


 ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2010143374/07, 24.03.2009

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
24.03.2009

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
25.03.2008 US 61/064,756

(43) Дата публикации заявки: 27.04.2012 Бюл. № 12

(45) Опубликовано: 27.04.2013 Бюл. № 12

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2258292 C2, 10.08.2005. RU 2292627
C1, 27.01.2007. RU 2195754 C2, 27.12.2002. US
6795322 B2, 13.06.2002. US 4860185 A,
22.08.1989.(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 25.10.2010(86) Заявка РСТ:
US 2009/038102 (24.03.2009)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2009/120695 (01.10.2009)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры", пат.пов. А.В.Мицу, рег.№ 364

(72) Автор(ы):

ДЗАНГ Юнгтеак (US),
ЙОВАНОВИЧ Милан М. (US),
ЧЭН Брюс К.Х. (TW)

(73) Патентообладатель(и):

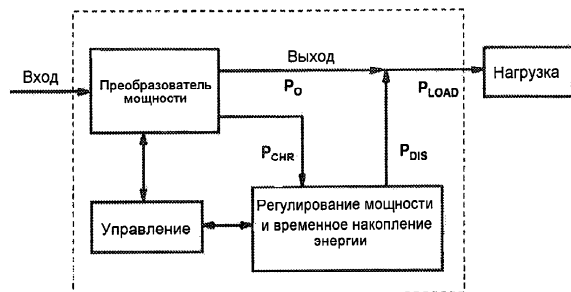
ДЕЛЬТА ЭЛЕКТРОНИКС, ИНК. (TW)

(54) СИСТЕМА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ МОЩНОСТИ, КОТОРАЯ ЭФФЕКТИВНО РАБОТАЕТ
ВО ВСЕМ ДИАПАЗОНЕ РЕЖИМОВ НАГРУЗКИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к преобразователям мощности с накоплением энергии. Технический результат - повышение коэффициента полезного действия при неполной нагрузке. Система преобразователя мощности подает мощность в одну или более нагрузок. Система преобразователя мощности содержит, по меньшей мере, один преобразователь мощности, работающий с требуемым коэффициентом полезного действия; и систему

накопления мощности, соединенную, по меньшей мере, с одним преобразователем мощности для приема мощности, подаваемой, по меньшей мере, из одного преобразователя мощности, и накопления мощности, когда, по меньшей мере, один преобразователь мощности работает при коэффициенте полезного действия, который ниже требуемого коэффициента полезного действия. 3 н. и 36 з.п. ф-лы, 48 ил.



ФИГ. 1

RU 2480884 C2

RU 2480884 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2010143374/07, 24.03.2009**

(24) Effective date for property rights:
24.03.2009

Priority:

(30) Convention priority:
25.03.2008 US 61/064,756

(43) Application published: **27.04.2012 Bull. 12**

(45) Date of publication: **27.04.2013 Bull. 12**

(85) Commencement of national phase: **25.10.2010**

(86) PCT application:
US 2009/038102 (24.03.2009)

(87) PCT publication:
WO 2009/120695 (01.10.2009)

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",
pat.pov. A.V.Mitsu, reg.№ 364**

(72) Inventor(s):

**DZANG Jungteak (US),
JOVANOVICh Milan M. (US),
ChEhN Brjus K.Kh. (TW)**

(73) Proprietor(s):

DEL'TA EhLEKTRONIKS, INK. (TW)

(54) SYSTEM OF POWER CONVERTER THAT EFFICIENTLY OPERATES IN ENTIRE RANGE OF LOAD MODES

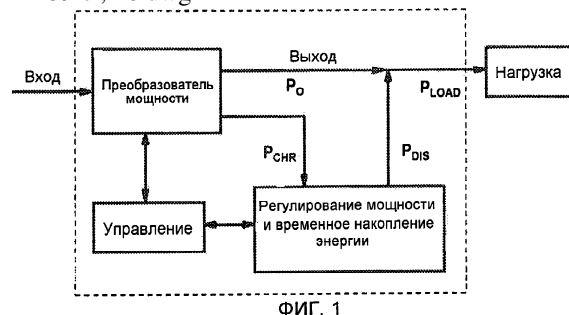
(57) Abstract:

FIELD: electricity.

SUBSTANCE: system of a power converter sends power to one or more loads. The power converter system comprises at least one power converter operating with the required efficiency ratio; and a system of power accumulation, connected with at least one power converter to receive power sent at least from one power converter, and to accumulate power, when at least one power converter operates under the efficiency ratio, which is lower than the required efficiency ratio.

EFFECT: improved efficiency ratio under a partial load.

39 cl, 48 dwg



Область техники

Изобретение относится к способам выполнения и работы преобразователей мощности так, что их коэффициент полезного действия оптимизирован во всем диапазоне нагрузок.

Предшествующий уровень техники

Начиная с эры миниатюризации, сопровождаемой революцией в микроэлектронике в конце пятидесятых и в начале шестидесятых, к оборудованию для преобразования мощности, используемому в электронном оборудовании и системах, предъявляются возрастающие требования по плотности мощности и коэффициенту полезного действия. До недавнего времени, рост коэффициента полезного действия схем преобразования мощности главным образом был обусловлен возрастающими требованиями по плотности мощности, поскольку рост плотности мощности возможен только в том случае, если соответствующее постепенное повышение коэффициента полезного действия при полной нагрузке достигается при том, что на тепловую характеристику не оказывается негативное влияние. Как результат, максимизация коэффициента полезного действия при полной нагрузке все время находится в центре внимания проектирования. Тем не менее, в начале девяностых, резкое развитие бытовой электронной аппаратуры и оборудования для обработки данных обусловило появление различных, главным образом добровольных, требований, направленных на минимизацию потребления мощности в режиме бездействия, т.е. при неполной нагрузке. Большинство известных требований по коэффициенту полезного действия при неполной нагрузке задано в технических требованиях по стандартам Energy Star (США) и ECoC (европейский кодекс поведения).

Сегодня, отрасль энергоснабжения находится в начале другой существенной переориентации, которая выводит повышение коэффициента полезного действия по всему диапазону нагрузок на первый план среди требований по производительности потребителей. Это ориентирование на коэффициент полезного действия обусловлено экономическими причинами и экологическими проблемами, вызываемыми посредством непрерывного активного роста Интернет-инфраструктуры и относительно низкого энергетического коэффициента полезного действия ее системы преобразователей мощности. Фактически, экологические проблемы побуждают Управление по охране окружающей среды (EPA) пересматривать технические требования по стандарту Energy Star для коэффициента полезного действия по электропитанию посредством задания минимального коэффициента полезного действия от полной нагрузки до 20% от полной нагрузки. Тем не менее, крупные производители компьютерного, телекоммуникационного и сетевого оборудования уже требуют коэффициент полезного действия при неполной нагрузке, которая превышает последние технические требования по стандарту Energy Star, и также расширяют эти требования до 10%- и даже 5%-ных нагрузок.

В общем, коэффициент полезного действия схем преобразования мощности при больших нагрузках определяется потерями на электропроводность полупроводниковых и магнитных компонентов, при том, что их коэффициент полезного действия при неполной нагрузке главным образом определяется потерями на переключение полупроводников, потерями в сердечнике магнитного материала и потерями на возбуждение полупроводниковых переключателей, как раскрыто в работе авторов В. Broach, Т.Н. Lee, "A constant-frequency method for improving light-load efficiency in synchronous buck converters", IEEE Power Electronics Letters, том 3, издание 1, март 2005 года, стр.24-29. Поскольку потери на переключение и возбуждение

полупроводниковых переключателей и потери в сердечнике магнитных компонентов являются практически независимыми от тока нагрузки, типичная кривая коэффициента полезного действия как функции от тока нагрузки демонстрирует резкое падение по мере того, как ток нагрузки понижается за рамки 20-30% от тока полной нагрузки. Фактически, в типичном преобразователе мощности коэффициент полезного действия при неполной нагрузке, например, коэффициент полезного действия при 10%, является значительно более низким, чем коэффициент полезного действия при полной нагрузке. Эта разность увеличивается по мере того, как номинальный выходной ток (мощность) преобразователя увеличивается, поскольку более высокий уровень мощности требует использования более крупных полупроводниковых устройств (или большего числа параллельных устройств) и более крупных магнитных сердечников, которые по существу демонстрируют повышенные потери на переключение и в сердечнике, соответственно.

В общем, минимизация потерь на электропроводность, т.е. оптимизация коэффициента полезного действия при полной нагрузке, требует максимизации площади кремниевого кристалла и минимизации сопротивления медных проводов. В частности, минимизация потерь на электропроводность в полупроводнике делает необходимым выбор MOSFET (полевой транзистор с МОП-структурой) с минимальными сопротивлениями во включенном состоянии и выпрямителей с минимальными падениями прямого напряжения, тогда как потери на электропроводность магнитных компонентов, таких как индукторы входного и выходного фильтра, трансформаторы, и потери на соединение минимизируются посредством уменьшения сопротивления медных проводов, т.е. посредством сокращения длины и увеличения поперечного сечения проводов PCB-трасс. Минимизация потерь в сердечнике магнитных компонентов, потерь на переключение полупроводников и потерь на возбуждение основана на выборе оптимальной частоты переключения и использовании магнитных материалов с малыми потерями, MOSFET-переключателей с внутренними более низкими потерями на переключение и выпрямителей с низким зарядом обратного восстановления и/или посредством использования различных технологий мягкого переключения, которые значительно уменьшают потери на переключение полупроводников, как раскрыто авторами X. wang, F. Tian, Y. Li, I. Batarseh в работе "High Efficiency high Power Density DC/DC Converter with Wide Input Range", in Proa IAS Annual Meeting, стр.2115-2120, октябрь 2006 года.

Тем не менее, очень часто описанных технологий оптимизации коэффициента полезного действия может быть недостаточно для того, чтобы источник питания демонстрировал кривую коэффициента полезного действия, которая удовлетворяет ожиданиям потребителей. Это, в частности, является истинным для (автономных) источников питания переменного/постоянного тока, предназначенных для вариантов применения с высоким уровнем мощности. В этом случае, установившейся практикой является применение технологий управления мощностью на основе уровня электропитания, чтобы дополнительно повышать коэффициент полезного действия при частичной нагрузке. В общем, эти технологии основаны на изменении рабочего режима на основе условий входного напряжения и/или тока нагрузки. Наиболее распространенными технологиями управления мощностью, используемыми на практике сегодня, являются управление регулируемой частотой переключения, технология уменьшения блокировочного напряжения, технология отключения фазы и технология работы в режиме пиковой нагрузки. Хотя все эти технологии управления

мощностью на основе активности нагрузки реализованы с использованием аналоговой технологии, современное быстрое задействование цифровой технологии в вариантах применения с преобразованием мощности делает их реализацию более простой.

В подходе на основе регулируемой частоты переключения, частота переключения преобразователя уменьшается по мере того, как ток нагрузки уменьшается, как раскрыто автором Jingdong Chen в работе "Determine Buck Converter Efficiency in PFM Mode", Power Electronics Technology, сентябрь 2007 года, стр.28-33. Поскольку потери на переключения являются пропорциональными частоте переключения, этот способ повышает коэффициент полезного действия при неполной нагрузке. В простейшей реализации, частота переключения не уменьшается непрерывно по мере того, как нагрузка становится легче, а она переключается на более низкую фиксированную частоту только тогда, когда ток нагрузки опускается до предварительно установленного порогового уровня.

В автономных преобразователях, которые требуют активного входного каскада для коррекции коэффициента мощности (PFC), уменьшение (блокировочного) напряжения накопления энергии широко используется для повышения коэффициента полезного действия при неполной нагрузке, как раскрыто автором P. Vinciarelli в патенте (США) номер 5289361. Этот способ основан на том факте, что потери на переключение в полупроводниковых компонентах, таких как MOSFET-переключатели и диодные выпрямители с резким восстановлением, уменьшаются, если напряжение, которое им требуется для того, чтобы отключаться, уменьшается. В типичном источнике питания переменного/постоянного тока от универсальной линии (90-264 VRMS) с PFC (частотно-импульсным управлением) по переднему краю, блокировочное напряжение задается немного выше точки максимума максимального напряжения сети, т.е. в районе 400 В, и значение блокировочного конденсатора определяется так, что блокировочный конденсатор может поддерживать полную мощность в течение указанного времени останова, которое обычно находится в диапазоне 12-20 мс. Поскольку при частичной нагрузке энергия блокировочного конденсатора, требуемая для того, чтобы поддерживать вывод в течение времени останова, может накапливаться при более низком напряжении, напряжение блокировочного конденсатора может уменьшаться по мере того, как нагрузка понижается, чтобы повышать коэффициент полезного действия при неполной нагрузке. Диапазон блокировочного напряжения ограничен посредством диапазона регулирования расположенного дальше выходного каскада постоянного тока.

В преобразователях мощности, которые реализованы с несколькими каскадами, технология отключения каскада зачастую используется для того, чтобы увеличивать коэффициент полезного действия при неполной нагрузке, как раскрыто авторами S. W. Nobrecht и R. G. Flatness в Патенте (США) 6674274. В этой технологии каскады, которые не требуются для обработки мощности, отключаются при неполной нагрузке так, что их потери исключаются. Например, в автономных источниках питания с PFC (частотно-импульсным управлением) по переднему краю, PFC-каскад может отключаться, когда входная мощность падает ниже 75 Вт, что является нижним пределом входной мощности, который требует PFC. Кроме того, в источниках питания настольных компьютерах, канал основного преобразователя мощности, то есть и PFC (частотно-импульсного управления) по переднему краю и расположенный дальше преобразователь постоянного тока с несколькими выходами отключаются в режиме ожидания, и мощность в режиме ожидания подается посредством

преобразователя в режиме ожидания с низким уровнем мощности. Посредством полного исключения потерь крупного PFC с высоким уровнем мощности и преобразователей постоянного тока потребление мощности в режиме ожидания может существенно уменьшаться, обычно ниже 3 Вт. В завершение, технология отключения каскада широко используется для того, чтобы повышать коэффициент полезного действия при неполной нагрузке преобразователей мощности, которые используют параллельно соединенные или перемеженные каскады, такие как, например, модули стабилизации напряжения (VRM). При применении к перемеженным каскадам обработки мощности, эта технология обычно упоминается как технология отключения фазы.

В завершение, авторы J. Choi, D. Huh, Y. Kim в работе "The improved burst mode in the stand-by operation of power supply", *IEEE Applied Power Electronics (APEC) Conf. Proc.*, стр.426-432, 2004 год, раскрывают преобразователь, который в режиме пиковой нагрузки отключает большую часть времени, и нагрузка подается посредством энергии, накопленной в конденсаторе выходного фильтра. Чтобы восполнять эту энергию, преобразователь периодически включается в течение короткого периода времени. Поскольку преобразователь остается отключенным в течение большей части времени, его потери существенно уменьшаются, что увеличивает коэффициент полезного действия. Режим работы при пиковой нагрузке поддерживается посредством большинства предлагаемых на рынке IC-контроллеров.

Хотя продемонстрированы описанные технологии для повышения коэффициента полезного действия при частичной нагрузке, они подвержены некоторым значительным недостаткам, которые ограничивают их область применения. Например, большой проблемой уменьшения частоты переключения при неполных нагрузках является повышенная пульсация тока, вызываемая посредством повышенного вольт-секундного произведения в сердечнике индуктора выходного фильтра. Это увеличение слабопульсирующего тока имеет отрицательное воздействие на коэффициент полезного действия, поскольку оно увеличивает потери на электропроводность. Основным вопросом в технологиях уменьшения блокировочного напряжения и отключения каскада - это динамическая характеристика. В частности, их способность восстанавливать характеристики полной мощности без возмущения на выходе или другого ухудшения производительности, когда нагрузка внезапно изменяется от неполной нагрузки до полной нагрузки. В завершение, работа в режиме пиковой нагрузки ограничена очень низкими уровнями мощности, главным образом вследствие акустического шума.

Краткое изложение существа изобретения

В этом изобретении описываются реализации преобразователей мощности, которые имеют максимизированный коэффициент полезного действия при неполной нагрузке без ограничений технологий предшествующего уровня техники.

Согласно одному аспекту настоящего изобретения, система преобразователя мощности подает мощность в одну или более нагрузок. Система преобразователя мощности содержит, по меньшей мере, один преобразователь мощности, работающий с требуемым коэффициентом полезного действия; и систему накопления мощности, соединенную, по меньшей мере, с одним преобразователем мощности для приема мощности, подаваемой, по меньшей мере, из одного преобразователя мощности, и накопления мощности, когда, по меньшей мере, один преобразователь мощности работает при коэффициенте полезного действия, который ниже требуемого коэффициента полезного действия.

Согласно другому аспекту настоящего изобретения, система преобразователя мощности подает мощность, по меньшей мере, в одну нагрузку. Система преобразователя мощности содержит, по меньшей мере, один преобразователь мощности, который подает бесперебойную мощность, по меньшей мере, в одну
5 нагрузку в любое время, когда преобразователь мощности работает с требуемым коэффициентом полезного действия; и систему накопления мощности, соединенную, по меньшей мере, с одним преобразователем мощности для приема мощности, подаваемой, по меньшей мере, из одного преобразователя мощности, и накопления
10 мощности, когда, по меньшей мере, один преобразователь мощности работает при коэффициенте полезного действия, который ниже требуемого коэффициента полезного действия.

