепи 10 шунтирующий регулятор, а хранить всю избыточную энергию, поступающую с выходных выводов 22, в накопителе 24. Настраиваемый шунтирующий регулятор 26 можно выполнить в любом виде, известном из уровня техники, например, используя зенеровский диод и резисторы.

В другом альтернативном варианте предусмотрена возможность включить между выходными выводами 22 конденсатор 28, фильтрующий выходное напряжение. Поскольку выходное напряжение устройства 16 для отбора энергии не регулируется, конденсатор 28 можно использовать для сглаживания выходного напряжения, в частности, если в цепь 10 включена нагрузка, на которую подается отобранная энергия. В таком аспекте конденсатор 28 может быть частью схемы, включенной за цепью регулировки. Однако он не является необходимым, когда устройство 16 для отбора энергии подает энергию, в первую очередь, на накопитель 24 энергии. Фактически, если энергию с выходных выводов 22 передают в накопитель 24 энергии, нерегулируемый вариант выхода у выводов 22 может оказаться предпочтительным.

При этом отфильтровывать шум на входе может фильтр в виде фильтрующий входной конденсатор 30, подключенный между входными выводами 18 устройства 16 для отбора энергии. Специалистам в этой области будет понятно, что такой конденсатор необходим на входе любой цепи DC/DC преобразования. Емкость конденсатора 30 является функцией рабочей частоты DC/DC преобразователя, используемого в устройстве 16 для отбора энергии. В дополнение к сказанному, чтобы предотвратить повреждение устройства 16 для отбора энергии вследствие прерывания

тока, протекающего в цепи 10, предусмотрена возможность ограничить напряжение на входных выводах 18. Например, можно использовать зенеровский диод 32, гарантирующий, что в случае увеличения напряжения на входных выводах 18 выше
 5 определенного предела диод пробьется, и ток потечет в направлении полевого устройства 14, рассчитанного на ток 4-20 мА. Специалистам в этой области будет понятно, что указанный предел определяется физическими свойствами выбранного диода.

Предусмотрена возможность ввести конденсаторы 28, 30, шунтирующий регулятор 26 и зенеровский диод 32 в устройство 16 для отбора энергии. В зависимости
 10 от намеченной сферы приложения устройство для отбора энергии можно выполнить с возможностью регулировки выходного напряжения посредством шунтирующей цепи или направления всей доступной энергии в накопитель 24 энергии. Предусмотрено, что различные конфигурации, из которых исключены какие-то компоненты,
 15 показанные на фиг.1, и в которые добавлены некоторые дополнительные компоненты, соответствующие выбранному приложению, можно включить в состав специализированных интегральных схем (СИС). В порядке альтернативы, устройство 16 для отбора энергии можно выполнить в виде отдельной СИС с
 20 возможностью использовать ее в любой конфигурации, рассмотренной в данном описании. В порядке еще одной альтернативы, предусмотрена возможность детали схемы устройства для отбора энергии изготовить в виде отдельного чипа, работающего совместно с обычным DC/DC преобразователем.

На фиг.2 устройство 16 для отбора энергии показано более детально. Согласно
 25 компоновке, представленной на фиг.1, ток попадает в устройство 16 через плюсовой вывод 40 пары входных выводов 18 и выходит через минусовой вывод 42. От плюсового вывода 40 ток протекает к плюсовому полюсу индуктора 44. В дополнение к этому относительно небольшая часть тока протекает к цепи 46 регулировки
 30 входного напряжения V_{in} . Через минусовой вывод 42 выходит эквивалентное или примерно такое же количество электричества, сколько его входит через плюсовой вывод 40. При этом схема, выполненная согласно положениям настоящего изобретения и подробно рассмотренная далее, поддерживает на выводах 40 и 42
 35 отрегулированное падение напряжения. Например, падение напряжения на указанных выводах 40, 42 отбирающего контура, используемого в токовой цепи с током 4-20 мА, может поддерживаться на постоянном уровне, составляющем 1 В.

Обращаясь снова к фиг.2, можно показать, что повышающий DC/DC контроллер 50
 40 регулирует длительность временного интервала, в течение которого индуктор аккумулирует ток. Функцию контроллера 50 может выполнять стандартный чип, например чип On Semiconductor NCP1421, или цепь, собранная из нескольких дискретных компонентов на основе интегральных схем, способных выполнять
 45 высокочастотную коммутационную функцию и регулировать продолжительность включения переключающей схемы в ответ на сигнал обратной связи. В частности, в контроллере для быстрого замыкания и размыкания электрических контактов можно использовать один или более полевых транзисторов со структурой металл-оксид-полупроводник (полевых МОП-транзисторов). Контроллер настраивает временной интервал между замыканием и размыканием контактов согласно параметрам
 50 компонентов своего колебательного контура и сигналу обратной связи, такому как ток или напряжение. В этом аспекте контроллер 50 может обеспечить для схемы устройства 16 для отбора энергии широтно-импульсную модуляцию (ШИМ) с управляемой продолжительностью включения. Должно быть понятно, что

коммутационную функцию можно также осуществить, используя дискретные полупроводниковые приборы, стандартные интегральные схемы или другие компоненты и материалы, известные из уровня техники.

Как показано на фиг.2, контроллер 50 оборудован переключающим выводом 52 (SW), выводом 54 (FB) обратной связи, выходным выводом 56 (OUT) и заземленным выводом 58 (GND). Должно быть понятно, что контроллер 50 может иметь дополнительные входы, и указанными четырьмя выводами его конструкция не ограничена. Из фиг.2 видно, что переключающий вывод 52 электрически связан с минусовым полюсом индуктора 44, выходной вывод 56 контроллера связан с одним из выходных выводов 22 устройства, а заземленный вывод 58 электрически связан с выводом противоположного знака из пары выводов 22 и с минусовым входным выводом 42. Кроме того, вывод 54 обратной связи соединен с выходом цепи 46 регулировки входного напряжения.

Во время каждого рабочего цикла контроллер 50 сначала подключает переключающий вывод 52 к заземленному выводу 58. Поскольку теперь выводы 52 и 58 соединены, в индукторе 44 возникает ток. Затем контроллер 50 разъединяет выводы 52 и 58. Разрушение магнитного поля в индукторе 44 направляет ток от индуктора к плюсовому выводу пары выходных выводов 22. Как видно из фиг.2, предусмотрена возможность соединить минусовой полюс индуктора 44 с переключающим выводом 52 и с плюсовым выводом пары выходных выводов 22 через диод 60 обратного хода. В предпочтительном варианте это диод Шоттки, но можно использовать также и диод другого типа. Диод 60 обратного хода обеспечивает синхронное выпрямление тока с выхода индуктора 44. Однако если в контроллере 50 уже предусмотрена возможность синхронного выпрямления тока, диод обратного хода может не потребоваться.

Согласно фиг.2 часть тока, поступившего в отбирающий контур с вывода 40, направляется в цепь 46 регулировки входного напряжения, которая выполнена с возможностью генерировать сигнал напряжения, соответствующий силе тока на входном выводе 40. Указанный сигнал используется контроллером 50 для селективного увеличения или уменьшения энергии (т.е. выходного напряжения V_{out}) на паре выходных выводов 22. Например, контроллер 50 может удлинить рабочий цикл импульсов и тем самым уменьшить входное напряжение на паре входных выводов 18 в ответ на уровень напряжения, детектируемый цепью 46 регулировки. Особенности выполнения цепи 46 будут рассмотрены далее более подробно.

Фиг.3 иллюстрирует электрическую схему одного из возможных вариантов выполнения устройства 70 для отбора энергии. В данном случае в указанную схему включены диод 32 (SR1), фиксирующий напряжение на желательном уровне, и фильтрующий конденсатор 30 (C1). Важным фактором для схемы по фиг.3 является управление выходным напряжением посредством шунтирующего регулятора 26. Как уже отмечалось, такая схема может быть эффективной, если DC/DC преобразователь с регулируемым напряжением на входе используется как источник питания для нагрузки, требующей постоянного напряжения. Шунтирующий регулятор 26 будет сбрасывать избыточную энергию, гарантируя тем самым, что потребление энергии нагрузкой не превышает требуемый уровень.

Цепь 46 регулировки входного напряжения содержит операционный усилитель 72 и резисторы 74, 76. Для управления соотношением между входным напряжением на выводах 40, 42 и напряжением, поданным на вывод 54 обратной связи, усилитель 72 может использовать опорное напряжение 77 (ref) у своего неинвертирующего входа и

меняющееся напряжение (у своего инвертирующего входа). Специалистам в этой области будет понятно, что сопротивления резисторов 74 (R1), 76 (R2) можно выбрать в соответствии с желательным падением напряжения. Как указывалось выше, в типичном контуре 4-20 мА, применяемом в производствах с управляемым технологическим процессом, как правило, приемлемым считается падение напряжения на отбирающем контуре на уровне 1 В. Сходным образом, в соответствии с желательным выходным напряжением можно выбрать сопротивления резисторов 78 (R4), 80 (R3), используемых в шунтирующем регуляторе 26.

Фиг.4 иллюстрирует другой предлагаемый вариант осуществления DC/DC преобразователя с регулируемым напряжением на входе, пригодный для отбора энергии. Устройство 90 для отбора энергии может содержать большинство элементов устройства 70 для отбора энергии, описанного выше. Однако по сравнению с устройством 70 устройство 90 позволяет регулировать входное напряжение более эффективным и практичным образом. В частности, при пониженной силе тока в управляющей цепи 10 будет иметь место меньшее падение напряжения на различных элементах цепи, например на полевом устройстве 14. Так, применительно к цепи 4-20 мА, используемой в схеме управления процессом, РСУ 12 "почувствует" меньшее падение напряжения в цепи, когда в ней генерируется сигнал 4 мА, и, наоборот, большее падение напряжения, когда аналоговый сигнал ближе к уровню 20 мА или находится на этом уровне. Сходным образом, полевое устройство, такое как устройство 14, не получая, а генерируя сигнал 4-20 мА, в типичном случае почувствует пониженное или повышенное падение напряжения на РСУ 12. Таким образом, цепь 10 позволяет допустить большее падение напряжения на отбирающем контуре при меньших значениях силы тока в цепи.

При пониженных значениях входных токов, поступающих в отбирающий контур через вывод 40, представленное на фиг.4 устройство 90 для отбора энергии получает от пары входных выводов 18 больше энергии, чем, например, аналогичное устройство 70, поскольку обеспечивает большее падение напряжения на паре выводов 18. Очевидно, что эта особенность может оказаться полезной, если нагрузке 20 устройства для отбора энергии требуется большая мощность. В частности, регулирующая цепь 91, содержащая усилитель 72, компонент (резистор) 92 (R6), ограничивающий усиление, и резисторы 94 (R3), 96 (R4), 98 (R1), 100 (R2), регулирует напряжение на паре входных выводов 18 таким образом, чтобы входное напряжение изменялось обратно силе входного тока, воспринятого цепью 91. Компоненты 92-100, также как и опорное напряжение 102 (ref), выбирают и соединяют так, чтобы при повышении силы тока они генерировали повышенный сигнал обратной связи, поступающий от регулирующей цепи 91 на вывод 54 обратной связи. В этом аспекте отбирающий контур использует отрицательный импеданс регулирующей цепи 91. Таким образом, в ответ на увеличенный сигнал на выводе 54 обратной связи контроллер 50 уменьшит рабочий цикл ШИМ и, соответственно, понизит уровень энергии, подаваемой на пару выходных выводов 22. Подобно устройствам 16, 70 для отбора энергии, устройство 90 регулирует входное напряжение независимо от своего выхода.

Следует дополнительно подчеркнуть, что обратную зависимость между входным током и напряжением, подаваемым на вывод 54 обратной связи, можно получить и другими средствами, известными из уровня техники. Например, в варианте осуществления, представленном на фиг.4, резистор 100 выполняет функцию датчика выходного тока, т.к. через него должен проходить ток, возвращающийся из

устройства 90 для отбора энергии на входной вывод 42. При этом для регулировки напряжения на выводе 54 обратной связи, включенном в схему контроллера 50, и, тем самым, для изменения количества энергии, отбираемой устройством 90, можно использовать подобным образом любые известные средства восприятия тока.

Вообще говоря, желательно выбирать параметры элементов цепи, учитывая максимально допустимое падение напряжения. Например, если устройство 90 для отбора энергии предназначено для применения в производствах с управляемым технологическим процессом, целесообразно выбрать сопротивления резисторов 92-100 в соответствии с допустимым падением напряжения при токе 20 мА. Фиг.5 в виде функции от времени иллюстрирует пример тока и напряжения на входе устройства 90 для отбора энергии, подключенного к цепи 4-20 мА. Конкретно, форма сигнала 110 может отвечать току, протекающему через входной вывод 40, а форма сигнала 120 - напряжению на паре входных выводов 18. Оба сигнала представлены в относительно большом интервале по шкале времени (секунды). Как показано на фиг.5, обратная зависимость между входным напряжением и входным током гарантирует, что форма сигнала 120 является зеркальным отражением формы сигнала 110. Кроме того, должно быть понятно, что сигнал 120 относительно сигнала 110 может иметь задержку 122 порядка микро- или даже наносекунд. Устройство 90 для отбора энергии поддерживает уровень падения напряжения в интервале 1-2 В в виде функции только от входного тока, не зависящей от напряжения или потребностей в напряжении или энергии на выходных выводах 22.

Другим желательным аспектом работы любого отбирающего устройства является безопасность и, в частности, соответствие стандартам внутренней безопасности (Intrinsic Safety, IS), принятым во многих отраслях промышленности. Вообще говоря, сертификация устройства на соответствие этим стандартам накладывает на него специфические ограничения по энергии. Например, портативные HART-коммуникаторы ограничены параметрами $V_{oc} \leq 2$ В и $I_{sc} \leq 32$ мА, где V_{oc} - максимальное напряжение на коммуникаторе, а I_{sc} - максимальный допустимый ток через коммуникатор. Стандарты IS для HART-коммуникатора можно использовать как руководящий документ при конструировании безопасного отбирающего контура, предназначенного для применения в интервале 4-20 мА, поскольку контур питания коммуникационной цепи HART с большой вероятностью может использоваться для отбора энергии.