Согласно еще одному другому аспекту настоящего изобретения, система преобразователя мощности подает мощность в режимах нагрузки в диапазоне от
15 режима более высокой нагрузки до режима более низкой нагрузки. Система преобразователя мощности содержит, по меньшей мере, один преобразователь мощности, подающий бесперебойную мощность в режиме более высокой нагрузки с требуемым коэффициентом полезного действия; и систему накопления мощности, соединенную, по меньшей мере, с одним преобразователем мощности для приема
20 мощности, подаваемой, по меньшей мере, из одного преобразователя мощности, и накопления мощности в режиме более низкой нагрузки.

Согласно некоторым из более подробных признаков настоящего изобретения, система преобразователя мощности подает мощность в одну или более нагрузок.
25 Система преобразователя мощности содержит один или более преобразователей мощности. Каждый преобразователь мощности работает с требуемым коэффициентом полезного действия в режиме нагрузки. В любое время, когда коэффициент полезного действия преобразователя мощности падает ниже требуемого коэффициента
30 полезного действия или порогового значения коэффициента полезного действия, преобразователь мощности последовательно включается в течение первого временного интервала и отключается в течение второго временного интервала. В течение первого временного интервала, преобразователь мощности работает с
требуемым коэффициентом полезного действия, чтобы подавать мощность в систему
35 накопления мощности. В течение второго временного интервала, когда преобразователь мощности отключается, система накопления мощности работает как резервное устройство для преобразователя мощности, чтобы подавать мощность в нагрузку.

Согласно некоторым из более подробных признаков настоящего изобретения, система преобразователя мощности питает одну или более нагрузок. Система преобразователя мощности включает в себя, по меньшей мере, один преобразователь
40 мощности, который подает бесперебойную мощность в нагрузку в любое время, когда преобразователь мощности работает с требуемым коэффициентом полезного действия. Подача мощности, по меньшей мере, из одного преобразователя мощности в нагрузку частично прерывается в любое время, когда преобразователь мощности
45 работает с более низким коэффициентом полезного действия, чем требуемый коэффициент полезного действия, таким образом, что, по меньшей мере, один преобразователь мощности включается в течение первого временного интервала и отключается в течение второго временного интервала. Система накопления мощности
50 работает как резервное устройство, по меньшей мере, для одного преобразователя мощности. В течение первого временного интервала, по меньшей мере, один

преобразователь мощности работает с требуемым коэффициентом полезного действия, чтобы подавать мощность в систему накопления мощности. В течение второго временного интервала, когда, по меньшей мере, один преобразователь мощности отключается, система накопления мощности подает мощность в одну или
5 более нагрузок.

Согласно некоторым из более подробных признаков настоящего изобретения, система преобразователя мощности подает мощность в режимах нагрузки, которые варьируются от режима более высокой нагрузки до режима более низкой нагрузки.

10 Один или более преобразователей мощности подают бесперебойную мощность в режиме более высокой нагрузки с требуемым коэффициентом полезного действия и подают частично прерываемую мощность в режиме более низкой нагрузки. Мощность преобразователя мощности частично прерывается посредством включения его в течение первого временного интервала и выключения в течение второго
15 временного интервала. Система накопления мощности работает как резервное устройство для преобразователя мощности. Преобразователь мощности работает в течение первого временного интервала с требуемым коэффициентом полезного действия для подачи мощности в систему накопления мощности и для подачи
20 мощности в режиме более низкой нагрузки. Система накопления мощности подает мощность в режиме более низкой нагрузки в течение второго временного интервала, когда преобразователь мощности отключается.

Согласно некоторым из более подробных признаков настоящего изобретения, преобразователь мощности имеет первый выход для подачи мощности в систему
25 накопления мощности в течение первого временного интервала и второй выход для подачи мощности, по меньшей мере, в одну нагрузку в течение второго временного интервала. Альтернативно, преобразователь мощности имеет один выход для подачи мощности в систему накопления мощности в течение первого временного интервала и
30 подачи мощности, по меньшей мере, в одну нагрузку в течение второго временного интервала. В другом примерном варианте осуществления, система накопления мощности имеет один порт для приема подачи мощности из преобразователя мощности в течение первого временного интервала и подачи мощности в нагрузку в течение второго временного интервала. В другом примерном варианте
35 осуществления, система накопления мощности имеет первый порт для приема подачи мощности, по меньшей мере, из одного преобразователя мощности в течение первого временного интервала и второй порт для подачи мощности, по меньшей мере, в одну нагрузку в течение второго временного интервала. Преобразователь мощности,
40 система накопления мощности и нагрузка соединяются последовательно.

Согласно другим более подробным признакам настоящего изобретения, преобразователь мощности содержит силовой каскад и выходной фильтр. В одном варианте осуществления, система накопления мощности подает мощность в нагрузку через выходной фильтр. В другом варианте осуществления, преобразователь
45 мощности подает мощность в систему накопления мощности через выходной фильтр. В различных примерных вариантах осуществления изобретения, преобразователь мощности содержит, по меньшей мере, один из развязанного, неразвязанного, однокаскадного и многокаскадного преобразователя мощности
50 переменного/постоянного тока, постоянного тока, постоянного/переменного тока и переменного тока.

Согласно другим более подробным признакам настоящего изобретения, система преобразователя мощности дополнительно содержит контроллер, соединенный, по

меньшей мере, с одним преобразователем мощности и системой накопления мощности для управления работой, по меньшей мере, одного преобразователя мощности и системы накопления мощности.

Краткое описание чертежей

В дальнейшем изобретение поясняется описанием предпочтительных вариантов воплощения со ссылками на сопроводительные чертежи, на которых:

Фиг.1 изображает блок-схему предпочтительного варианта осуществления настоящего изобретения.

Фиг.2 изображает временную схему потока мощности предпочтительного варианта осуществления на фиг.1 в режимах более высокой нагрузки, где P_O - выходная мощность, P_{CHG} - мощность зарядки и P_{DIS} - мощность разрядки.

Фиг.3 изображает временную схему потока мощности предпочтительного варианта осуществления на фиг.1 в режимах более низкой нагрузки, где P_O - выходная мощность, P_{CHG} - мощность зарядки и P_{DIS} - мощность разрядки.

Фиг.4 изображает типичный контур коэффициента полезного действия преобразователя мощности относительно передаваемой мощности.

Фиг.5 изображает вариант осуществления настоящего изобретения с энергией зарядки независимой системы накопления мощности, непосредственно подаваемой из выхода преобразователя мощности.

Фиг.6 изображает вариант осуществления настоящего изобретения с общими трактами мощности зарядки и разрядки, соединенными с выходом преобразователя мощности.

Фиг.7(a)-7(d) изображают варианты осуществления настоящего изобретения с независимой системой накопления мощности, подключенной на входе выходного фильтра преобразователя мощности.

Фиг.8 изображает вариант осуществления настоящего изобретения с независимой системой накопления мощности, соединенной последовательно с преобразователем мощности.

Фиг.9 изображает вариант осуществления настоящего изобретения с независимой системой накопления мощности, подключенной на входе выходного фильтра преобразователя мощности в нескольких преобразователях мощности, подключенных параллельно на выходе.

Фиг.10 изображает вариант осуществления настоящего изобретения с независимой системой накопления мощности, подключенной на входе выходного фильтра преобразователя мощности в нескольких преобразователях с независимыми выходами.

Фиг.11(a)-(h) изображают различные реализации схемы регулирования мощности и временного накопления энергии для вариантов осуществления с независимой системой накопления мощности, подключенной на входе или выходе выходного фильтра преобразователя мощности постоянного тока.

Фиг.12(a)-(i) изображают реализации прямого преобразователя постоянного тока с двумя переключателями для вариантов осуществления с независимой системой накопления мощности, подключенной на входе выходного фильтра.

Фиг.13(a)-(h) изображают реализации преобразователя постоянного тока с полным мостом для вариантов осуществления с независимой системой накопления мощности, подключенной на входе выходного фильтра.

Фиг.14 изображает реализации преобразователя постоянного тока с полумостом для вариантов осуществления с независимой системой накопления мощности.

Фиг.15(a)-(c) изображают реализации LLC-резонансного преобразователя

постоянного тока для вариантов осуществления с независимой системой накопления мощности, подключенной на входе выходного фильтра.

Фиг.16 изображает реализации LLC-резонансного преобразователя постоянного тока с полумостом.

Фиг.17(a)-(b) изображают реализации прямого преобразователя постоянного тока для вариантов осуществления с независимой системой накопления мощности, подключенной на входе выходного фильтра.

Фиг.18 изображает реализации обратного преобразователя постоянного тока с отдельными трактами зарядки и разрядки.

Фиг.19(a) и (b) изображают реализации трехкаскадного преобразователя переменного/постоянного тока для варианта осуществления настоящего изобретения с независимой системой накопления мощности, соединенной последовательно с преобразователем мощности.

Описание предпочтительных вариантов воплощения изобретения

Система преобразователя мощности подает мощность в одну или более нагрузок. Система преобразователя мощности содержит один или более преобразователей мощности. Каждый преобразователь мощности работает с требуемым коэффициентом полезного действия в режиме нагрузки. Система преобразователя мощности дополнительно содержит систему накопления мощности, соединенную с одним или более преобразователей мощности, для приема мощности, подаваемой из одного или более преобразователей мощности, и накопления мощности. Когда коэффициент полезного действия преобразователя мощности ниже требуемого коэффициента полезного действия, преобразователь мощности работает с требуемым коэффициентом полезного действия, чтобы подавать мощность в систему накопления мощности. А именно, система преобразователя мощности подает мощность в режимах нагрузки в диапазоне от режима более высокой нагрузки до режима более низкой нагрузки. Система преобразователя мощности содержит один или более преобразователей мощности, подающих бесперебойную мощность в режиме более высокой нагрузки с требуемым коэффициентом полезного действия. Система преобразователя мощности дополнительно содержит систему накопления мощности, соединенную с одним или более преобразователей мощности, для приема мощности, подаваемой из одного или более преобразователей мощности, и накопления мощности в режиме более низкой нагрузки.

Согласно одному аспекту настоящего изобретения, система преобразователя мощности подает мощность в одну или более нагрузок. Система преобразователя мощности содержит один или более преобразователей мощности. Каждый преобразователь мощности работает с требуемым коэффициентом полезного действия в режиме нагрузки. В любое время, когда коэффициент полезного действия преобразователя мощности падает ниже требуемого коэффициента полезного действия или порогового значения коэффициента полезного действия, преобразователь мощности последовательно включается в течение первого временного интервала и отключается в течение второго временного интервала. В течение первого временного интервала, преобразователь мощности работает с требуемым коэффициентом полезного действия, чтобы подавать мощность в систему накопления мощности. Предпочтительно, преобразователь мощности работает с требуемым коэффициентом полезного действия, чтобы подавать мощность в независимую систему накопления мощности. В течение второго временного интервала, когда преобразователь мощности отключается, независимая система

накопления мощности работает как резервное устройство для преобразователя мощности, чтобы подавать мощность в нагрузку. Система преобразователя мощности дополнительно содержит контроллер, соединенный, по меньшей мере, с одним преобразователем мощности и системой накопления мощности для управления
5 работой, по меньшей мере, одного преобразователя мощности и системы накопления мощности.

Энергосистема настоящего изобретения поддерживает высокий коэффициент полезного действия для одного или более преобразователей мощности по всему
10 диапазону нагрузок, включающему в себя режимы более высокой нагрузки (например, полные нагрузки) и режимы более низкой нагрузки (например, неполные нагрузки). В частности, система изобретения существенно увеличивает коэффициент полезного действия по преобразованию при неполных нагрузках посредством минимизации потерь на переключение и возбуждение полупроводниковых переключателей и потерь
15 в сердечнике магнитных компонентов. Эти потери при неполных нагрузках минимизируются посредством последовательного включения преобразователя мощности в течение первого временного интервала и отключения преобразователя мощности в течение второго временного интервала. Таким образом, преобразователь мощности частично прерывает подачу мощности из входа на выход в течение периода
20 времени. В то время, когда подача мощности преобразователем мощности прерывается, мощность в нагрузку подается из независимой системы накопления мощности, такой как маломощный вспомогательный преобразователь. В одном примерном варианте осуществления, независимая система накопления мощности работает как резервное устройство для преобразователя мощности для подачи
25 мощности в нагрузку, когда преобразователь мощности отключается. Независимая система накопления мощности питается от источника энергии, который заряжается в течение периодов, когда преобразователь мощности работает при требуемом оптимальном коэффициенте полезного действия, при передаче мощности из входа на
30 выход. Поскольку независимая система накопления мощности питается не от входа основного преобразователя мощности, а от преобразователя мощности, который генерирует вспомогательный источник энергии, независимая система накопления мощности может быть простым неразвязанным преобразователем даже в вариантах
35 применения, которые требуют развязки. Фактически, посредством создания вспомогательного источника энергии на вторичной стороне трансформатора в развязанном преобразователе, коэффициент полезного действия независимой системы накопления мощности оптимизируется.

В отличие от традиционных энергосистем, система настоящего изобретения не
40 демонстрирует проблем переходного режима, когда нагрузка резко изменяется от неполной до полной нагрузки, и нормальный режим работы с непрерывной доставкой мощности при описанном оптимальном коэффициенте полезного действия от входа на выход возобновляется, поскольку независимая система накопления мощности
45 выполнена так, что она совместно использует выходной фильтр нижних частот с основным преобразователем мощности. Как результат, энергия в компонентах накопления энергии выходного фильтра, т.е. индукторах и/или конденсаторах всегда является идентичной непосредственно перед и после перехода нагрузки, делая
50 неустановившийся режим работы идентичным режиму основного преобразователя.

В общем, отношение длительности, в течение которой преобразователь мощности обрабатывает входную мощность, и длительности, в течение которой он развязан от
входа, зависит от мощности в нагрузке и уровня мощности, которую обрабатывает

основной преобразователь, когда он соединяется с входом, поскольку мощность в нагрузке приблизительно равна средней мощности, обрабатываемой посредством основного преобразователя мощности. Частота первого временного интервала, когда основной преобразователь мощности включается, и второго временного интервала, когда основной преобразователь мощности отключается, может случайно выбираться при условии, что она ниже переходной частоты преобразователя мощности. Чтобы максимизировать коэффициент полезного действия при неполной нагрузке, обработка мощности, когда основной преобразователь мощности подает мощность в нагрузки, должна выполняться на уровне, который демонстрирует требуемый оптимальный коэффициент полезного действия.

Альтернативно, в любое время, когда, по меньшей мере, один преобразователь мощности работает при коэффициенте полезного действия, который ниже требуемого коэффициента полезного действия, преобразователь мощности работает с требуемым коэффициентом полезного действия, чтобы подавать мощность в систему накопления мощности, и система накопления мощности подает мощность, по меньшей мере, в одну нагрузку одновременно. Альтернативно, в любое время, когда, по меньшей мере, один преобразователь мощности работает при коэффициенте полезного действия, который ниже требуемого коэффициента полезного действия, преобразователь мощности работает с требуемым коэффициентом полезного действия, чтобы подавать мощность в систему накопления мощности и, по меньшей мере, одну нагрузку, и система накопления мощности подает мощность, по меньшей мере, в одну нагрузку одновременно.

Настоящее изобретение применимо к любой схеме преобразования мощности. В частности, оно применимо к развязанным и неразвязанным, однокаскадным и многокаскадным источникам питания переменного/постоянного тока, постоянного тока, постоянного/переменного тока и переменного тока. Настоящее изобретение применимо к любой системе преобразователя мощности. В частности, оно применимо к системе преобразования мощности для светодиода, системе преобразования мощности для элемента солнечной батареи, системе преобразования мощности для топливного элемента, системе преобразования мощности энергии ветра, системе преобразования мощности энергии вибраций, системе преобразования мощности для кинетической энергии, системе преобразования мощности для тепловой энергии, электростанции, системе управления и преобразования мощности для архитектуры, системе управления и преобразования мощности для центра обработки и хранения данных, источнику бесперебойного питания, системе преобразования мощности для транспортного средства, системе преобразования мощности для компьютера или ноутбука, системе преобразования мощности для устройства или прибора связи, системе преобразования мощности для бытовой электронной аппаратуры, системе преобразования мощности для бытового электроприбора и т.д.

Настоящее изобретение лучше понимается при рассмотрении подробного описания ниже и прилагаемых чертежей.

Блок-схема предпочтительного варианта осуществления настоящего изобретения, которое максимизирует режим более низкой нагрузки или коэффициент полезного действия при неполной нагрузке преобразователя мощности, изображена на фиг.1. Энергосистема, изображенная на фиг.1, подает мощность в нагрузку. В одном примерном варианте осуществления, энергосистема содержит преобразователь мощности, независимую систему накопления мощности и схему управления. В общем, преобразователь мощности на фиг.1 может быть любым однокаскадным или

многокаскадным, развязанным или неразвязанным преобразователем переменного/постоянного тока, постоянного тока, постоянного/переменного тока или переменного тока. Независимая система накопления мощности может содержать любое устройство, носитель или компонент накопления энергии, допускающее
 5 накопление энергии, как, например, один или более конденсаторов, суперконденсаторов, аккумуляторов, маховиков, топливный элемент и т.д.