Как указывалось выше, повышающие DC/DC преобразователи, известные из уровня техники, могут потреблять слишком много энергии, получаемой с входных выводов, и влиять на работу цепи, из которой отбирается энергия. Такой тип воздействия может помешать включенным в цепь устройствам принимать проходящие по цепи энергию и/или сигналы. С другой стороны, известные DC/DC преобразователи, попав в аварийные условия, могут также оказаться неспособными удержать отобранную энергию и повредят цепь, вернув в нее эту энергию. В особенности это относится к схемам, в которых нагрузка отбирающего контура представляет собой конденсатор или какое-то другое подобное устройство, сохраняющее энергию. Такое повреждение может оказаться более опасным, чем повышенный отбор энергии из цепи. Например, при их использовании в производствах с управляемым технологическим процессом известные повышающие DC/DC преобразователи могут создавать высокий эксплуатационный риск, по меньшей мере, из-за того, что контур 4-20 мА может содержать взрывоопасные устройства или устройства, представляющие иную опасность. Так, внезапные импульсные броски тока в контуре могут вызвать искру и,

тем самым, инициировать взрыв. Однако приведение любого известного средства в соответствие с указанными выше стандартами безопасности неизбежно понизило бы КПД повышающего DC/DC преобразователя.

Поскольку преобразователь с регулируемым напряжением на входе, соответствующий представленным в данном документе вариантам осуществления изобретения, особенно хорошо пригоден для отбора энергии при наличии накопителя, очевидно, что при выполнении такого преобразователя следует учитывать ограничения, накладываемые требованиями внутренней безопасности. На фиг.6 представлен DC/DC преобразователь с регулируемым напряжением на входе, используемый для отбора энергии из токовой цепи 10. В указанном преобразователе, соответствующем устройству 150 для отбора энергии, ограничения по энергии в аварийных условиях учтены посредством изолирующего трансформатора 155. В добавление к обеспечению эксплуатационной безопасности важным фактором является возможность эффективно заменить индуктор 44 изолирующим трансформатором 155. При этом переключающая схема, такая как контроллер 50, работающая совместно с цепью 46 регулировки, может генерировать ШИМ-импульсы таким же образом, как и в варианте осуществления по фиг.3, независимо от того, подается ли энергия на индуктор 44 или на изолирующий трансформатор 155. Обмотку трансформатора, расположенную в схеме устройства 150 со стороны 157 цепи, из которой отбирается энергия, можно использовать для аккумуляции электрического тока, когда переключающий вывод 52 переключен на заземленный вывод 58. При этом в обмотке, присоединенной со стороны 159 (со стороны нагрузки), индуцируется ток противоположного направления. Другими словами, изолирующий трансформатор 155 можно рассматривать как индуктор с дополнительной функцией электростатического экрана.

В схеме по фиг.3 существует цепь разрядки в аварийных условиях, вызванных коротким замыканием в диоде 60 обратного хода, проходящая от выходных выводов 22 прямо к входным выводам 18. В дополнение к сказанному, фактически не обладающую сопротивлением цепь между выходными и входными выводами 22, 18 может подобным образом сформировать внутренняя схема контроллера 50. В отличие от данного варианта изолирующий трансформатор 155 в варианте осуществления по фиг.6 предотвращает перенос энергии обратно к входу. Специалистам в этой области должно быть понятно, что изолирующий трансформатор можно считать безаварийным для всех практических задач при условии выбора трансформатора надлежащего типа с соответствующими характеристиками насыщения сердечника.

Далее, предусмотрена возможность выбрать соотношение витков изолирующего трансформатора 155, позволяющее дополнительно обеспечить преобразование напряжения, желательное для конкретных приложений. Так, в качестве эффективного средства управления выходным напряжением изолирующий трансформатор 155 можно выбрать вместо использования дополнительной схемы, регулирующей напряжение, подаваемое на нагрузку. Более того, если это требуется в конкретном приложении, предусмотрена возможность выполнить трансформатор с несколькими обмотками, чтобы получить несколько выходов.

Далее будет дополнительно показано, что в схеме не всегда необходимо поддерживать абсолютную изоляцию между стороной 157 питающей цепи и стороной 159 нагрузки. В частности, напряжение обратной связи или сигналы, пропорциональные мощности, можно подать со стороны 159 на сторону 157 в качестве опорных сигналов или для решения других регулировочных задач, если

соединительные узлы на разграничительной линии изоляции содержат надежные резисторы с адекватным сопротивлением. Кроме того, может оказаться необходимым ограничить энергию, переносимую через трансформатор в направлении "вперед", т.е. в направлении от стороны 157 питающей цепи к стороне 159 нагрузки. Такие
 5 ограничения могут способствовать достижению желательных пределов, накладываемых на перенос энергии в противоположном направлении. Хотя элементы, выполняющие эти функции, на фиг.6 не показаны, следует отметить, что эти ограничения на перенос энергии "вперед" можно обеспечить за счет шунтирующего
 10 регулятора, присоединенного на входе к трансформатору на стороне 157 питающей цепи.

В связи с фиг.6 следует иметь в виду, что предусмотрена возможность дополнительно подключить к паре входных выводов 18 фиксирующие диоды 162 (D1, D2), ограничивающие напряжение на входе устройства 150 для отбора энергии. В
 15 результате в рамках решения проблем соответствия стандартам IS устанавливается максимальное напряжение для аварийных условий. Специалистам в этой области будет понятно, что фиксирующие диоды 162 не оказывают воздействия на отбирающий контур в режиме его нормального функционирования.

Фиг.7 иллюстрирует другой вариант осуществления устройства для отбора энергии, использующего DC/DC преобразователь с регулируемым напряжением на входе. В данном случае токовая цепь 200 в добавление к РСУ 12 и полевому устройству 14, описанным выше в связи с фиг.1, содержит HART-коммуникатор (модулятор) 202, подключенный параллельно полевому устройству 14 для модулирования напряжения
 25 на нем. Как известно из уровня техники, способность модулировать напряжение в цепи зависит от ее импеданса. В частности, в случае низкого импеданса для указанного модулирования требуется затратить много энергии. При этом системой РСУ 12 может быть батарея с очень низким импедансом, т.е. типичная токовая цепь 4-
 30 20 мА неудобна для HART-коммуникаций. Поэтому желательно увеличить импеданс цепи 200. Более того, желательно решить эту задачу, не используя такое известное средство, как индуктор, т.к. он будет шунтировать используемую энергию. Поэтому, хотя технически возможно увеличить импеданс цепи 200 за счет индуктора, может оказаться невозможным отбор из нее энергии, достаточной для питания контура 202
 35 типа HART-модулятора.

Согласно описанному далее варианту осуществления изобретения устройство 16 для отбора энергии в добавление к подаче энергии на нагрузку 20 выполняет функцию виртуального индуктора 204, соединенного последовательно с полевым
 40 устройством 14. Виртуальный индуктор 204 не является физическим устройством, выделенным из устройства 16 для отбора энергии. Скорее, в конкретном варианте своего выполнения это устройство 16 представляет устройство 14 цепи 200 как индуктор, так что контур 202 для осуществления HART-коммуникации может модулировать сигналы по проводам цепи 200. Дополнительно предусмотрено наличие
 45 конденсатора 206, который выполняет фильтрующую функцию, сглаживая непредвиденные изменения силы тока, которые могут повлиять на HART-коммуникацию.