Независимая система накопления мощности на фиг.1 работает только для того, чтобы подавать мощность в режимах более низкой нагрузки или неполной нагрузки, предпочтительно, ниже определенного уровня мощности в нагрузке. Выше этого
 10 уровня мощности до полной нагрузки независимая система накопления мощности отключается так, что вся мощность в нагрузке непрерывно подается из выхода преобразователя мощности бесперебойным способом, как проиллюстрировано посредством блок-схемы последовательности операций подачи мощности на фиг.2.
 15 Как можно видеть из фиг.2, при больших нагрузках, как мощность P_{CHR} зарядки, так и мощность P_{DIS} разрядки непрерывно равны нулю, тогда как выходная мощность P_O преобразователя мощности равна мощности P_{LOAD} в нагрузке.

При неполных нагрузках, тем не менее, преобразователь мощности последовательно или периодически включается в течение первого временного
 20 интервала и отключается в течение второго временного интервала, чтобы уменьшать потери на переключение и, таким образом, повышать коэффициент полезного действия при неполной нагрузке. В течение второго временного интервала, когда преобразователь мощности отключается, мощность в нагрузке подается из
 25 независимой системы накопления мощности в схему регулирования мощности и временного накопления энергии. Как можно видеть из временной схемы потока мощности на фиг.3, в течение первого временного интервала, когда преобразователь мощности включается, преобразователь мощности работает с требуемым
 30 коэффициентом полезного действия, чтобы одновременно подавать мощность P_{LOAD} нагрузке и мощность P_{CHR} зарядки независимой системы накопления мощности. В течение второго временного интервала, когда преобразователь мощности отключается, мощность в нагрузке полностью поддерживается посредством разрядки независимых систем накопления мощности. Поскольку в этом рабочем режиме
 35 мощность в нагрузке подается либо посредством выходной мощности преобразователя мощности, либо посредством накопленной энергии, мгновенная мощность, доставляемая посредством преобразователя мощности в течение первого временного интервала, называемого временем T_{ON} включения, $P_O = P_{LOAD}$, и
 40 мгновенная мощность, доставляемая из независимой системы накопления мощности в течение второго временного интервала, называемого временем T_{OFF} отключения, это $P_{DIS} = P_{LOAD}$. При задании рабочего цикла D как $D = T_{ON} / (T_{ON} + T_{OFF})$, средняя мощность, доставляемая выводом преобразователя, составляет $P_{O(AV)} = DP_{LOAD}$, тогда как средняя мощность, разряжаемая из независимой системы накопления мощности,
 45 составляет $P_{DIS(AV)} = (1-D)P_{LOAD}$. Поскольку средняя мощность $P_{CHR(AV)}$ зарядки должна быть равна средней мощности $P_{DIS(AV)}$ разрядки, средняя мощность зарядки - это $P_{CHR(AV)} = (1-D)P_{LOAD}$. Как результат, мгновенная мощность P_{CHR} зарядки в течение времени T_{ON} включения - это $P_{CHR} = (1-D)P_{LOAD} / D$, как проиллюстрировано на фиг.3. Следовательно, полная мгновенная мощность P , доставляемая посредством преобразователя мощности в течение времени включения, - это:

$$P = P_O + P_{CHR} = P_{LOAD} + \frac{1-D}{D} P_{LOAD} = \frac{P_{LOAD}}{D}, \quad (1)$$

т.е.

$$P_{LOAD} = D \times P \quad (2)$$

Таким образом, преобразователь мощности настоящего изобретения работает в непрерывных режимах, когда он подает мощность в нагрузку с требуемым коэффициентом полезного действия с бесперебойной подачей мощности. Когда коэффициент полезного действия падает ниже порогового значения коэффициента полезного действия, преобразователь мощности работает в импульсном режиме, когда он последовательно включается и отключается, как описано выше. Следует отметить, что граничная мощность в нагрузке между непрерывным и импульсным рабочими режимами преобразователя мощности, P_{BOUND} , может задаваться при подходящем уровне порогового значения коэффициента полезного действия, который может быть любым случайным уровнем. Тем не менее, чтобы оптимизировать производительность, управление преобразователем мощности может быть выполнено так, что мгновенная мощность P , доставляемая посредством преобразователя мощности в течение первого временного интервала, т.е. во время включения, выбирается с требуемым коэффициентом полезного действия, который может быть точкой максимального коэффициента полезного действия. Как проиллюстрировано на фиг.4, типичная зависимость коэффициента полезного действия преобразователя мощности от выходной мощности демонстрирует точку максимума при средних уровнях мощности. Посредством выбора $P = P_{OPT}$, т.е. посредством работы преобразователя всегда на уровне мощности с максимальным коэффициентом полезного действия η_{MAX} , коэффициент полезного действия при неполной нагрузке ниже заданного уровня $P_{BOUND} (< P_{OPT})$ максимизируется. При таком управлении, рабочий цикл D определяется следующим образом:

$$D = \frac{P_{LOAD}}{P_{OPT}}, \quad P_{LOAD} \leq P_{BOUND} \leq P_{OPT}. \quad (3)$$

При условии, что коэффициент полезного действия зарядки и разрядки устройства накопления энергии - это η_{CHR} и η_{DIS} , соответственно, коэффициент полезного действия по преобразованию на уровнях мощности ниже P_{BOUND} задается следующим образом:

$$\eta = \frac{\eta_{MAX}}{D + \frac{1-D}{\eta_{CHR} \cdot \eta_{DIS}}} = \frac{\eta_{MAX}}{D + \frac{1-D}{\eta_{ES}}}, \quad (4)$$

- где $\eta_{ES} = \eta_{CHR} \eta_{DIS}$ является коэффициентом полезного действия процесса при полной мощности от блока регулирования мощности и накопления энергии.

В идеальном случае, когда энергия не теряется в ходе зарядки и разрядки устройства накопления энергии, т.е. когда предполагается $\eta_{ES} = 1$, коэффициент полезного действия при неполной нагрузке η равен η_{MAX} вплоть до минимальной нагрузки, как проиллюстрировано на фиг.4. Тем не менее, на практике, поскольку $\eta_{ES} < 1$, коэффициент полезного действия при неполной нагрузке является ниже η_{MAX} и демонстрирует спад по мере того, как мощность уменьшается, как изображено на фиг.4. В общем, чтобы достичь повышения коэффициента полезного действия при неполной нагрузке $\Delta\eta$, необходимо задавать предпочтительный компромисс между мощностью, накапливаемой посредством периодического выключения

преобразователя мощности, и мощностью, теряемой в процессе зарядки и разрядки устройства накопления энергии. Посредством разрешения уравнения (4) для η_{ES} , минимальный коэффициент полезного действия $\eta_{ES(MIN)}$, требуемый для того, чтобы

P_{LL} - это

$$\eta_{ES(MIN)} > \frac{(1-D)}{\eta_{LL} - D}, \quad (5)$$

- где η_{LL} - это исходный коэффициент полезного действия преобразователя мощности при P_{LL} , и $D=P_{LI}/P_{OPT}$.

Следует отметить, что хотя рабочий цикл D точно задан посредством уравнения (3), после того, как задается уровень мощности P_{OPT} , и мощность в нагрузке

$P_{LOAD} < P_{BOUND}$ известна, частота, при которой преобразователь мощности включается и отключается, является менее четко определенной. В общем, верхняя граничная частота связана с большим временем динамического отклика сигнала преобразователя, тогда как нижняя граничная частота определяется посредством размера и требуемой емкости накопления энергии устройства накопления энергии, поскольку больше накопленной энергии требуется при нижних частотах, чтобы поддерживать мощность в нагрузке в течение длительного время отключения. Для уровней мощности в несколько сотен Вт типичная минимальная частота для накопления энергии на основе электролитического конденсатора находится в диапазоне от нескольких Гц до нескольких сотен Герц, тогда как частоты в доли Гц могут достигаться посредством использования аккумуляторов, маховиков и аналогичных устройств накопления. В завершение, следует отметить, что требуется поддерживать частоту переключения ниже диапазона звуковых частот, чтобы не допускать акустического шума, связанного с переключением относительно большой мощности.

Возможно большое число разновидностей варианта осуществления настоящего изобретения. В общем, эти изменения заключаются в способе, которым тракты мощности зарядки и разрядки схемы соединяются с преобразователем мощности, выводом и нагрузкой. Некоторые примеры этих изменений приведены на фиг.5-8.

Фиг.5 изображает вариант осуществления настоящего изобретения, в котором энергия зарядки подается из выхода преобразователя мощности в независимую систему накопления мощности, а энергия разрядки из независимой системы накопления мощности также подается в нагрузку через выход преобразователя мощности. Фиг.6 показывает вариант осуществления настоящего изобретения с энергией P_{CHRG} зарядки, подаваемой из выхода преобразователя, который также подает мощность в нагрузку. Согласно этой компоновке, преобразователь мощности имеет один выход для подачи мощности в независимую систему накопления мощности в течение первого временного интервала и подачи мощности, по меньшей мере, в одну нагрузку в течение второго временного интервала двунаправленным способом мультиплексирования с временным разделением каналов. Таким образом, настоящее изобретение может быть реализовано с общими трактами зарядки и разрядки энергии.

Фиг.7(a)-7(d) изображают различные варианты осуществления настоящего изобретения, в которых преобразователь мощности содержит два каскада: силовой каскад и каскад выходного фильтра. Фиг.7(a) показывает отдельные тракты зарядки и разрядки с мощностью зарядки, подаваемой из второго выхода силового каскада, и

тракт разрядки в нагрузку питается из независимой системы накопления мощности через выходной фильтр. Фиг.7(b) изображает отдельный тракт зарядки, питаемый из выхода силового каскада, и тракт разрядки из независимой системы накопления мощности также проходит через выход силового каскада в нагрузку через выходной
 5 фильтр. Фиг.7(e) изображает общие тракты зарядки и разрядки между силовым каскадом и выходным фильтром. Фиг.7(d) изображает отдельные тракты зарядки и разрядки с мощностью зарядки, подаваемой из выхода выходного фильтра, и тракт разрядки, подключенный к входу выходного фильтра. Реализации с общими трактами
 10 зарядки и разрядки требуют использования двунаправленного преобразователя в независимой системе накопления мощности.

В общем, тракты зарядки и разрядки не должны соединяться непосредственно с входом и/или выходом, а могут соединяться с любой подходящей точкой в тракте преобразования мощности. Как указано выше, фиг.7(a)-(d) изображают различные
 15 варианты осуществления настоящего изобретения, когда преобразователь мощности и независимые системы накопления мощности совместно используют выходной фильтр, т.е. где тракты зарядки и/или разрядки соединяются перед выходным фильтром преобразователя мощности. При надлежащем проектировании, эти реализации могут
 20 уменьшать или даже полностью исключать переходные процессы, вызываемые посредством периодического включения и отключения преобразователя мощности. А именно, поскольку в этих реализациях ток индуктора выходного фильтра протекает непрерывно, т.е. он подается либо из преобразователя, либо из устройства накопления энергии разрядки, он не демонстрирует значительный переходный процесс, если схема
 25 выполнена так, что ток, подаваемый посредством преобразователя, когда он включен, и ток, подаваемый посредством устройства накопления энергии в течение времени выключения, в достаточной степени совпадают.

В некоторых вариантах применения, соединение независимой системы накопления
 30 мощности последовательно с преобразователем мощности, как показано на фиг.8, может быть более полезным для повышения коэффициента полезного действия при неполной нагрузке, чем предыдущие реализации с независимой системой накопления мощности, соединенной параллельно с преобразователем мощности. Следует
 35 отметить, что настоящее изобретение также может применяться в вариантах применения с несколькими преобразователями, как проиллюстрировано на фиг.9 и 10. Фиг.9 изображает вариант осуществления настоящего изобретения с совместно используемым выходным фильтром в нескольких преобразователях мощности, подключенных параллельно на нескольких выходах, тогда как фиг.10 изображает
 40 вариант осуществления настоящего изобретения с независимыми несколькими выходами.

Фиг.11(a)-(h) изображают другой вариант осуществления настоящего изобретения с совместно используемым выходным фильтром в нескольких преобразователях с независимыми выходами. Более конкретно, фиг.11(a)-(h) изображают различные
 45 реализации схемы регулирования мощности и временного накопления энергии для вариантов осуществления с независимой системой накопления мощности, подключенной на входе выходного фильтра преобразователя мощности постоянного тока. Фиг.11(a) изображает общий тракт зарядки и разрядки, использующий
 50 двунаправленный промежуточный вольтодобавочный преобразователь. В одном примерном варианте осуществления, двунаправленный промежуточный вольтодобавочный преобразователь содержит повышающий переключатель S_{L1} , понижающий переключатель S_{L2} , индуктор L_L и конденсатор C_L . Фиг.11(b)

изображает отдельные тракты зарядки и разрядки с мощностью зарядки, подаваемой из выхода силового каскада, использующие повышающий преобразователь для зарядки и понижающий преобразователь для разрядки. В одном примерном варианте осуществления, повышающий преобразователь содержит повышающий переключатель S_{L1} , повышающий диод D_{L1} , индуктор L_{L1} и конденсатор C_L . Понижающий преобразователь содержит понижающий переключатель S_{L2} , понижающий диод D_{L2} , индуктор L_{L2} и индуктор L_F . Фиг.11(c) изображает отдельные тракты зарядки и разрядки с мощностью зарядки, подаваемой из выхода силового каскада, использующие повышающий преобразователь для зарядки и понижающий преобразователь для разрядки, при этом понижающий преобразователь и преобразователь мощности совместно используют выходной фильтр. В одном примерном варианте осуществления, повышающий преобразователь содержит повышающий переключатель S_{L1} , повышающий диод D_L , индуктор L_L и конденсатор C_L . Понижающий преобразователь содержит понижающий переключатель S_{L2} , диод силового каскада, индуктор L_F и конденсатор C_F . Фиг.11(d) изображает отдельные тракты зарядки и разрядки с мощностью зарядки, подаваемой непосредственно из второго выхода силового каскада, использующие понижающий преобразователь для разрядки. В одном примерном варианте осуществления, понижающий преобразователь содержит понижающий переключатель S_L , понижающий диод D_L , индуктор L_{L2} и индуктор L_F . Фиг.11(e) изображает отдельные тракты зарядки и разрядки с мощностью зарядки, подаваемой непосредственно из второго выхода силового каскада, использующие понижающий преобразователь для разрядки, при этом понижающий преобразователь и преобразователь мощности совместно используют выходной фильтр. В одном примерном варианте осуществления, понижающий преобразователь содержит понижающий переключатель S_L , диод силового каскада, индуктор L_F и конденсатор C_F . Фиг.11(f) изображает отдельные тракты зарядки и разрядки с мощностью зарядки, подаваемой из второго выхода силового каскада через повышающую зарядную схему, использующие понижающий преобразователь для разрядки. В одном примерном варианте осуществления, повышающая зарядная схема содержит повышающий переключатель S_{L1} , повышающий диод D_{L1} , индуктор L_{L1} и конденсатор C_L . Понижающий преобразователь содержит понижающий переключатель S_{L2} , понижающий диод D_{L2} , индуктор L_{L2} и индуктор L_F . Фиг.11(g) изображает отдельные тракты зарядки и разрядки с мощностью зарядки, подаваемой из второго выхода силового каскада через повышающую зарядную схему, использующие понижающий преобразователь для разрядки, при этом понижающий преобразователь и преобразователь мощности совместно используют выходной фильтр. В одном примерном варианте осуществления, повышающая зарядная схема содержит повышающий переключатель S_{L1} , повышающий диод D_L , индуктор L_L и конденсатор C_L . Понижающий преобразователь содержит понижающий переключатель S_{L2} , диод силового каскада, индуктор L_F и конденсатор C_F . Фиг.11(h) изображает отдельные тракты зарядки и разрядки с мощностью зарядки, подаваемой из выхода силового каскада через повышающую зарядную схему и разрядную схему, подключенную к входу выходного фильтра.

Фиг.12(a)-(i) изображают реализации прямого преобразователя постоянного тока с двумя переключателями для вариантов осуществления с независимой системой накопления мощности, подключенной на входе выходного фильтра. В одном примерном варианте осуществления, прямой преобразователь постоянного тока с

двумя переключателями содержит переключатель S_{D1} , переключатель S_{D2} , диод D_{D1} , диод D_{D2} , диод D_{R1} , диод D_{R2} , трансформатор TR, индуктор L_F и конденсатор C_F . Фиг.12(a) изображает общий тракт зарядки и разрядки, использующий

5 двуправленный промежуточный вольтодобавочный преобразователь. В одном примерном варианте осуществления, двуправленный промежуточный вольтодобавочный преобразователь содержит повышающий переключатель S_{L1} , понижающий переключатель S_{L2} , индуктор L_L и конденсатор C_L . Фиг.12(b) изображает отдельные тракты зарядки и разрядки с мощностью зарядки, подаваемой

10 из выхода силового каскада, использующие повышающий преобразователь для зарядки и понижающий преобразователь для разрядки, при этом понижающий преобразователь и преобразователь мощности совместно используют выходной фильтр. В одном примерном варианте осуществления, повышающий преобразователь

15 содержит повышающий переключатель S_{L1} , повышающий диод D_L , индуктор L_L и конденсатор C_L . Понижающий преобразователь содержит понижающий переключатель S_{L2} , диод D_{R2} силового каскада, индуктор L_F и конденсатор C_F . Фиг.12(c) изображает отдельные тракты зарядки и разрядки с мощностью зарядки, подаваемой из выхода преобразователя мощности, использующие повышающий

20 преобразователь для зарядки и понижающий преобразователь для разрядки, при этом понижающий преобразователь и преобразователь мощности совместно используют выходной фильтр. В одном примерном варианте осуществления, повышающий преобразователь содержит повышающий переключатель S_{L1} , повышающий диод D_L ,

25 индуктор L_L и конденсатор C_L . Понижающий преобразователь содержит понижающий переключатель S_{L2} , диод D_{R2} силового каскада, индуктор L_F и конденсатор C_F . Фиг.12(d) изображает отдельные тракты зарядки и разрядки с мощностью зарядки, подаваемой непосредственно из второго выхода силового каскада с емкостным фильтром, использующие понижающий преобразователь для

30 разрядки, при этом понижающий преобразователь и преобразователь мощности совместно используют выходной фильтр. В одном примерном варианте осуществления, понижающий преобразователь содержит понижающий переключатель S_L , диод D_{R2} силового каскада, индуктор L_F и конденсатор C_F . Фиг.12(e) изображает отдельные тракты зарядки и разрядки с мощностью зарядки, подаваемой непосредственно из второго выхода силового каскада с L-C-фильтром, использующие понижающий преобразователь для разрядки, при этом понижающий

35 преобразователь и преобразователь мощности совместно используют выходной фильтр. В одном примерном варианте осуществления, понижающий преобразователь содержит понижающий переключатель S_L , диод D_{R2} силового каскада, индуктор L_F и конденсатор C_F . Фиг.12(f) изображает отдельные тракты зарядки и разрядки с мощностью зарядки, подаваемой непосредственно из третьего выхода силового

40 каскада, использующие два понижающих преобразователя для разрядки, при этом каждый понижающий преобразователь и соединенный преобразователь мощности совместно используют выходной фильтр. В одном примерном варианте осуществления, первый понижающий преобразователь содержит понижающий переключатель S_{L1} , диод D_{R2} силового каскада, индуктор L_{F1} и конденсатор C_{F1} . Второй понижающий преобразователь содержит понижающий переключатель S_{L2} ,

45 диод D_{R4} силового каскада, индуктор L_{F2} и конденсатор C_{F2} . Фиг.12(g) изображает общий тракт зарядки и разрядки, использующий двуправленный промежуточный вольтодобавочный преобразователь, соединенный с двумя источниками питания параллельно. В одном примерном варианте осуществления, двуправленный

50

промежуточный вольтодобавочный преобразователь содержит повышающий переключатель S_{L1} , понижающий переключатель S_{L2} , индуктор L_L и конденсатор C_L . Фиг.12(h) изображает отдельные тракты зарядки и разрядки с мощностью зарядки, подаваемой непосредственно из второго выхода первого силового каскада с емкостным фильтром, использующие понижающий преобразователь для разрядки, при этом понижающий преобразователь и два параллельно соединенных преобразователя мощности совместно используют выходной фильтр. В одном примерном варианте осуществления, понижающий преобразователь содержит понижающий переключатель S_L , диод D_{R2} силового каскада, индуктор L_F и конденсатор C_F . Фиг.12(i) изображает отдельные тракты зарядки и разрядки с мощностью зарядки, подаваемой из трансформатора TR, использующие понижающий преобразователь для разрядки, при этом понижающий преобразователь и преобразователь мощности совместно используют выходной фильтр. В одном примерном варианте осуществления, понижающий преобразователь содержит понижающий переключатель S_L , диод D_{R2} силового каскада, индуктор L_F и конденсатор C_F .

Фиг.13(a)-(h) изображают реализации преобразователя постоянного тока с полным мостом для вариантов осуществления с независимой системой накопления мощности, подключенной на входе выходного фильтра. В одном примерном варианте осуществления, преобразователь постоянного тока с полным мостом содержит переключатели S_1 - S_4 , диод D_{SR1} , диод D_{SR2} , трансформатор TR с отводом в средней точке, индуктор L_F и конденсатор C_F . В другом примерном варианте осуществления, преобразователь постоянного тока с полным мостом содержит переключатели S_1 - S_4 , диод D_{SR1} , диод D_{SR2} , трансформатор TR с удвоителем тока, индуктор L_{F1} , индуктор L_{F2} и конденсатор C_F . Фиг.13(a) изображает общий тракт зарядки и разрядки, использующий двунаправленный промежуточный вольтодобавочный преобразователь. В одном примерном варианте осуществления, двунаправленный промежуточный вольтодобавочный преобразователь содержит повышающий переключатель S_{L1} , понижающий переключатель S_{L2} , индуктор L_L и конденсатор C_L . Фиг.13(b) изображает отдельные тракты зарядки и разрядки с мощностью зарядки, подаваемой из выхода силового каскада, использующие повышающий преобразователь для зарядки и понижающий преобразователь для разрядки, при этом понижающий преобразователь и преобразователь мощности совместно используют выходной фильтр. В одном примерном варианте осуществления, повышающий преобразователь содержит повышающий переключатель S_{L1} , повышающий диод D_L , индуктор L_L и конденсатор C_L . Понижающий преобразователь содержит понижающий переключатель S_{L2} , диод D_{SR1} силового каскада, диод D_{SR2} силового каскада, индуктор L_F и конденсатор C_F . Фиг.13(c) изображает отдельные тракты зарядки и разрядки с мощностью зарядки, подаваемой из выхода силового каскада, использующие повышающий преобразователь для зарядки и понижающий преобразователь для разрядки, при этом понижающий преобразователь и преобразователь мощности совместно используют выходной фильтр. В одном примерном варианте осуществления, повышающий преобразователь содержит повышающий переключатель S_{L1} , повышающий диод D_L , индуктор L_L и конденсатор C_L . Понижающий преобразователь содержит понижающий переключатель S_{L2} , диод D_{SR1} силового каскада, диод D_{SR2} силового каскада, индуктор L_F и конденсатор C_F . Фиг.13(d) изображает отдельные тракты зарядки и

разрядки с мощностью зарядки, подаваемой непосредственно из вторичной обмотки трансформатора (TR) с отводом в средней точке, использующие понижающий преобразователь для разрядки, при этом понижающий преобразователь и преобразователь мощности совместно используют выходной фильтр. В одном

5 примерном варианте осуществления, понижающий преобразователь содержит понижающий переключатель S_L , диод D_{SR1} силового каскада, диод D_{SR2} силового каскада, индуктор L_F и конденсатор C_F . Фиг.13(e) изображает отдельные тракты зарядки и разрядки с мощностью зарядки, подаваемой непосредственно из вторичной

10 обмотки трансформатора (TR) с удвоителем тока, использующие понижающий преобразователь для разрядки, при этом понижающий преобразователь и преобразователь мощности совместно используют выходной фильтр. В одном примерном варианте осуществления, понижающий преобразователь содержит

15 понижающий переключатель S_L , диод D_{SR1} силового каскада, индуктор L_{F1} и конденсатор C_F . Фиг.13(f) изображает отдельные тракты зарядки и разрядки с мощностью зарядки, подаваемой непосредственно из дополнительных вторичных обмоток трансформатора (TR) с отводом в средней точке, использующие

20 понижающий преобразователь для разрядки, при этом понижающий преобразователь и преобразователь мощности совместно используют выходной фильтр. В одном примерном варианте осуществления, понижающий преобразователь содержит понижающий переключатель S_L , диод D_{R1} силового каскада, диод D_{R2} силового каскада, индуктор L_F и конденсатор C_F . Фиг.13(g) изображает отдельные тракты

25 зарядки и разрядки с мощностью зарядки, подаваемой непосредственно из второго выхода силового каскада, использующие понижающий преобразователь для разрядки, при этом понижающий преобразователь и преобразователь мощности совместно используют выходной фильтр. В одном примерном варианте осуществления,

30 понижающий преобразователь содержит понижающий переключатель S_L , диод D_{R1} силового каскада, диод D_{R2} силового каскада, индуктор L_F и конденсатор C_F . Фиг.13(h) изображает отдельные тракты зарядки и разрядки с мощностью зарядки, подаваемой непосредственно из второго выхода с обмоткой с отводом в средней

35 точке, использующие понижающий преобразователь для разрядки, при этом понижающий преобразователь и преобразователь мощности совместно используют выходной фильтр. В одном примерном варианте осуществления, понижающий преобразователь содержит понижающий переключатель S_L , диод D_{R1} силового каскада, диод D_{R2} силового каскада, индуктор L_F и конденсатор C_F .

Фиг.14 изображает реализации преобразователя постоянного тока с полумостом

40 для вариантов осуществления с независимой системой накопления мощности, подключенной на входе выходного фильтра, с отдельными трактами зарядки и разрядки с мощностью зарядки, подаваемой непосредственно из второго выхода силового каскада, использующие понижающий преобразователь для разрядки, при

45 этом понижающий преобразователь и преобразователь мощности совместно используют выходной фильтр. В одном примерном варианте осуществления, преобразователь постоянного тока с полумостом содержит переключатель S_1 , переключатель S_2 , конденсатор C_1 , конденсатор C_2 , диод D_{R1} , диод D_{R2} , трансформатор TR, индуктор L_F и конденсатор C_F . Понижающий преобразователь

50 содержит понижающий переключатель S_L , диод D_{R1} силового каскада, диод D_{R2} силового каскада, индуктор L_F и конденсатор C_F .

Фиг.15(a)-(c) изображают реализации LLC-резонансного преобразователя постоянного тока для вариантов осуществления с независимой системой накопления

мощности, подключенной на входе выходного фильтра. В одном примерном варианте осуществления, LLC-резонансный преобразователь постоянного тока содержит переключатели S_1 - S_4 , последовательный резонансный индуктор L_S , параллельный резонансный индуктор L_M , резонансный конденсатор C_S , диод D_{SR1} , диод D_{SR2} , трансформатор TR и конденсатор C_F . Фиг.15(a) изображает отдельные тракты зарядки и разрядки с мощностью зарядки, подаваемой непосредственно из вторичной обмотки трансформатора (TR) с отводом в средней точке, использующие понижающий преобразователь для разрядки, при этом понижающий преобразователь и преобразователь мощности совместно используют выходной фильтр. В одном примерном варианте осуществления, понижающий преобразователь содержит понижающий переключатель S_L , понижающий диод D_L , индуктор L_F и конденсатор C_F . Фиг.15(b) изображает отдельные тракты зарядки и разрядки с мощностью зарядки, подаваемой непосредственно из дополнительных вторичных обмоток трансформатора (TR) с отводом в средней точке, использующие понижающий преобразователь для разрядки, при этом понижающий преобразователь и преобразователь мощности совместно используют выходной фильтр. В одном примерном варианте осуществления, понижающий преобразователь содержит понижающий переключатель S_L , понижающий диод D_L , индуктор L_L и конденсатор C_F . Фиг.15(c) изображает отдельные тракты зарядки и разрядки с мощностью зарядки, подаваемой непосредственно из второго выхода преобразователя мощности, использующие понижающий преобразователь для разрядки, при этом понижающий преобразователь и преобразователь мощности совместно используют выходной фильтр. В одном примерном варианте осуществления, понижающий преобразователь содержит понижающий переключатель S_L , понижающий диод D_L , индуктор L_L и конденсатор C_F .

Фиг.16 изображает реализации LLC-резонансного преобразователя постоянного тока с полумостом для вариантов осуществления с независимой системой накопления мощности, подключенной на входе выходного фильтра, с отдельными трактами зарядки и разрядки с мощностью зарядки, подаваемой непосредственно из второго выхода преобразователя мощности, использующими понижающий преобразователь для разрядки, при этом понижающий преобразователь и преобразователь мощности совместно используют выходной фильтр. В одном примерном варианте осуществления, LLC-резонансный преобразователь постоянного тока с полумостом содержит переключатели S_1 - S_2 , конденсаторы C_1 - C_2 , последовательный резонансный индуктор L_S , параллельный резонансный индуктор L_M , резонансный конденсатор C_S , диод D_{R1} , диод D_{R2} , трансформатор TR и конденсатор C_F . Понижающий преобразователь содержит понижающий переключатель S_L , понижающий диод D_L , индуктор L_L и конденсатор C_F .

Фиг.17(a)-(b) изображают реализации прямого преобразователя постоянного тока для вариантов осуществления с независимой системой накопления мощности, подключенной на входе выходного фильтра. В одном примерном варианте осуществления, прямой преобразователь постоянного тока содержит переключатель S_{D2} , фиксирующий переключатель S_C , фиксирующий конденсатор C_C , диод D_{R1} , диод D_{R2} , трансформатор TR, индуктор L_F и конденсатор C_F . Фиг.17(a) изображает общий тракт зарядки и разрядки, использующий двунаправленный промежуточный вольтодобавочный преобразователь. В одном примерном варианте осуществления, двунаправленный промежуточный вольтодобавочный преобразователь содержит повышающий переключатель S_{L1} , понижающий переключатель S_{L2} , индуктор L_L и

конденсатор C_L . Фиг.17(b) изображает отдельные тракты зарядки и разрядки с мощностью зарядки, подаваемой непосредственно из второго выхода силового каскада, использующие понижающий преобразователь для разрядки, при этом понижающий преобразователь и преобразователь мощности совместно используют выходной фильтр. В одном примерном варианте осуществления, понижающий преобразователь содержит понижающий переключатель S_L , диод D_{R2} силового каскада, индуктор L_F и конденсатор C_F .

Фиг.18 изображает реализации обратного преобразователя постоянного тока с отдельными трактами зарядки и разрядки с мощностью зарядки, подаваемой непосредственно из второго выхода силового каскада, использующими понижающий преобразователь для разрядки. В одном примерном варианте осуществления, обратный преобразователь постоянного тока содержит переключатель S_{D2} , диод D_{R1} , трансформатор TR и конденсатор C_F . Понижающий преобразователь содержит понижающий переключатель S_L , понижающий диод D_L , индуктор L_L и конденсатор C_F .

Фиг.19(a) и (b) изображают реализации трехкаскадного преобразователя переменного/постоянного тока для варианта осуществления настоящего изобретения с независимой системой накопления мощности, соединенной последовательно с преобразователем мощности. В одном примерном варианте осуществления, трехкаскадный преобразователь переменного/постоянного тока содержит повышающий PFC-выпрямитель, развязывающий преобразователь мощности постоянного тока и повышающий преобразователь постоянного тока. Фиг.19(a) изображает повышающий PFC, после которого идет развязывающий преобразователь мощности постоянного тока и повышающий разрядный выходной каскад. В одном примерном варианте осуществления, повышающий PFC содержит повышающий переключатель S , повышающий диод D , повышающий индуктор L_B и блокировочный конденсатор C_B . Повышающий разрядный выходной каскад содержит повышающий переключатель S_D , повышающий диод D_D , повышающий индуктор L_D и выходной конденсатор C_F . Фиг.19(b) изображает повышающий PFC, после которого идет развязывающий преобразователь мощности постоянного тока и повышающий разрядный выходной каскад с магнитной связью между входным PFC-каскадом и выходным повышающим каскадом. В одном примерном варианте осуществления, повышающий PFC содержит повышающий переключатель S , повышающий диод D , повышающий индуктор L_B , демпфирующий диод D_1 , демпфирующий индуктор L_S , демпфирующий переключатель S_1 , первичную обмотку N_1 целевого трансформатора TR и блокировочный конденсатор C_B . Повышающий разрядный выходной каскад содержит повышающий переключатель S_D , повышающий диод D_D , вторичную обмотку N_2 целевого трансформатора TR и выходной конденсатор C_F .

Формула изобретения

1. Система преобразователя мощности, принимающая входное напряжение питания для питания, по меньшей мере, одной нагрузки, содержащая:

по меньшей мере, один преобразователь мощности, работающий с требуемым коэффициентом полезного действия, систему накопления мощности, соединенную, по меньшей мере, с одним преобразователем мощности для приема и накопления мощности, подаваемой, по меньшей мере, из одного преобразователя мощности, контроллер, который включает преобразователь мощности в течение первого временного интервала и отключает преобразователь мощности в течение второго временного интервала в любое время, когда, по меньшей мере, один преобразователь

мощности работает при коэффициенте полезного действия, который ниже требуемого коэффициента полезного действия, в то время, когда преобразователь мощности принимает входное напряжение питания, при этом в течение первого временного интервала преобразователь мощности работает с требуемым коэффициентом полезного действия, чтобы подавать мощность в систему накопления мощности и, по меньшей мере, одну нагрузку, и при этом в течение второго временного интервала, когда, по меньшей мере, один преобразователь мощности отключается, система накопления мощности подает мощность, по меньшей мере, в одну нагрузку, причем отношение первого временного интервала и второго временного интервала управляется так, чтобы обеспечить работу преобразователя мощности с требуемым коэффициентом полезного действия.

2. Система преобразователя мощности по п.1, в которой, по меньшей мере, один преобразователь мощности имеет первый выход для подачи мощности в систему накопления мощности в течение первого временного интервала и второй выход для подачи мощности, по меньшей мере, в одну нагрузку.

3. Система преобразователя мощности по п.1, в которой, по меньшей мере, один преобразователь мощности имеет один выход для подачи мощности в систему накопления мощности в течение первого временного интервала и подачи мощности, по меньшей мере, в одну нагрузку.