Устройство 250 для отбора энергии, схематично представленное на фиг.8, функционирует с возможностью управления скоростью изменения силы тока, протекающего через это устройство, тем самым создавая импеданс по переменному
 50 току. В дополнение к сказанному, устройство 250 понижает уровень шума и обеспечивает условия, при которых цепь 200 способствует модуляции напряжения,

причем, конкретно, в HART-коммуникации. На фиг.8 показано, что устройство для отбора энергии может снабжать энергией контур 252 HART-коммуникации, причем в данном конкретном варианте осуществления предусмотрена возможность включить контур 252 в устройство для отбора энергии в виде встроенного компонента.

Как видно из фиг.8, параллельно полемому устройству 14 подключен конденсатор 206 (C1), фильтрующий шум контура. Однако нет необходимости выполнить указанный конденсатор 206 в виде элемента устройства 250 для отбора энергии, т.е. он может подключаться отдельно, как это показано на фиг.7. В

дополнение к сказанному, последовательно с РСУ 12 и полевым устройством 14 включен фильтр 254 входного шума. Как и в других вариантах осуществления, рассмотренных в данном описании, выбор фильтра 254 зависит от рабочей частоты контроллера 50, а также от амплитуды шума, допустимой на паре входных выводов 18. Например, в токовой цепи 4-20 мА с допустимым падением напряжения около 1 В и выходным напряжением, подаваемым на нагрузку устройства для отбора энергии, около 3 В в качестве указанного фильтра 254 можно использовать конденсатор C2 емкостью 1 мкФ. Однако специалистам в этой области будет понятно, что в данном варианте осуществления, а также и в других вариантах, емкость фильтра 254 входного шума можно существенно увеличить.

Цепь 255 регулировки входного напряжения функционирует почти так же, как цепь 46 регулировки, показанная на фиг.3. Однако цепь 255 дополнительно содержит конденсатор 256 (C3), эффективно передающий на инвертирующий вход усилителя 72 сигнал, отвечающий току, поступающему в отбирающий контур. Такая схема обуславливает динамическую характеристику ограничения скорости изменения силы тока, протекающего через отбирающий контур и, далее, в полевое устройство 14. В дополнение к сказанному, комбинация накопления энергии в конденсаторе 206 и ограниченной скорости изменения силы тока, протекающего через отбирающий контур, обеспечивает выполнение фильтрующей функции, позволяющей изолировать контур 252 HART-коммуникации. Ограниченная скорость изменения силы указанного тока дополнительно выполняет для токовой цепи функцию последовательно включенного импеданса.

Устройство 250 для отбора энергии можно дополнительно усовершенствовать, фиксируя напряжение на входных выводах, например, посредством лавинного диода. Кроме того, чтобы обеспечить ограничение энергии согласно стандартам IS, вместо индуктора 44 можно использовать изолирующий трансформатор, подобный показанному на фиг.6 трансформатору 155. Обмотке такого трансформатора можно дополнительно придать конфигурацию, позволяющую регулировать выходное напряжение. Специалистам в данной области будет понятно, что различные особенности вариантов осуществления, представленных на фиг.1-8, можно комбинировать с учетом задач различных приложений.

В дополнение к сказанному, предусмотрена возможность снабдить устройство 250 несколькими выходами, причем оно, например, посредством шунтирующих регуляторов может поддерживать каждое из выходных напряжений на своем уровне. Фиг.8 иллюстрирует типичную схему шунтирующего регулятора 26, который рассеивает избыточную энергию перед подачей энергии на нагрузку, подключенную к паре 260 выходных выводов. Поскольку DC/DC преобразователь с регулируемым напряжением на входе отбирает доступную энергию при заданном напряжении на входе и при регулируемом напряжении на выходе, могут потребоваться дополнительные регуляторы напряжения, обеспечивающие подачу

отрегулированного напряжения на нагрузки, питаемые отобранной энергией. Предусмотрено, что вариант осуществления изобретения, представленный на фиг.8, может обеспечить энергией приемопередатчик, а также контур HART-коммуникации. Предусмотрена также возможность вместо рассеивания избыточной энергии посредством шунтирующего регулятора хранить ее в устройстве-накопителе, таком как накопитель 24.

Дополнительно предусмотрено, что фильтрующая функция устройства 250 для отбора энергии может носить селективный характер. Используя возможность отключать ненужную в данный момент фильтрующую функцию, пользователи могут найти дополнительные приложения для описанного выше устройства.

Для описанных вариантов осуществления общим является то, что все представленные схемы можно интегрировать по типу СИС, чтобы уменьшить площадь, занимаемую устройством, а также обеспечить более точное управление параметрами цепи. Кроме того, хотя предусмотрена возможность применения известного повышающего DC/DC контроллера, такое устройство можно сконструировать также, используя дискретные компоненты или любым другим способом, известным из уровня техники. Аналогичным образом, индуктор или трансформатор, примененные в приведенных вариантах осуществления, можно выполнить, объединив их в интегрированный блок со схемой управления.

Предусмотрено также, что резисторы и другие компоненты, обеспечивающие по отношению к схемам выполнение регулирующих функций, можно выполнить перестраиваемыми. В порядке альтернативы, можно выполнить монтаж с возможностью легкого удаления и замещения таких компонентов, как датчики тока, регуляторы напряжения обратной связи и другие элементы, параметры которых отражают специфику конкретного приложения. Кроме того, следует отметить, что хотя приведенные варианты осуществления относятся, главным образом, к токовым контурам 4-20 мА и HART-коммуникациям, эти же концепции можно аналогичным образом приложить к другим коммуникационным схемам, таким, например, как схемы в системе Fieldbus.

Конкретные примеры, использованные при описании настоящего изобретения, приведены только для иллюстрации и не имеют ограничительного характера. Для специалистов в данной области будет понятно, что в описанные варианты осуществления могут быть внесены изменения, добавления и/или сокращения, не выходящие за границы идеи и объема изобретения.

Формула изобретения

1. Способ отбора энергии в электрической цепи, содержащей источник энергии, который генерирует сигнал постоянного тока и обеспечивает его прохождение по указанной цепи, и устройство, потребляющее энергию, при этом способ включает:
 - подключение к указанной цепи устройства для отбора энергии, имеющего пару входных выводов и пару выходных выводов, через пару входных выводов, динамическую регулировку падения напряжения на паре указанных входных выводов,
 - сбор электрической энергии, которую можно отобрать при отрегулированном падении напряжения из электрического тока, протекающего через пару указанных входных выводов, и
 - подачу отобранной электрической энергии на пару указанных выходных выводов.
2. Способ по п.1, отличающийся тем, что динамическая регулировка падения

напряжения на паре входных выводов включает поддержание постоянного падения напряжения на паре входных выводов, когда электрический ток в цепи изменяется во времени.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что дополнительно включает подключение к паре выходных выводов нагрузки, питающейся отобранной энергией.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что подача отобранной электрической энергии на пару выходных выводов включает регулировку падения напряжения на паре выходных выводов устройства для отбора энергии с использованием настраиваемого шунтирующего регулятора.

5. Способ по п.1, отличающийся тем, что отбор электрической энергии включает сохранение электрической энергии в накопителе энергии.

6. Способ по п.5, отличающийся тем, что накопитель энергии представляет собой конденсатор большой емкости.

7. Способ по п.1, отличающийся тем, что подключение устройства для отбора энергии к электрической цепи включает последовательное соединение указанного устройства с указанным источником энергии.

8. Способ по п.7, отличающийся тем, что устройство, потребляющее энергию, имеет изменяющуюся во времени потребность в энергии, причем подключение устройства для отбора энергии к электрической цепи включает последовательное соединение устройства для отбора энергии с устройством, потребляющим энергию, а динамическая регулировка падения напряжения на паре входных выводов представляет собой регулировку падения напряжения в соответствии с мощностью, требуемой для устройства, потребляющего энергию.

9. Способ по п.1, отличающийся тем, что динамическая регулировка падения напряжения на паре входных выводов включает использование цепи, регулирующей входное напряжение, для генерации управляющего сигнала напряжения, и индуктора для аккумуляирования тока.

10. Способ по п.9, отличающийся тем, что использование индуктора включает настройку на основе управляющего сигнала напряжения периода времени, в течение которого индуктор аккумулирует ток в одном рабочем цикле.

11. Способ по п.1, отличающийся тем, что регулировка падения напряжения на входе устройства для отбора энергии включает регулировку падения напряжения согласно обратной зависимости между входным током, текущим через один из пары входных выводов устройства для отбора энергии, и падением напряжения на указанной паре входных выводов.

12. Способ по п.11, отличающийся тем, что регулировка падения напряжения на входе устройства для отбора энергии дополнительно включает поддержание указанного падения напряжения в интервале между минимальным допустимым значением и максимальным допустимым значением.

13. Способ по п.11, отличающийся тем, что регулировка падения напряжения на входе устройства для отбора энергии дополнительно включает регулировку указанного падения напряжения с использованием датчика тока и инвертирующего усилителя, причем инвертирующий усилитель генерирует сигнал обратной связи, управляющий периодом времени, в течение которого индуктор аккумулирует ток в одном рабочем цикле, а индуктор подает ток на пару выходных выводов устройства для отбора энергии.

14. Способ по п.1, отличающийся тем, что отбор доступной электрической энергии из электрической цепи включает ограничение количества энергии, которое можно

передать из устройства для отбора энергии в электрическую цепь в аварийных условиях.

15. Способ по п.14, отличающийся тем, что ограничение количества энергии, которое можно передать из устройства для отбора энергии в электрическую цепь в аварийных условиях, включает циклически чередующиеся аккумулятирование и сброс электрического тока, протекающего через изолирующий трансформатор, причем первую обмотку изолирующего трансформатора подключают к положительному входному выводу пары входных выводов устройства для отбора энергии, а вторая обмотка изолирующего трансформатора представляет собой выход устройства для отбора энергии.

16. Способ по п.15, отличающийся тем, что дополнительно включает ограничение количества энергии, которое можно передать на выход устройства для отбора энергии через изолирующий трансформатор.

17. Способ по п.15, отличающийся тем, что дополнительно включает обеспечение наличия, по меньшей мере, третьей обмотки изолирующего трансформатора, причем вторая и третья обмотки образуют отдельные выходы устройства для отбора энергии.

18. Способ по п.15, отличающийся тем, что ограничение количества энергии, которое можно передать из устройства для отбора энергии в электрическую цепь в аварийных условиях, включает обеспечение ограничения энергии согласно требованиям внутренней безопасности, накладываемого на нагрузку устройства для отбора энергии, причем указанную нагрузку подключают к выходу устройства для отбора энергии.

19. Способ по п.1, отличающийся тем, что регулировка падения напряжения на входе устройства для отбора энергии дополнительно включает обеспечение характеристики линейного фильтра в устройстве для отбора энергии, причем характеристика линейного фильтра обеспечивает модуляцию напряжения в электрической цепи.

20. Способ по п.19, отличающийся тем, что обеспечение характеристики линейного фильтра включает регулировку скорости изменения тока, протекающего через устройство для отбора энергии.

21. Отбирающий контур для отбора избыточной энергии из цепи-источника, содержащий: источник энергии, который обеспечивает прохождение сигнала постоянного тока по указанной цепи, и устройство, потребляющее энергию,

пару входных выводов для подключения отбирающего контура к цепи-источнику, цепь регулировки напряжения для генерации сигнала регулировки напряжения на основе падения напряжения на паре входных выводов,

аккумулятирующий элемент для временного накопления электрической энергии, отобранной из электрической цепи,

повышающий контроллер преобразования постоянного напряжения в постоянное (повышающий DC/DC контроллер), который контролирует аккумулятирующий элемент на основе сигнала регулировки напряжения от цепи регулировки напряжения, и

пару выходных выводов для выведения электрической энергии, накопленной аккумулятирующим элементом, причем отбирающий контур поддерживает отрегулированное напряжение на паре выходных выводов.

22. Отбирающий контур по п.21, отличающийся тем, что элемент, аккумулятирующий ток, представляет собой индуктор.

23. Отбирающий контур по п.21, отличающийся тем, что ток, текущий по цепи-источнику является постоянным током, изменяющимся во времени.

24. Отбирающий контур по п.21, отличающийся тем, что указанный DC/DC контроллер представляет собой повышающий DC/DC контроллер, содержащий: переключающий вывод, подключенный к одному из полюсов аккумулирующего элемента, и

5 заземленный вывод, который соединен с заземлением, причем отбирающий контур электрически подключает переключающий вывод к заземленному выводу в первом функциональном режиме работы, чтобы заставить аккумулирующий элемент накопить электрический ток, и отсоединяет переключающий вывод от заземленного
10 вывода во втором функциональном режиме работы, чтобы заставить аккумулирующий элемент направить накопленный электрический ток на один из пары выходных выводов.

25. Отбирающий контур по п.24, отличающийся тем, что указанный DC/DC контроллер дополнительно содержит вывод обратной связи, через который DC/DC
15 контроллер получает сигнал, генерируемый цепью регулировки напряжения, причем DC/DC контроллер на основе сигнала, полученного через вывод обратной связи, определяет время, в течение которого он работает в первом функциональном режиме, и время, в течение которого он работает во втором функциональном режиме.

26. Отбирающий контур по п.21, отличающийся тем, что дополнительно содержит конденсатор, который подключен к паре выходных выводов и который фильтрует
20 выходное напряжение на паре выходных выводов.

27. Отбирающий контур по п.21, отличающийся тем, что цепь регулировки напряжения содержит инвертирующий усилитель и датчик тока, функционально
25 связанный с инвертирующим усилителем.

28. Отбирающий контур по п.21, отличающийся тем, что цепь регулировки напряжения содержит ограничивающий усиление резистор для генерации сигнала
30 регулировки усиления, увеличивающегося при уменьшении тока.

29. Отбирающий контур по п.21, отличающийся тем, что аккумулирующий элемент представляет собой изолирующий трансформатор, который обеспечивает аварийное
35 ограничение энергии.

30. Отбирающий контур по п.29, отличающийся тем, что изолирующий трансформатор содержит:

35 первую обмотку, электрически соединенную с парой входных выводов, и вторую обмотку, электрически соединенную с парой выходных выводов и отделенную от первой обмотки элементом в виде сердечника, причем во время работы отбирающего контура первая обмотка индуцирует ток во второй обмотке.