4. Система преобразователя мощности по п.1, в которой система накопления мощности имеет один порт для приема подаваемой мощности, по меньшей мере, из одного преобразователя мощности в течение первого временного интервала и подачи мощности, по меньшей мере, в одну нагрузку в течение второго временного интервала.

5. Система преобразователя мощности по п.1, в которой система накопления мощности имеет первый порт для приема подаваемой мощности, по меньшей мере, из одного преобразователя мощности в течение первого временного интервала и второй порт для подачи мощности, по меньшей мере, в одну нагрузку в течение второго временного интервала.

6. Система преобразователя мощности по п.1, в которой, по меньшей мере, один преобразователь мощности содержит силовой каскад и выходной фильтр, при этом система накопления мощности подает мощность, по меньшей мере, в одну нагрузку через выходной фильтр.

7. Система преобразователя мощности по п.1, в которой, по меньшей мере, один преобразователь мощности подает мощность в систему накопления мощности через выходной фильтр.

8. Система преобразователя мощности по п.1, в которой преобразователь мощности, система накопления мощности и нагрузка соединены последовательно.

9. Система преобразователя мощности по п.1, в которой преобразователь мощности содержит, по меньшей мере, один из развязанного, неразвязанного, однокаскадного и многокаскадного преобразователя мощности переменного/постоянного тока, постоянного тока, постоянного/переменного тока и переменного тока.

10. Система преобразователя мощности по п.9, в которой преобразователь мощности постоянного тока содержит, по меньшей мере, один из прямого преобразователя мощности постоянного тока с двумя переключателями, преобразователя мощности постоянного тока с полным мостом, преобразователя мощности постоянного тока с полумостом, LLC-резонансного преобразователя мощности постоянного тока, LLC-резонансного преобразователя мощности

постоянного тока с полумостом, прямого преобразователя мощности постоянного тока и обратного преобразователя мощности постоянного тока.

11. Система преобразователя мощности по п.9, в которой преобразователь мощности переменного/постоянного тока содержит трехкаскадный преобразователь переменного/постоянного тока.

12. Система преобразователя мощности по п.1, в которой система накопления мощности содержит, по меньшей мере, одно из: аккумулятора, топливного элемента, конденсатора, суперконденсатора, теплового аккумулятора и маховика.

13. Система преобразователя мощности по п.1, в которой система накопления мощности содержит, по меньшей мере, один из развязанного, неразвязанного, однокаскадного и многокаскадного преобразователя мощности переменного/постоянного тока, постоянного тока, постоянного/переменного тока и переменного тока.

14. Система преобразователя мощности по п.1, в которой система накопления мощности содержит схему регулирования мощности и временного накопления энергии.

15. Система преобразователя мощности по п.14, в которой схема регулирования мощности и временного накопления энергии содержит, по меньшей мере, один из двунаправленного промежуточного вольтдобавочного преобразователя, повышающего преобразователя и понижающего преобразователя и понижающего разрядного преобразователя.

16. Система преобразователя мощности по п.1, дополнительно содержащая контроллер, соединенный, по меньшей мере, с одним преобразователем мощности и системой накопления мощности для управления работой, по меньшей мере, одного преобразователя мощности и системы накопления мощности.

17. Система преобразователя мощности по п.1, в которой в любое время, когда, по меньшей мере, один преобразователь мощности работает при коэффициенте полезного действия, который ниже требуемого коэффициента полезного действия или порогового значения коэффициента полезного действия, преобразователь мощности работает с требуемым коэффициентом полезного действия, чтобы подавать мощность в систему накопления мощности, и система накопления мощности подает мощность, по меньшей мере, в одну нагрузку одновременно.

18. Система преобразователя мощности по п.1, в которой в любое время, когда, по меньшей мере, один преобразователь мощности работает при коэффициенте полезного действия, который ниже требуемого коэффициента полезного действия или порогового значения коэффициента полезного действия, преобразователь мощности работает с требуемым коэффициентом полезного действия, чтобы подавать мощность в систему накопления мощности и, по меньшей мере, одну нагрузку, и система накопления мощности подает мощность, по меньшей мере, в одну нагрузку одновременно.

19. Система преобразователя мощности по п.1, содержащая, по меньшей мере, одно из системы преобразования мощности для светодиода, системы преобразования мощности для элемента солнечной батареи, системы преобразования мощности для топливного элемента, системы преобразования мощности для энергии ветра, системы преобразования мощности для энергии вибраций, системы преобразования мощности для кинетической энергии, системы преобразования мощности для тепловой энергии, электростанции, системы управления и преобразования мощности для архитектуры, системы управления и преобразования мощности для центра обработки и хранения

данных, источника бесперебойного питания, системы преобразования мощности для транспортного средства, системы преобразования мощности для компьютера или ноутбука, системы преобразования мощности для устройства или прибора связи, системы преобразования мощности для бытовой электронной аппаратуры и системы преобразования мощности для бытового электроприбора.

20. Система преобразователя мощности, которая принимает входное напряжение питания для питания, по меньшей мере, одной нагрузки, содержащая, по меньшей мере, один преобразователь мощности, который подает бесперебойную мощность, по меньшей мере, в одну нагрузку в любое время, когда преобразователь мощности работает с требуемым коэффициентом полезного действия и систему накопления мощности, соединенную, по меньшей мере, с одним преобразователем мощности для приема мощности, подаваемой, по меньшей мере, из одного преобразователя мощности, и накопления мощности, когда, по меньшей мере, один преобразователь мощности работает при коэффициенте полезного действия, который ниже требуемого коэффициента полезного действия, в то время, когда система преобразователя мощности принимает бесперебойное входное напряжение питания.

21. Система преобразователя мощности по п.20, дополнительно включающая в себя контроллер, который частично прерывает подачу мощности, по меньшей мере, из одного преобразователя мощности, по меньшей мере, в одну нагрузку в любое время, когда преобразователь мощности работает с более низким коэффициентом полезного действия, чем требуемый коэффициент полезного действия, таким образом, что, по меньшей мере, один преобразователь мощности включается в течение первого временного интервала и отключается в течение второго временного интервала; при этом в течение первого временного интервала преобразователь мощности работает с требуемым коэффициентом полезного действия, чтобы подавать мощность в систему накопления мощности; и при этом в течение второго временного интервала, когда, по меньшей мере, один преобразователь мощности отключается, система накопления мощности подает мощность, по меньшей мере, в одну нагрузку, и при этом, по меньшей мере, один преобразователь мощности имеет первый выход для подачи мощности в систему накопления мощности в течение первого временного интервала и второй выход для подачи мощности, по меньшей мере, в одну нагрузку.

22. Система преобразователя мощности по п.20, в которой, по меньшей мере, один преобразователь мощности имеет один выход для подачи мощности в систему накопления мощности в течение первого временного интервала и подачи мощности, по меньшей мере, в одну нагрузку.

23. Система преобразователя мощности по п.20, в которой система накопления мощности имеет один порт для приема подаваемой мощности, по меньшей мере, из одного преобразователя мощности в течение первого временного интервала и подачи мощности, по меньшей мере, в одну нагрузку в течение второго временного интервала.

24. Система преобразователя мощности по п.20, в которой система накопления мощности имеет первый порт для приема подаваемой мощности, по меньшей мере, из одного преобразователя мощности в течение первого временного интервала и второй порт для подачи мощности, по меньшей мере, в одну нагрузку в течение второго временного интервала.

25. Система преобразователя мощности по п.20, в которой, по меньшей мере, один преобразователь мощности содержит силовой каскад и выходной фильтр, при этом система накопления мощности подает мощность, по меньшей мере, в одну нагрузку через выходной фильтр.

26. Система преобразователя мощности по п.20, в которой, по меньшей мере, один преобразователь мощности подает мощность в систему накопления мощности через выходной фильтр.

27. Система преобразователя мощности по п.20, в которой преобразователь мощности, система накопления мощности и нагрузка соединены последовательно.

28. Система преобразователя мощности по п.20, в которой преобразователь мощности содержит, по меньшей мере, один из развязанного, неразвязанного, однокаскадного и многокаскадного преобразователя мощности переменного/постоянного тока, постоянного тока, постоянного/переменного тока и переменного тока.

29. Система преобразователя мощности по п.28, в которой преобразователь мощности постоянного тока содержит, по меньшей мере, один из прямого преобразователя мощности постоянного тока с двумя переключателями, преобразователя мощности постоянного тока с полным мостом, преобразователя мощности постоянного тока с полумостом, LLC-резонансного преобразователя мощности постоянного тока, LLC-резонансного преобразователя мощности постоянного тока с полумостом, прямого преобразователя мощности постоянного тока и обратного преобразователя мощности постоянного тока.

30. Система преобразователя мощности по п.28, в которой преобразователь мощности переменного/постоянного тока содержит трехкаскадный преобразователь переменного/постоянного тока.

31. Система преобразователя мощности по п.20, в которой система накопления мощности содержит, по меньшей мере, один из развязанного, неразвязанного, однокаскадного и многокаскадного преобразователя мощности переменного/постоянного тока, постоянного тока, постоянного/переменного тока и переменного тока, а также содержит, по меньшей мере, одно из аккумулятора, топливного элемента, конденсатора, суперконденсатора, теплового аккумулятора и маховика.

32. Система преобразователя мощности по п.20, в которой система накопления мощности содержит схему регулирования мощности и временного накопления энергии.

33. Система преобразователя мощности по п.32, в которой схема регулирования мощности и временного накопления энергии содержит, по меньшей мере, один из двунаправленного промежуточного вольтодобавочного преобразователя, повышающего преобразователя и понижающего преобразователя и понижающего разрядного преобразователя.

34. Система преобразователя мощности по п.20, дополнительно содержащая контроллер, соединенный, по меньшей мере, с одним преобразователем мощности и системой накопления мощности для управления работой, по меньшей мере, одного преобразователя мощности и системы накопления мощности.

35. Система преобразователя мощности по п.20, в которой в любое время, когда, по меньшей мере, один преобразователь мощности работает при коэффициенте полезного действия, который ниже требуемого коэффициента полезного действия, преобразователь мощности работает с требуемым коэффициентом полезного действия, чтобы подавать мощность в систему накопления мощности, и система накопления мощности подает мощность, по меньшей мере, в одну нагрузку одновременно.

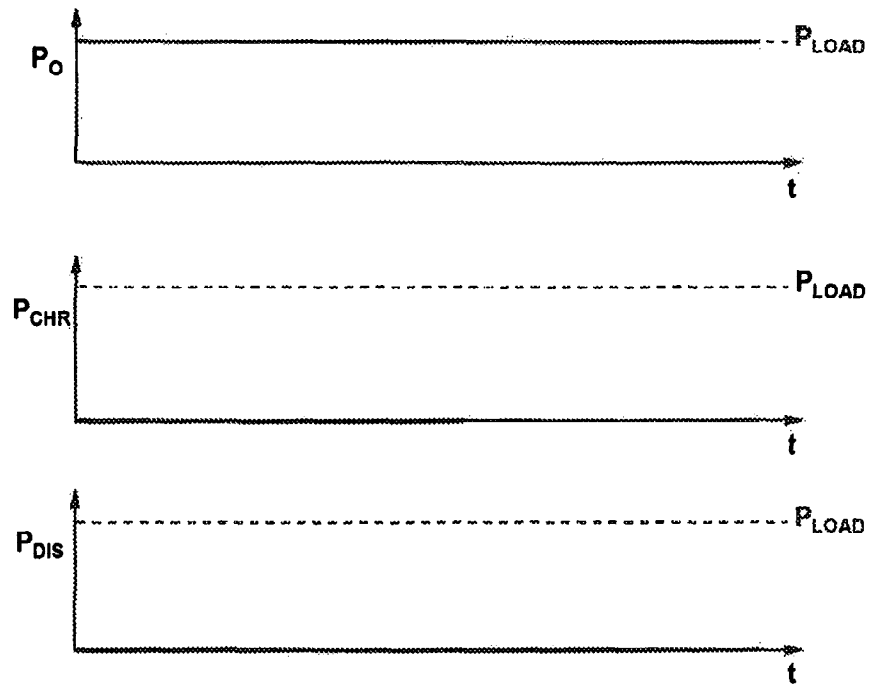
36. Система преобразователя мощности по п.20, в которой в любое время, когда, по

меньшей мере, один преобразователь мощности работает при коэффициенте полезного действия, который ниже требуемого коэффициента полезного действия, преобразователь мощности работает с требуемым коэффициентом полезного действия, чтобы подавать мощность в систему накопления мощности и, по меньшей мере, одну нагрузку, и система накопления мощности подает мощность, по меньшей мере, в одну нагрузку одновременно.

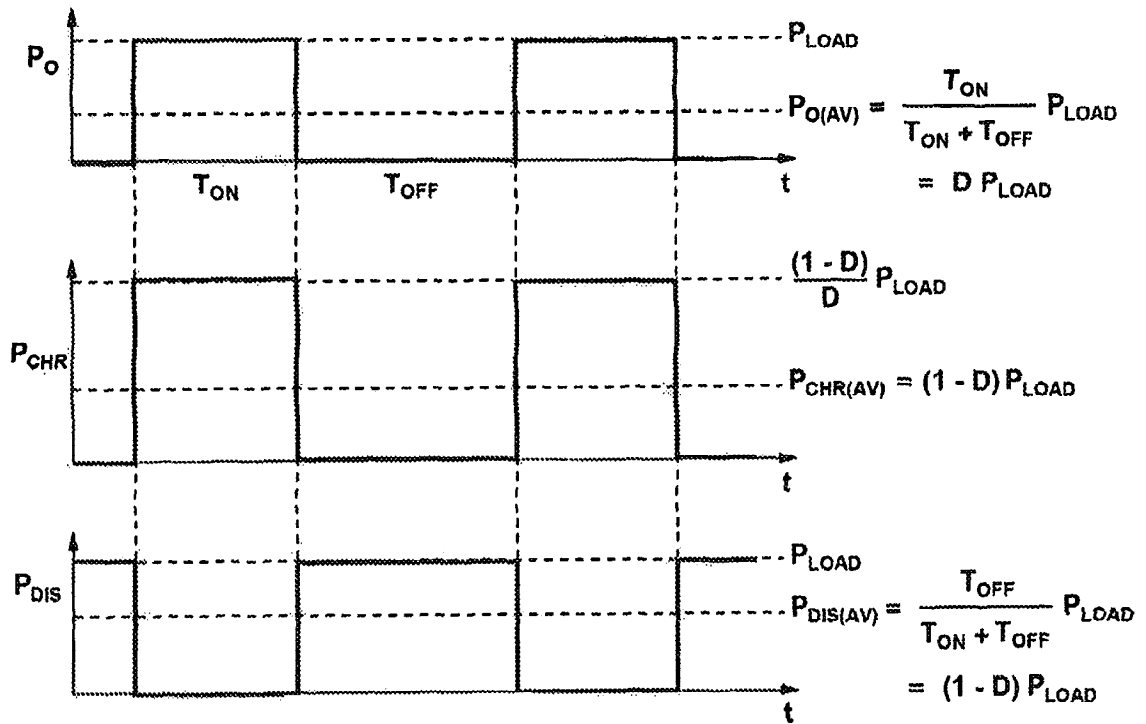
37. Система преобразователя мощности по п.20, содержащая, по меньшей мере, одно из системы преобразования мощности для светодиода, системы преобразования мощности для элемента солнечной батареи, системы преобразования мощности для топливного элемента, системы преобразования мощности для энергии ветра, системы преобразования мощности для энергии вибраций, системы преобразования мощности для кинетической энергии, системы преобразования мощности для тепловой энергии, электростанции, системы управления и преобразования мощности для архитектуры, системы управления и преобразования мощности для центра обработки и хранения данных, источника бесперебойного питания, системы преобразования мощности для транспортного средства, системы преобразования мощности для компьютера или ноутбука, системы преобразования мощности для устройства или прибора связи, системы преобразования мощности для бытовой электронной аппаратуры и системы преобразования мощности для бытового электроприбора.

38. Система преобразователя мощности, которая принимает входное напряжение питания, для питания, по меньшей мере, одной нагрузки, содержащая, по меньшей мере, один преобразователь мощности, который подает бесперебойную мощность, по меньшей мере, в одну нагрузку в любое время, когда преобразователь мощности работает с требуемым коэффициентом полезного действия и конденсатор, соединенный, по меньшей мере, с одним преобразователем мощности для приема мощности, подаваемой, по меньшей мере, из одного преобразователя мощности, и накопления мощности, когда, по меньшей мере, один преобразователь мощности работает при коэффициенте полезного действия, который ниже требуемого коэффициента полезного действия, в то время, когда система преобразователя мощности принимает бесперебойное входное напряжение питания.