31. Отбирающий контур по п.29, отличающийся тем, что изолирующий трансформатор содержит группу обмоток, чтобы обеспечить напряжение для
40 соответствующей группы выходов.

32. Цепь для передачи информации в ходе управления процессом, содержащая: первое устройство, которое генерирует сигнал постоянного тока и обеспечивает его
45 прохождение по указанной цепи,

второе устройство, которое воспринимает указанный сигнал, устройство для отбора энергии, подключенное последовательно к первому устройству и ко второму устройству и отбирающее избыточную электрическую
50 энергию при отрегулированном падении напряжения на устройстве для отбора энергии, при этом устройство для отбора энергии содержит:

пару входных выводов, подключенных к указанной цепи, и пару выходных выводов для подключения к потребляющей цепи.

33. Цепь по п.32, отличающаяся тем, что дополнительно содержит настраиваемый шунтирующий регулятор, выполненный с возможностью регулировать выходное напряжение на паре выходных выводов устройства для отбора энергии.

5 34. Цепь по п.32, отличающаяся тем, что первое устройство представляет собой контроллер, входящий в состав распределенной системы управления, второе устройство представляет собой полевое устройство, которое выполняет свою функцию в ходе управления процессом, а сигнал постоянного тока лежит в интервале 4-20 мА.

10 35. Цепь по п.32, отличающаяся тем, что потребляющая цепь содержит конденсатор большой емкости, подключенный к паре выходных выводов устройства для отбора энергии.

15

20

25

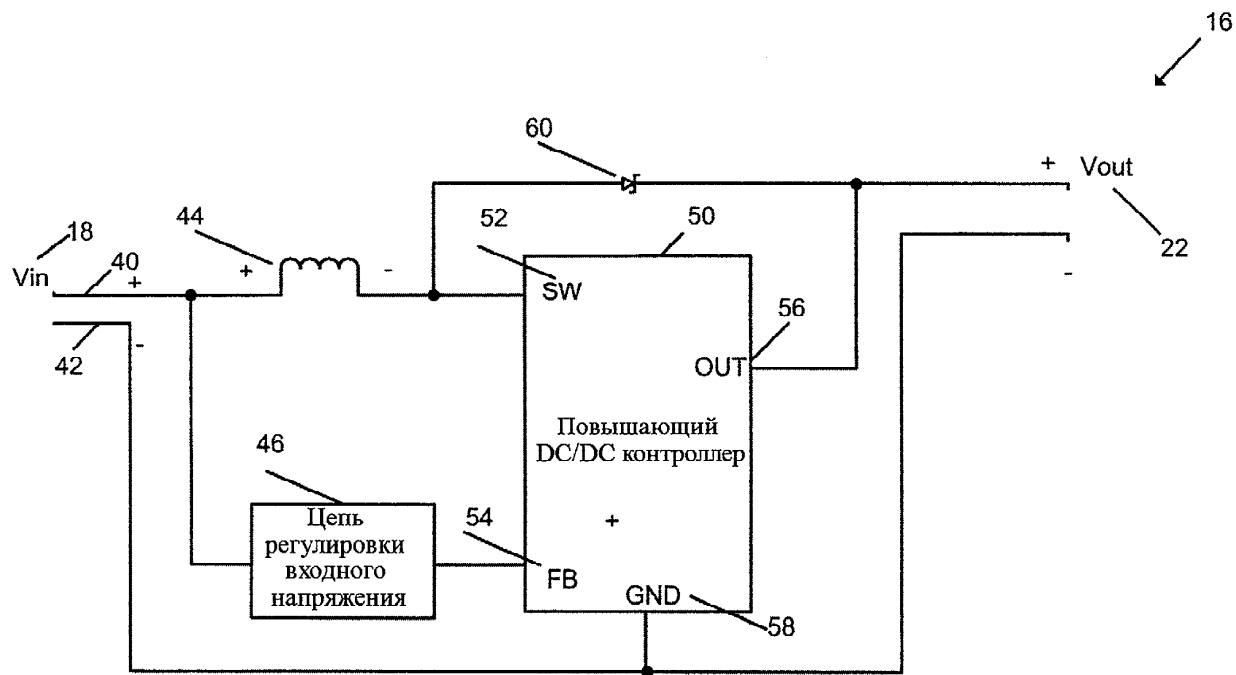
30

35

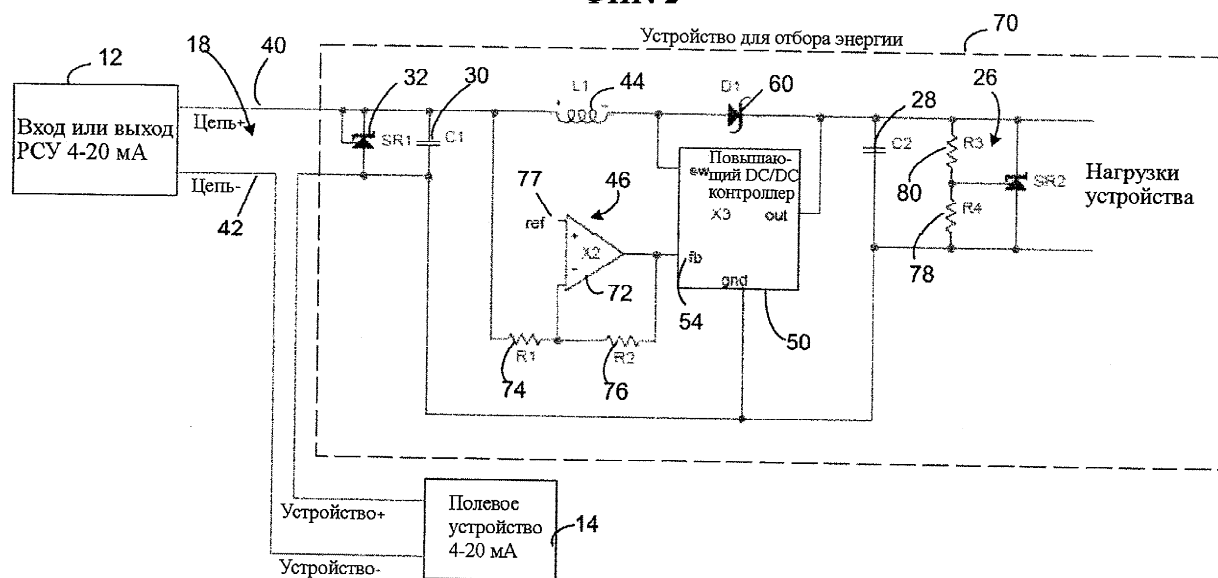
40

45

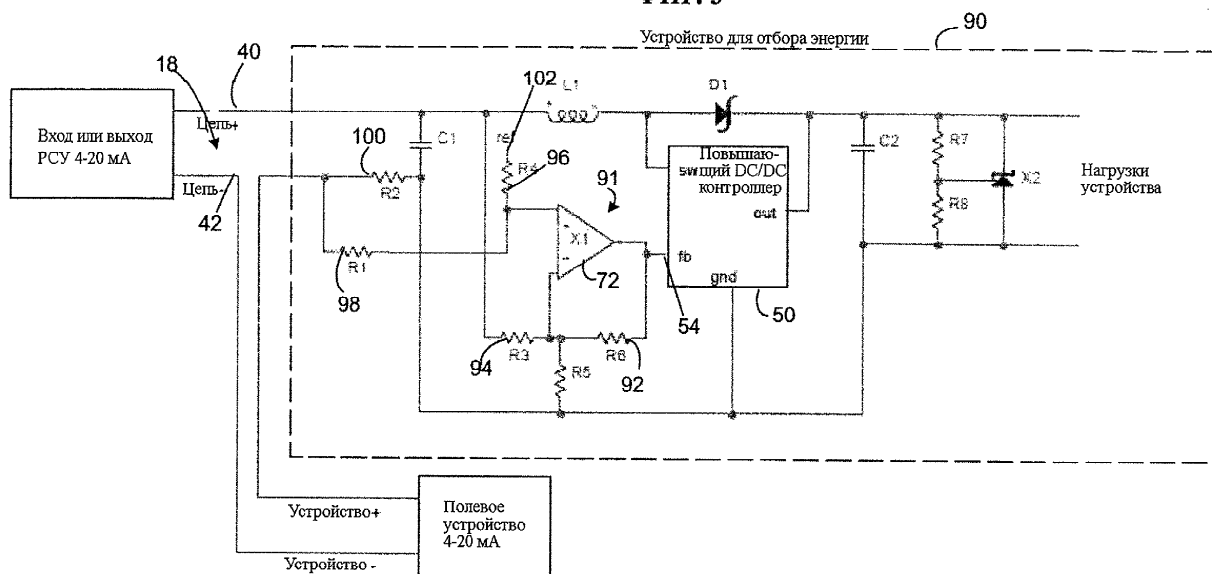
50



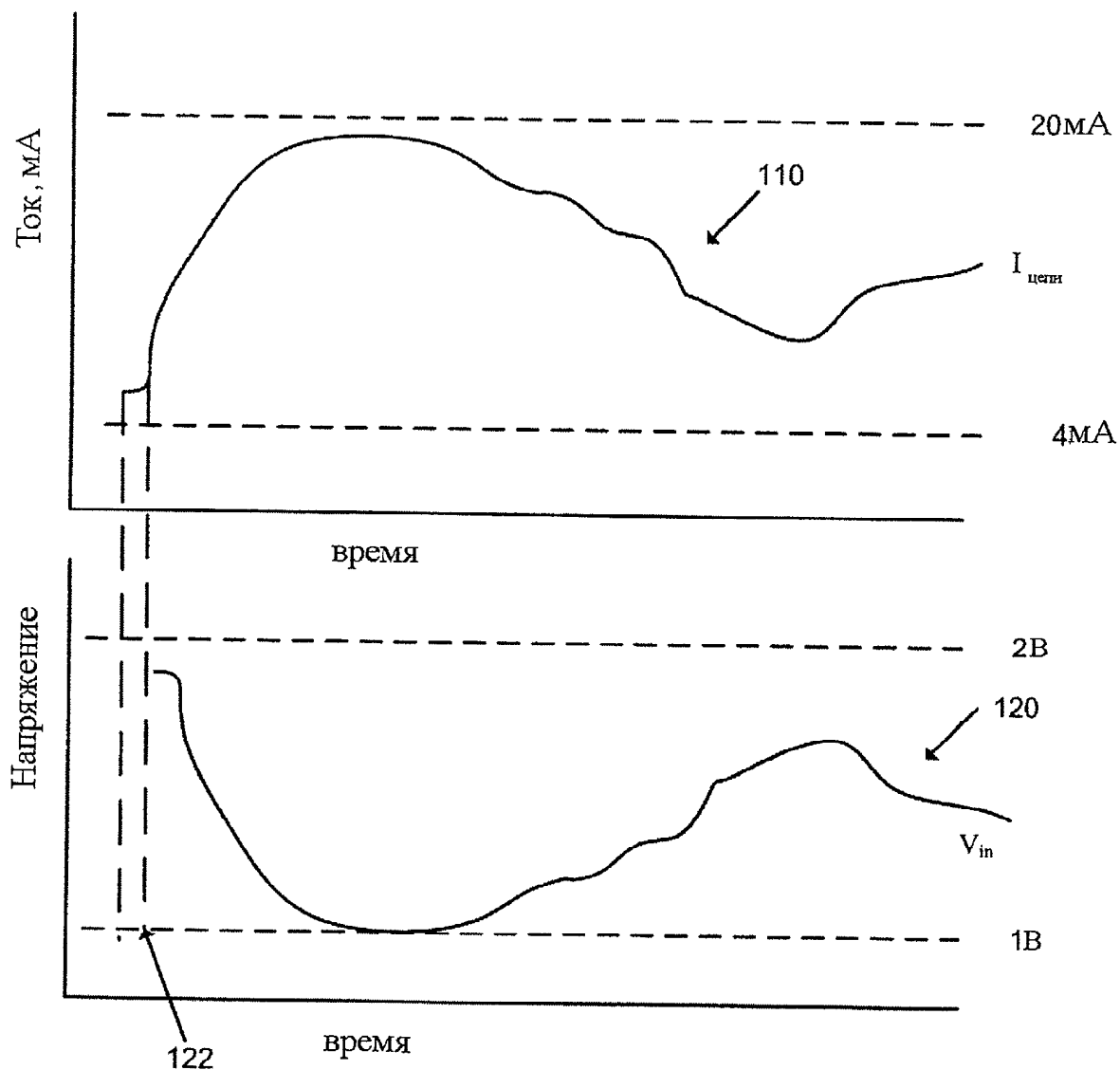