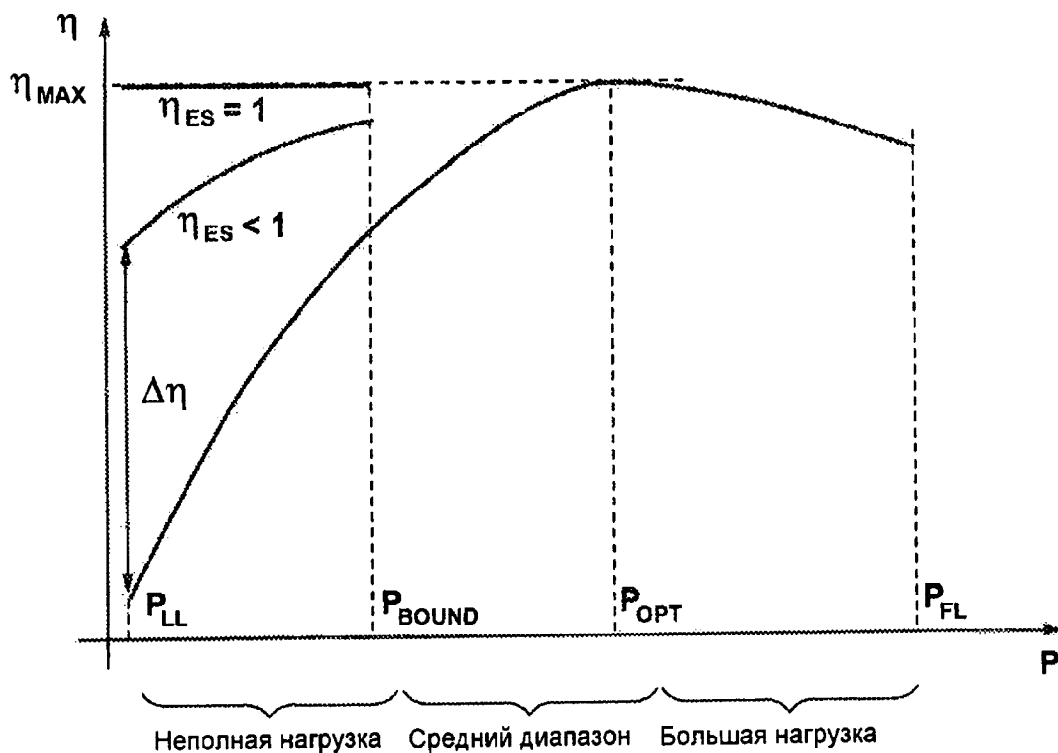
39. Система преобразователя мощности по п.38, дополнительно включающая в себя контроллер, который частично прерывает подачу мощности, по меньшей мере, из одного преобразователя мощности, по меньшей мере, в одну нагрузку в любое время, когда преобразователь мощности работает с более низким коэффициентом полезного действия, чем требуемый коэффициент полезного действия, таким образом, что, по меньшей мере, один преобразователь мощности включается в течение первого временного интервала и отключается в течение второго временного интервала; при этом в течение первого временного интервала преобразователь мощности работает с требуемым коэффициентом полезного действия, чтобы подавать мощность в конденсатор; и при этом в течение второго временного интервала, когда, по меньшей мере, один преобразователь мощности отключается, конденсатор подает мощность, по меньшей мере, в одну нагрузку, и при этом, по меньшей мере, один преобразователь мощности имеет первый выход для подачи мощности в систему накопления мощности в течение первого временного интервала и второй выход для подачи мощности, по меньшей мере, в одну нагрузку.



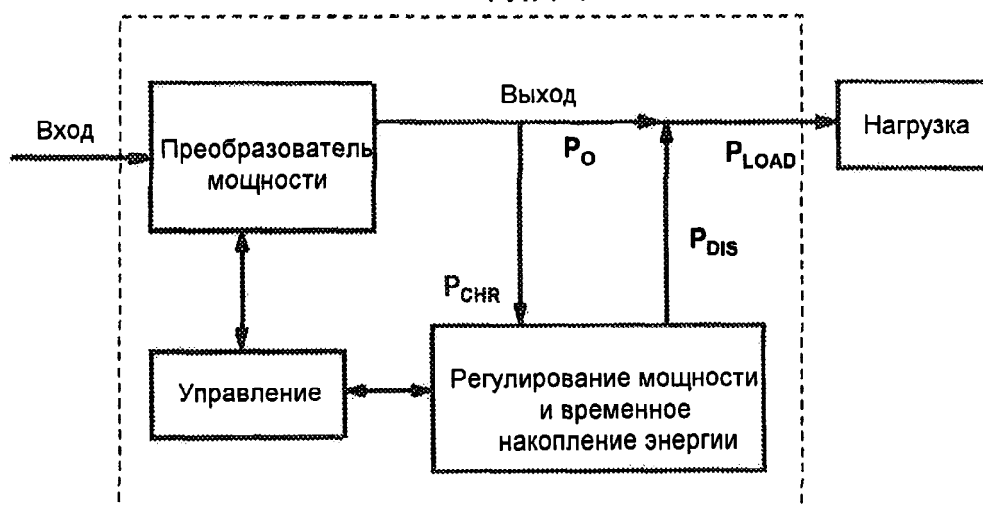
ФИГ. 2



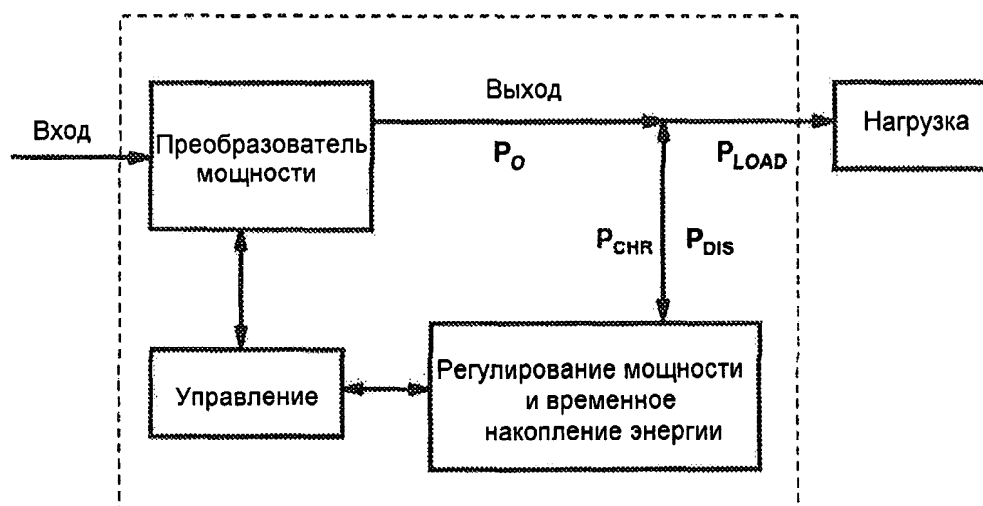
ФИГ. 3



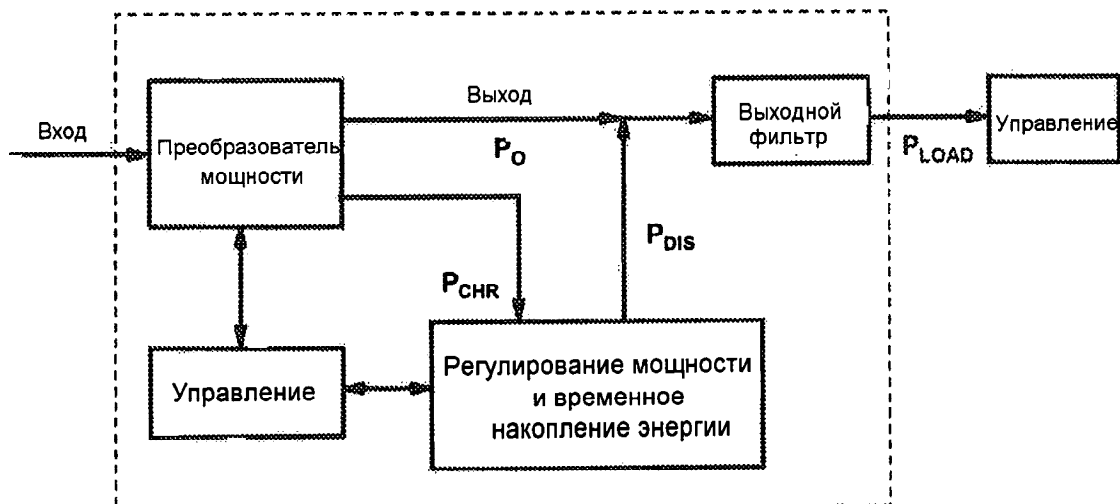
ФИГ. 4



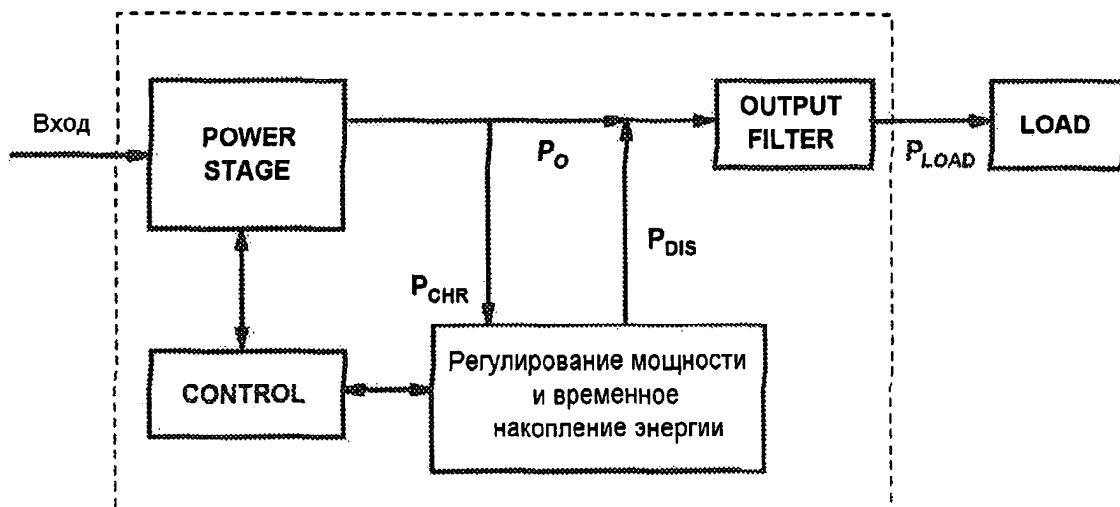
ФИГ. 5



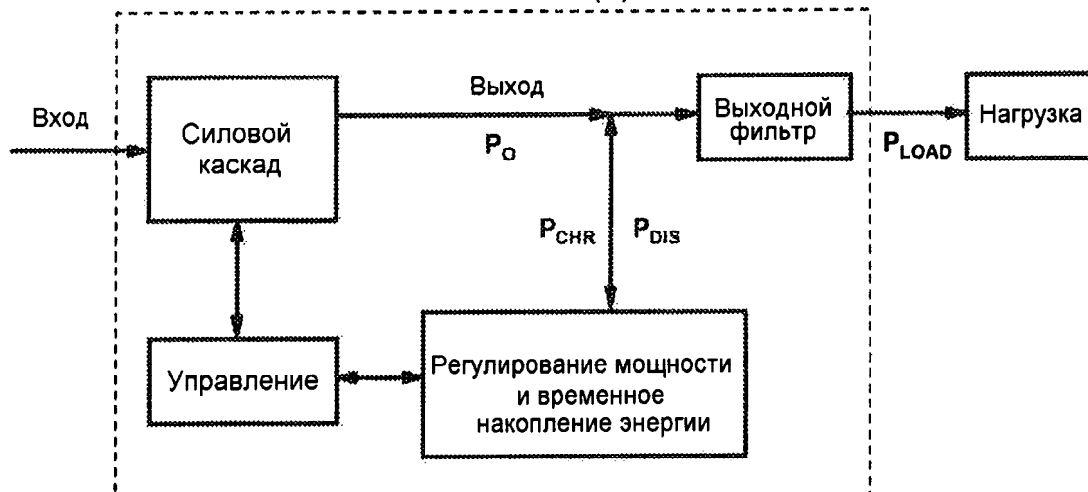
ФИГ. 6



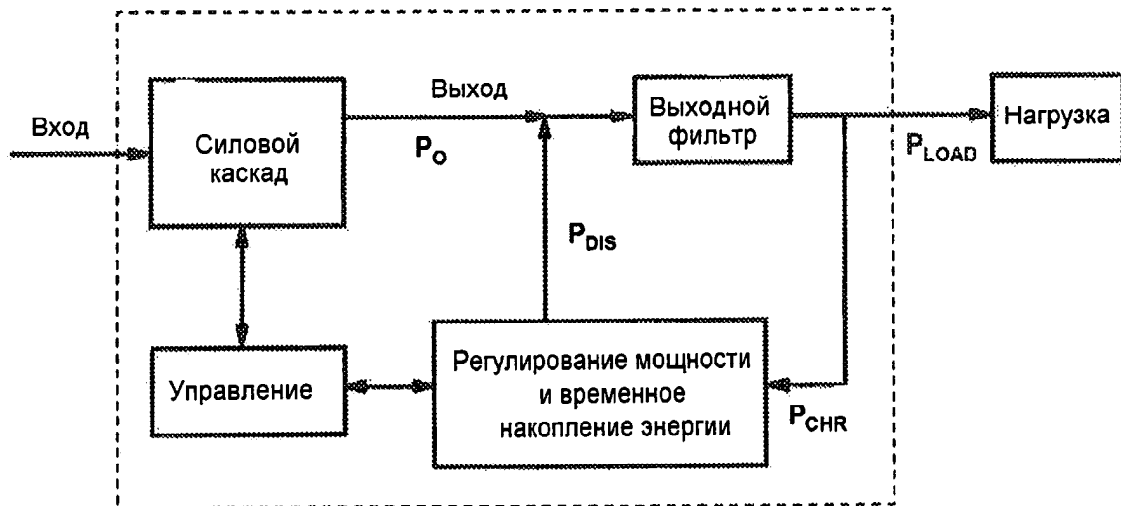
ФИГ. 7(a)



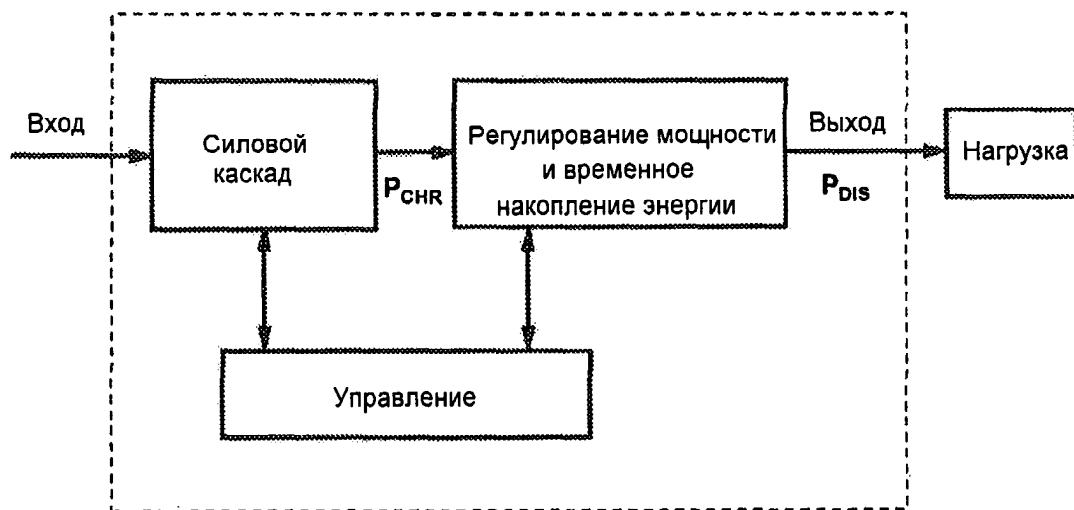
ФИГ. 7(b)



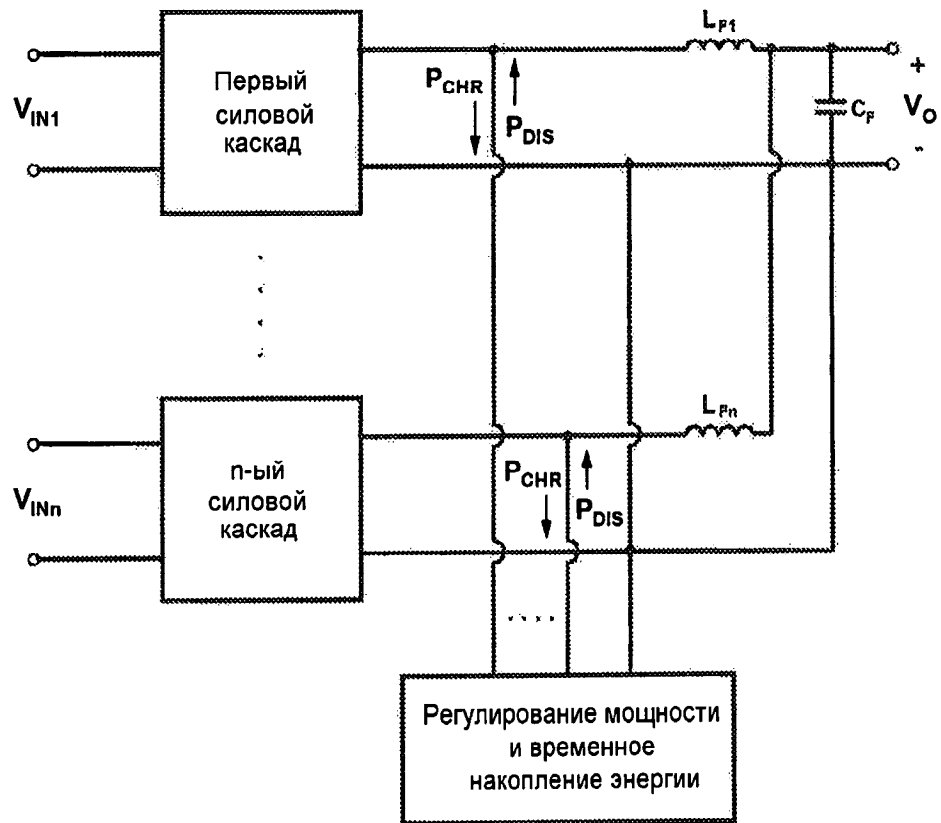
ФИГ. 7(c)



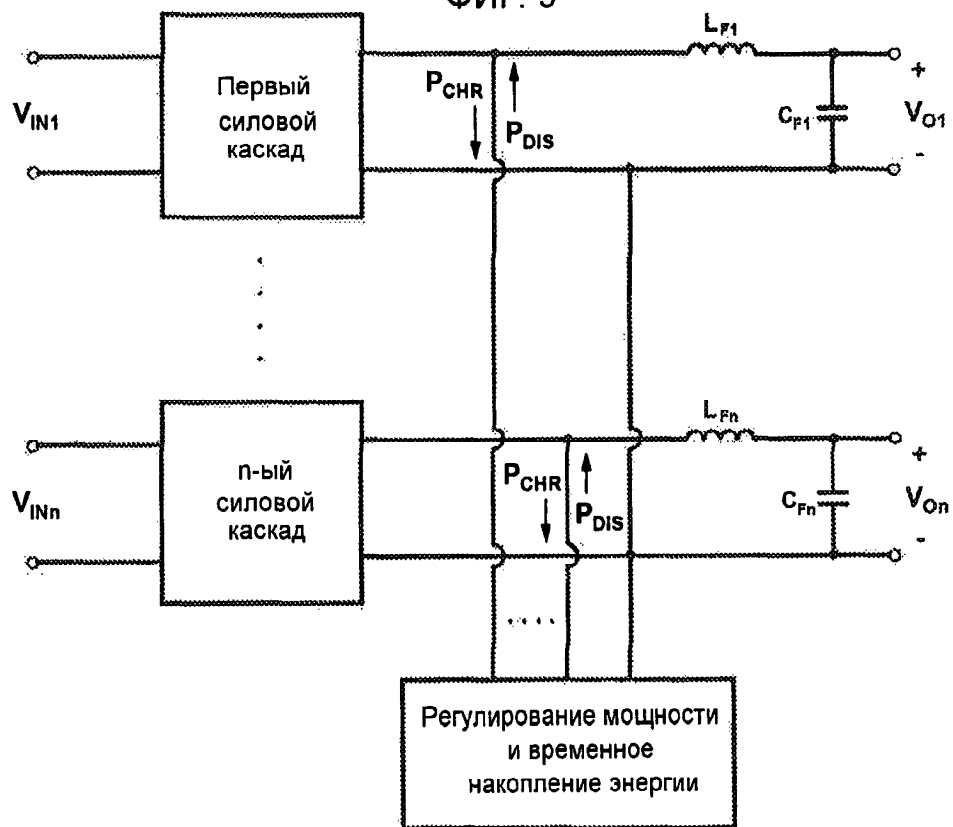
ФИГ. 7(d)



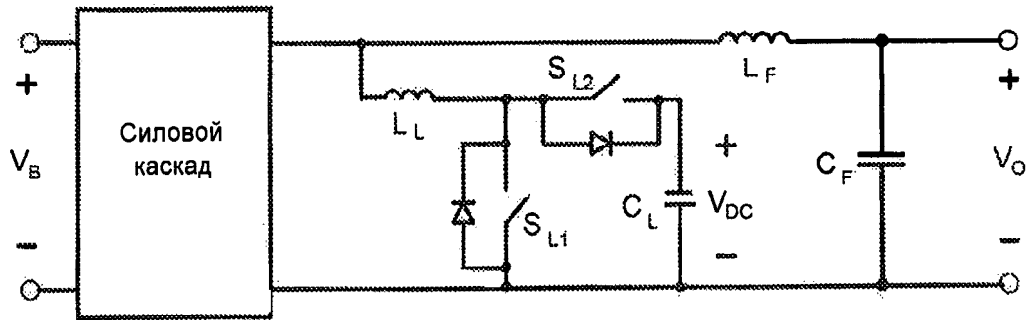
ФИГ. 8



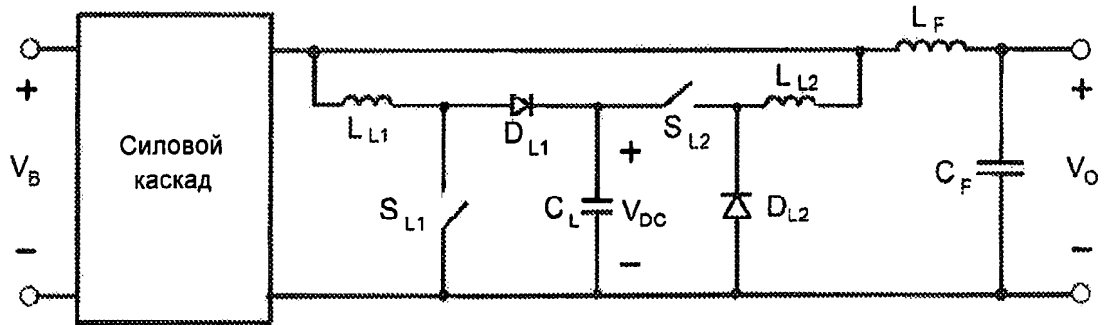
ФИГ. 9



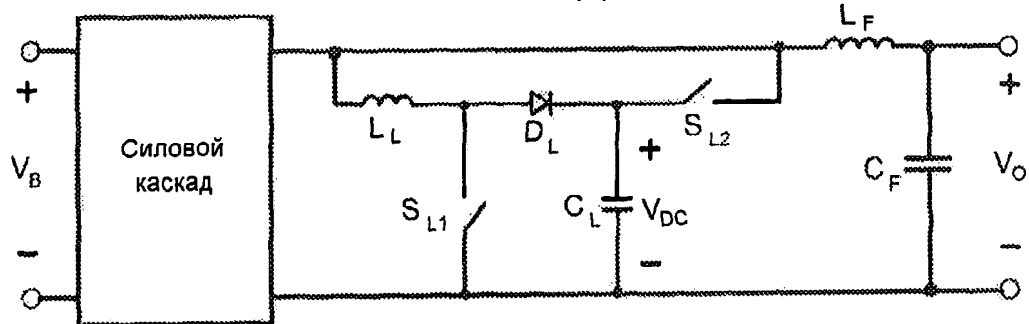
ФИГ. 10



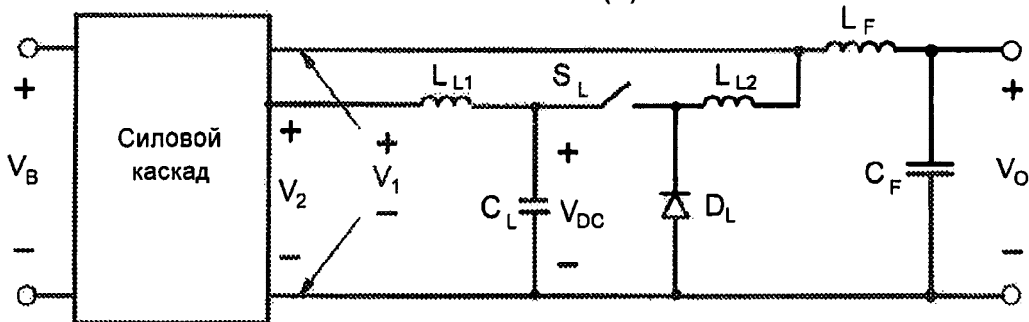
ФИГ. 11(a)



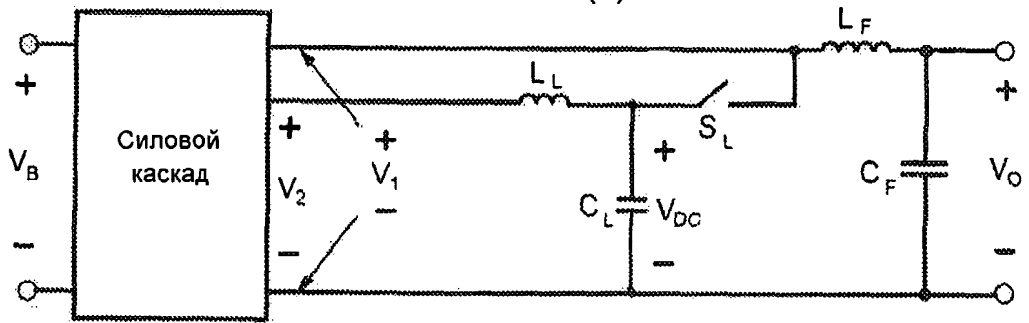
ФИГ. 11(b)



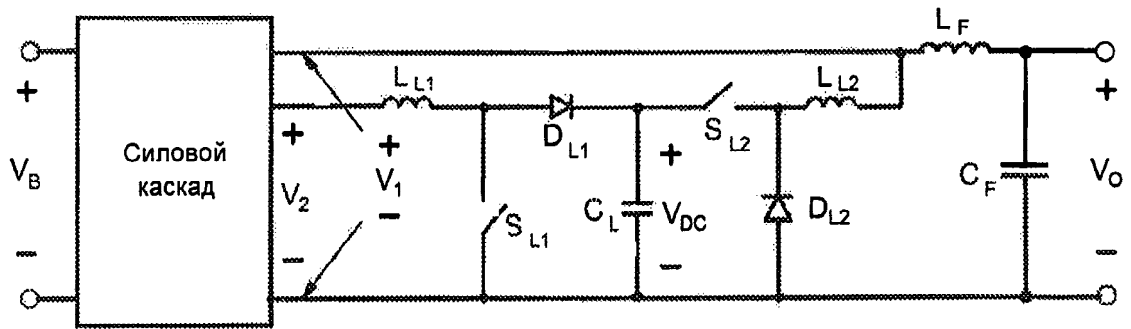
ФИГ. 11(c)



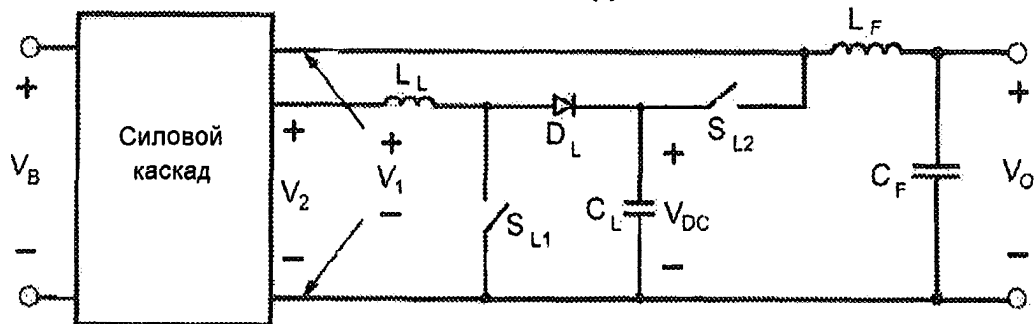
ФИГ. 11(d)



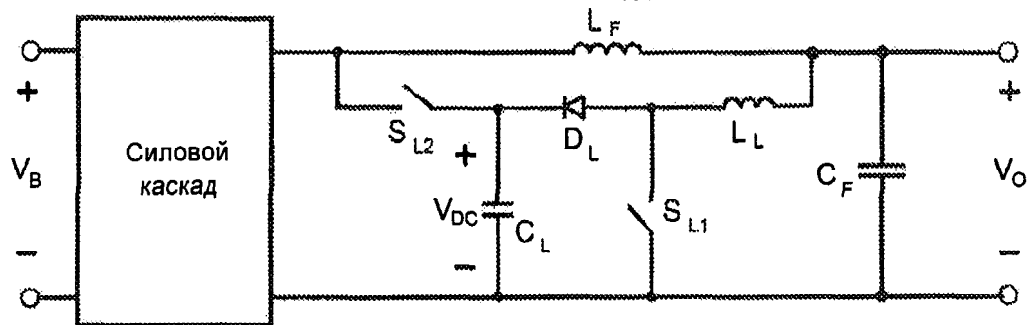
ФИГ. 11(e)



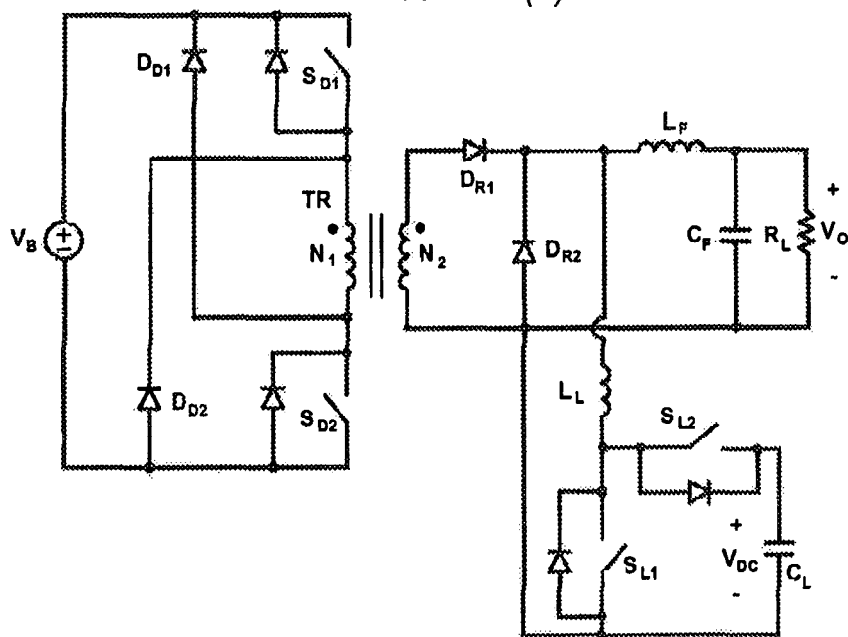
ФИГ. 11(f)



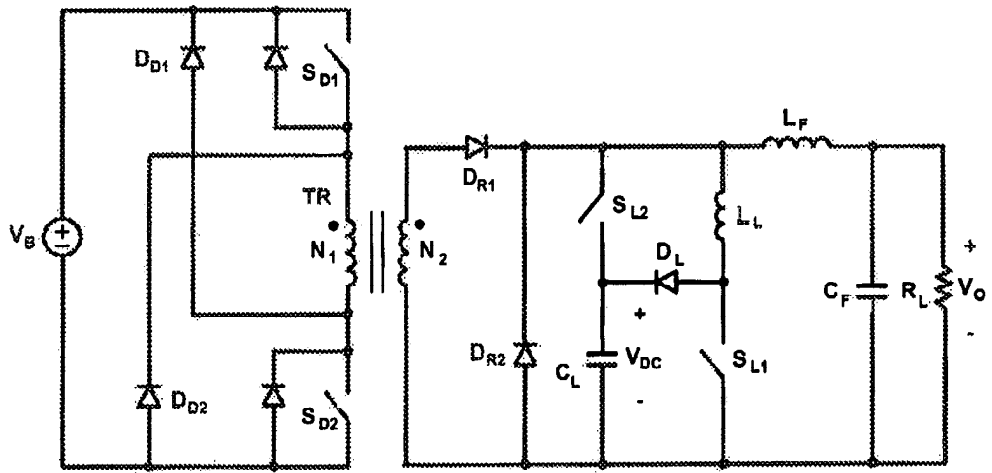
ФИГ. 11(g)



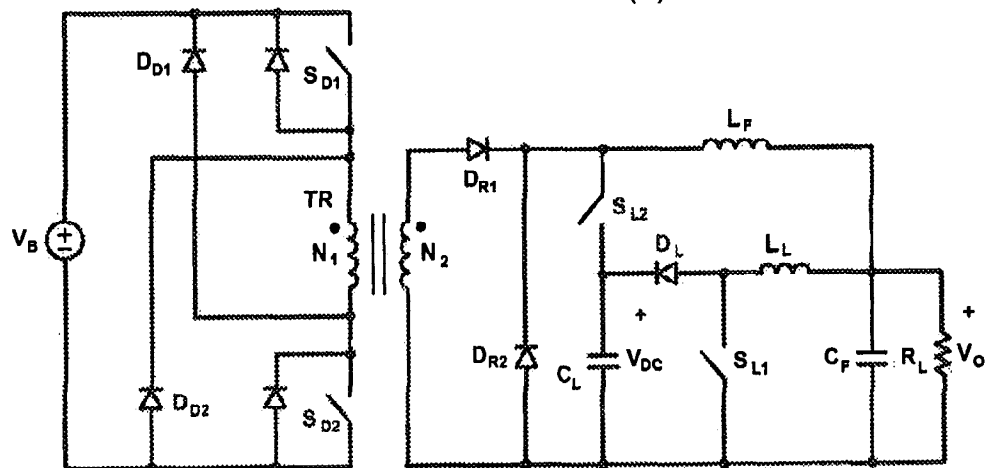
ФИГ. 11(h)