ФИГ. 2



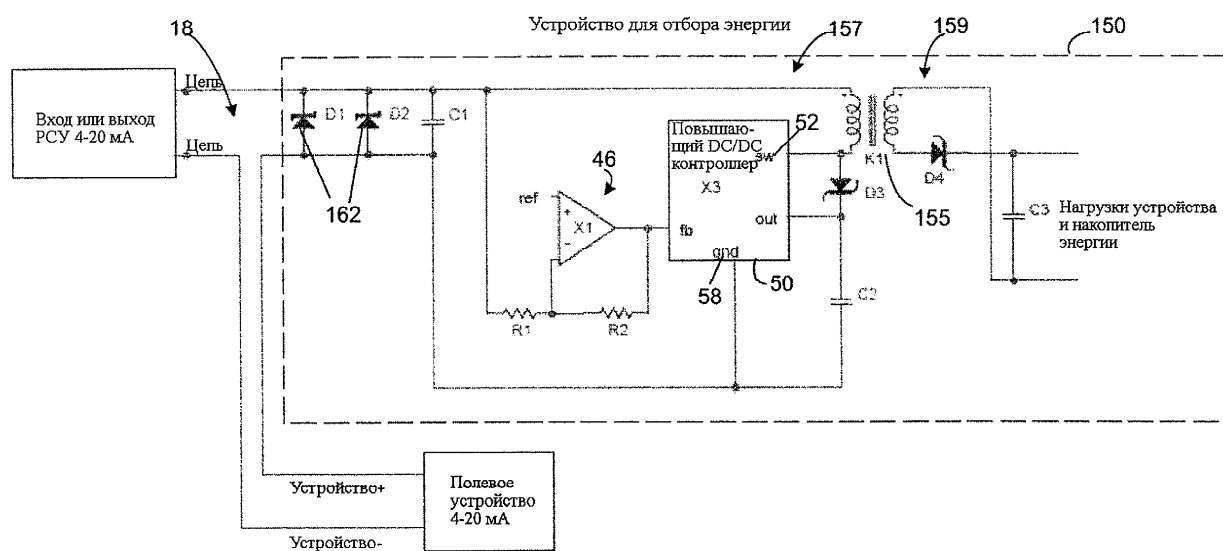
ФИГ. 3



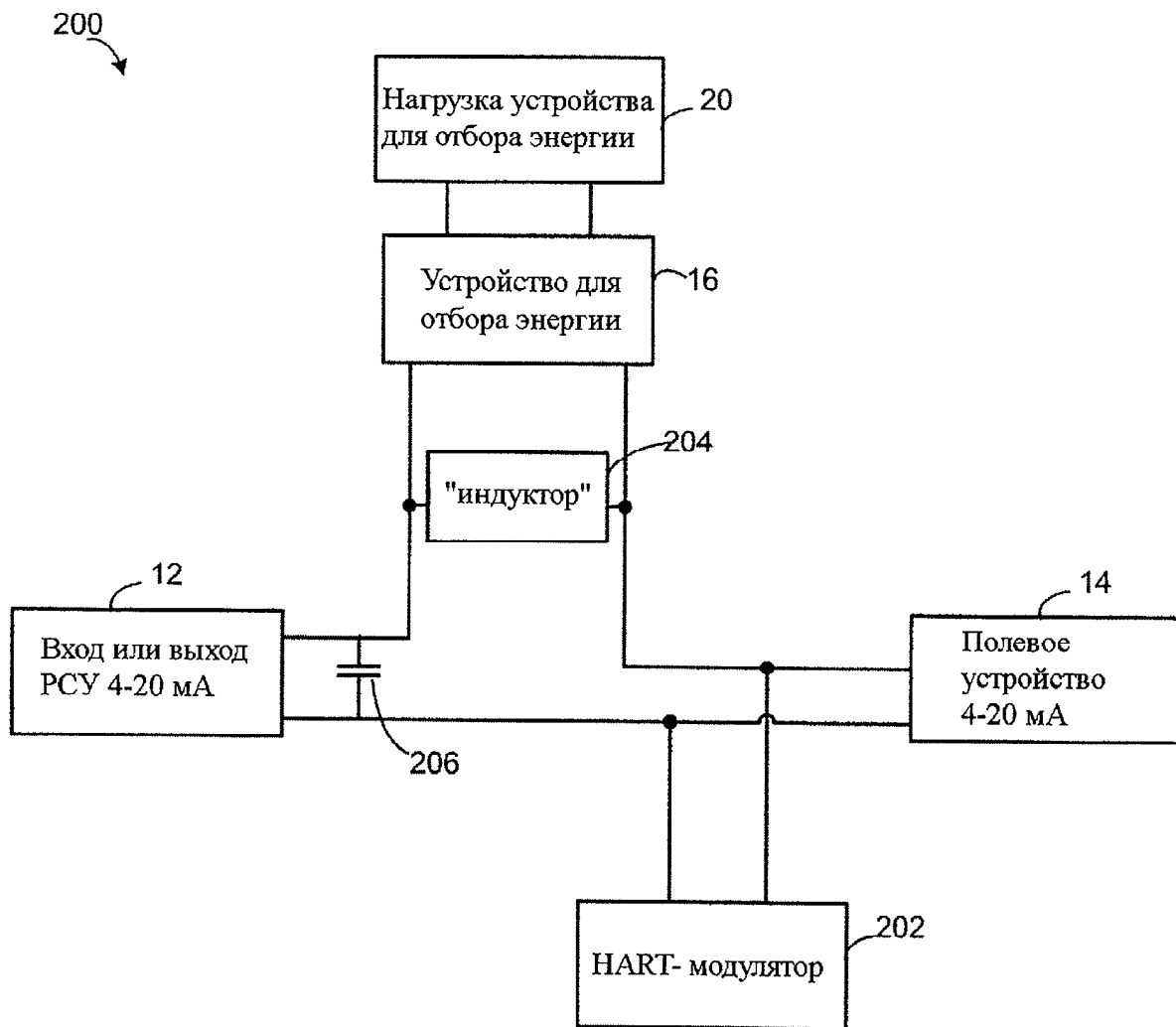
ФИГ. 4



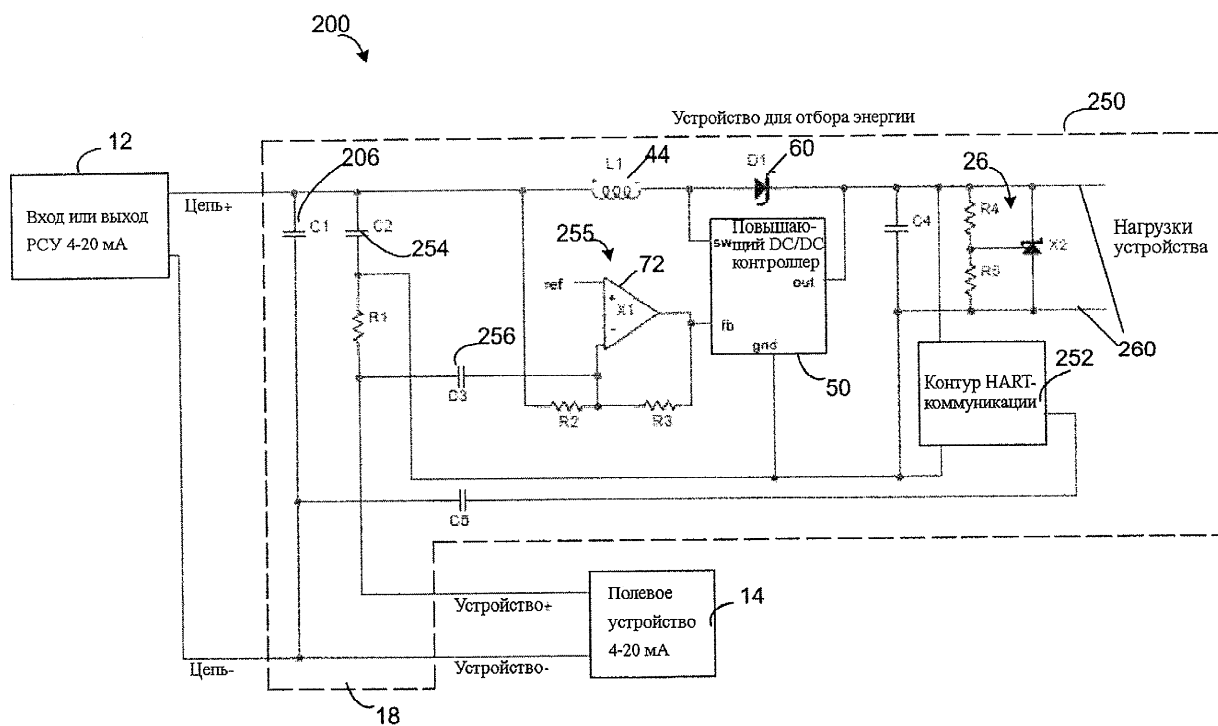
ФИГ. 5



ФИГ. 6



ФИГ. 7



ФИГ. 8