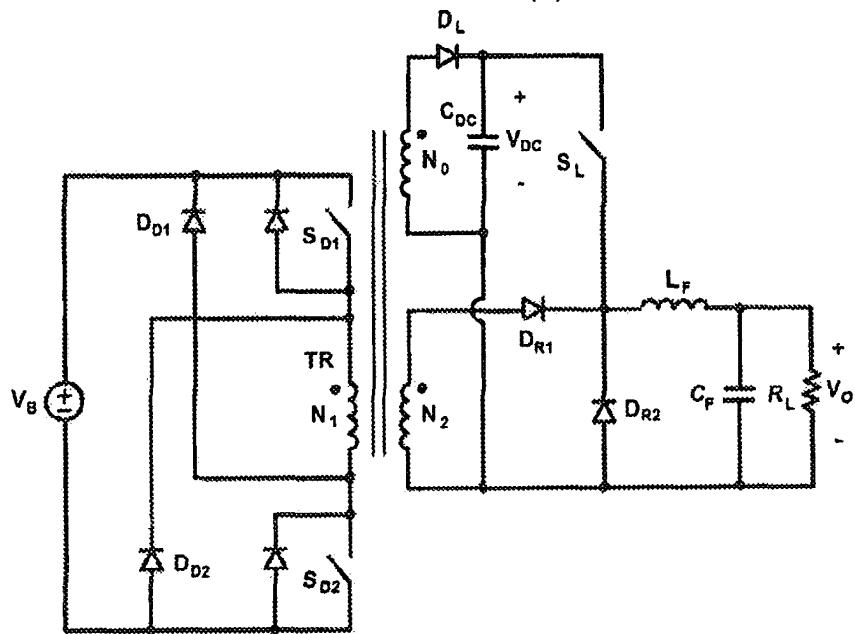
ФИГ. 12(a)



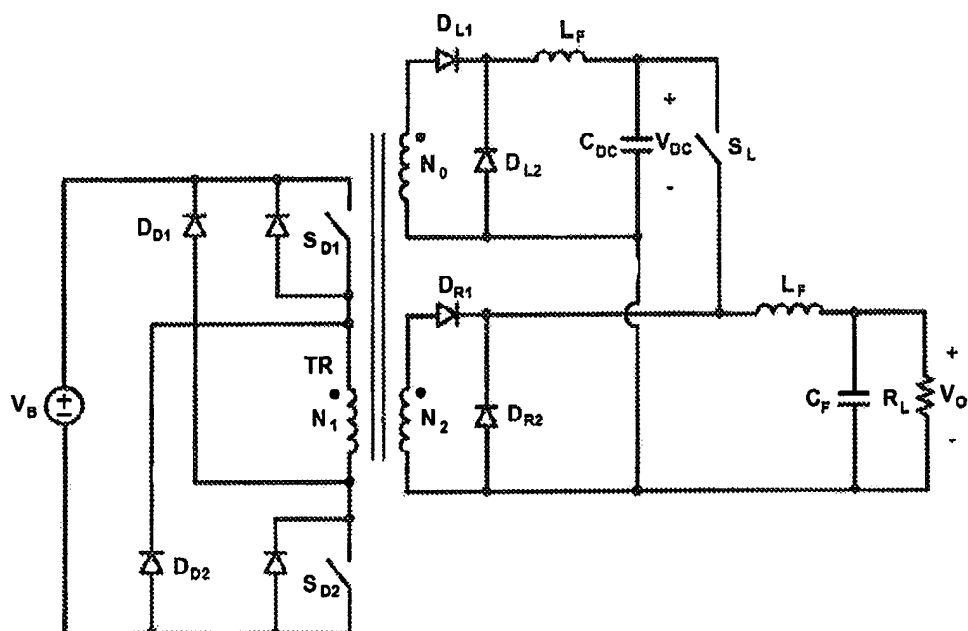
ФИГ. 12(b)



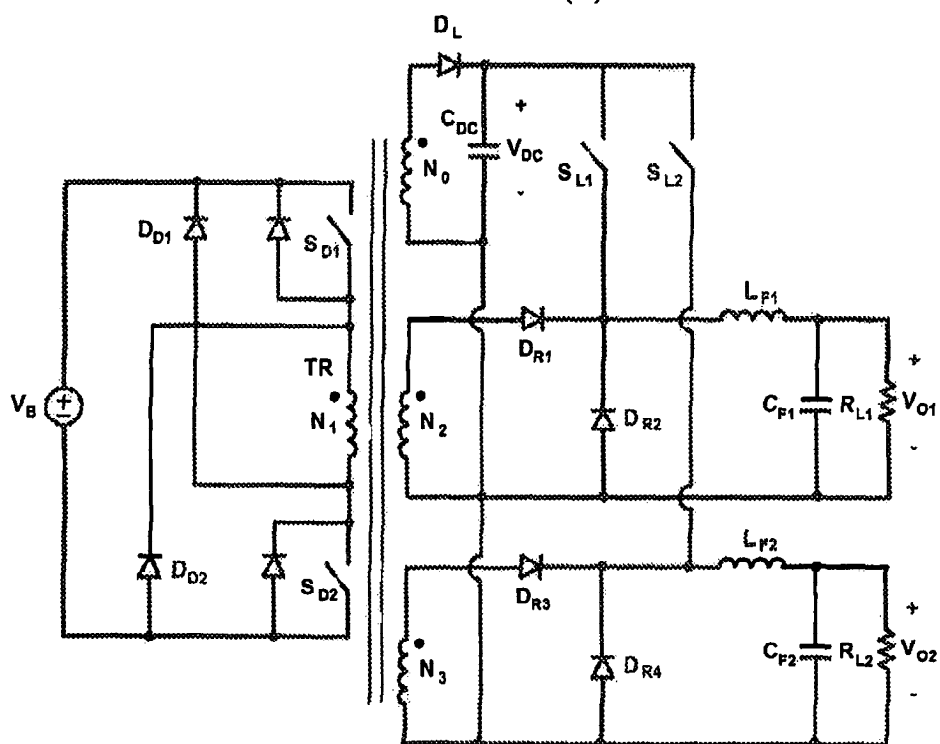
ФИГ. 12(c)



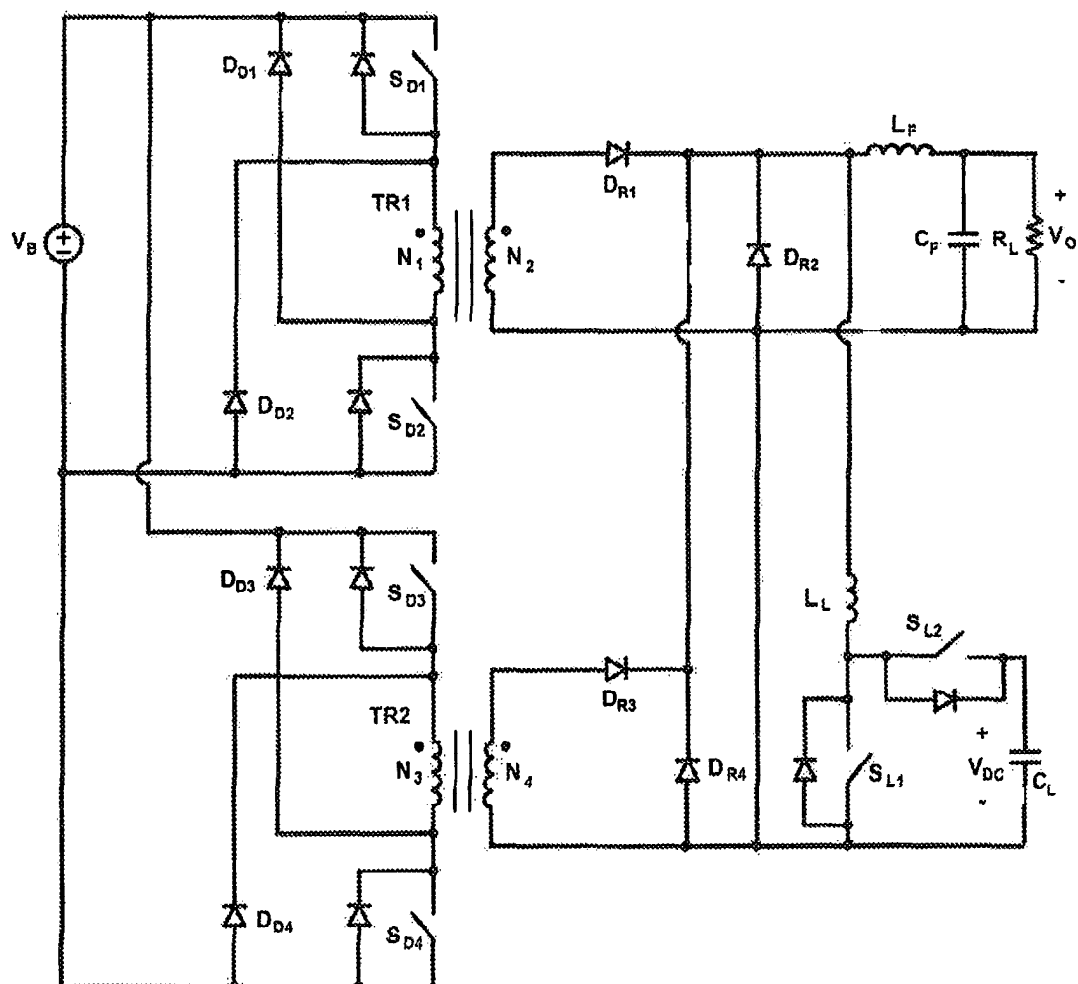
ФИГ. 12(d)



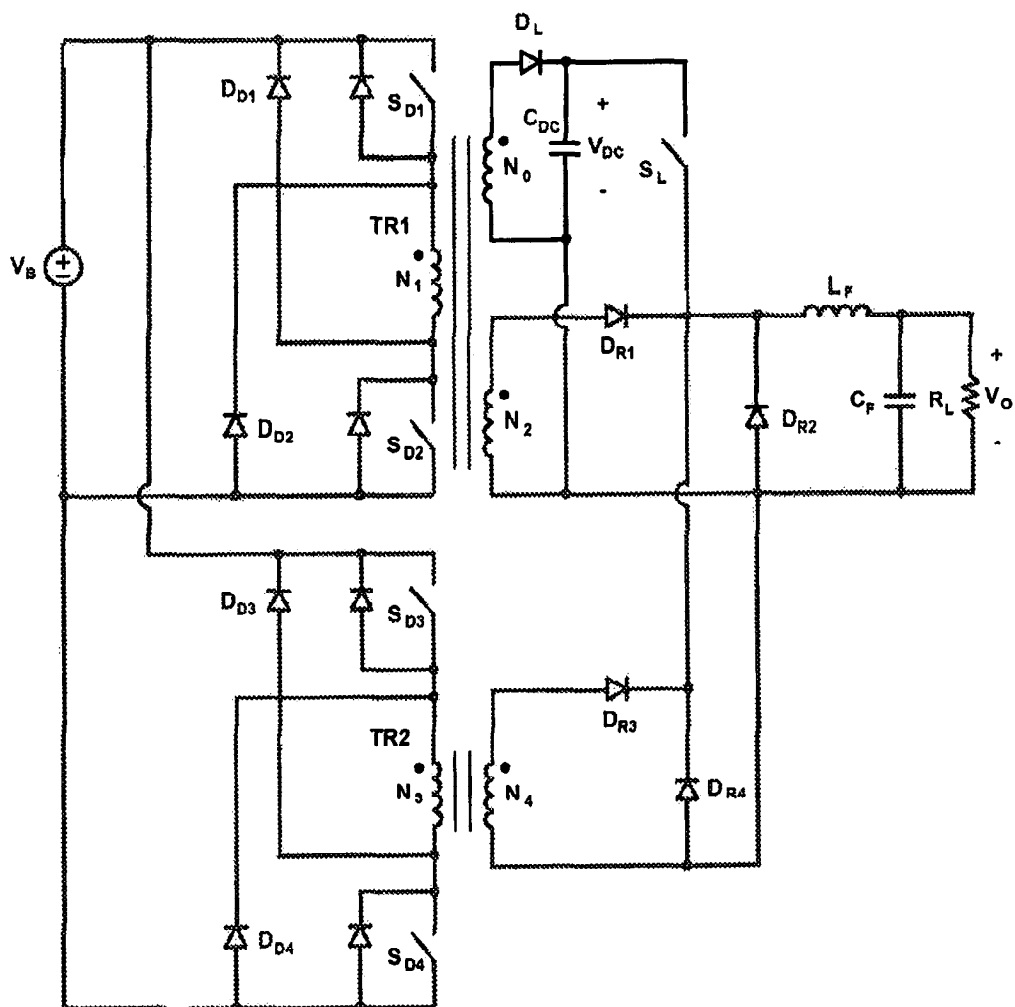
ФИГ. 12(е)



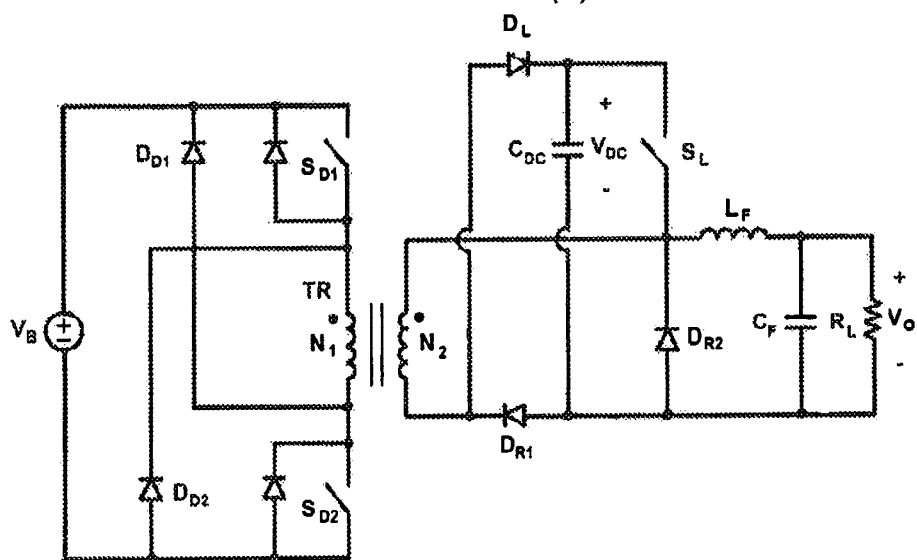
ФИГ. 12(ф)



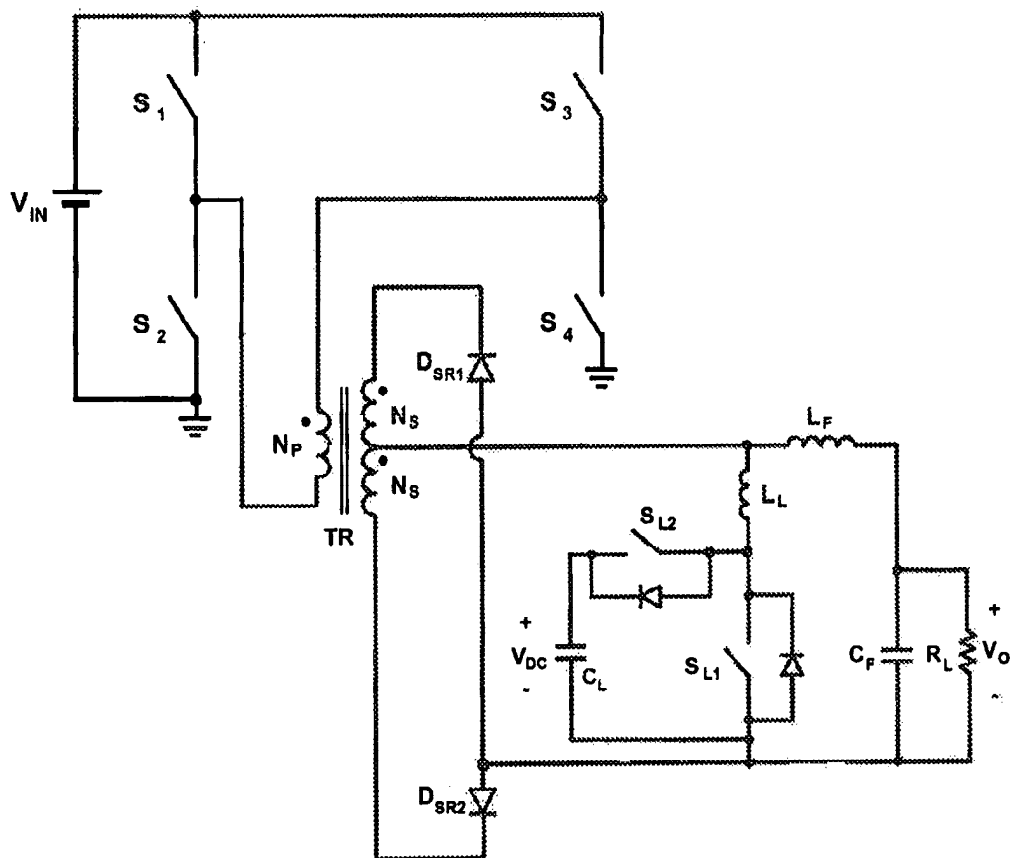
ФИГ. 12(g)



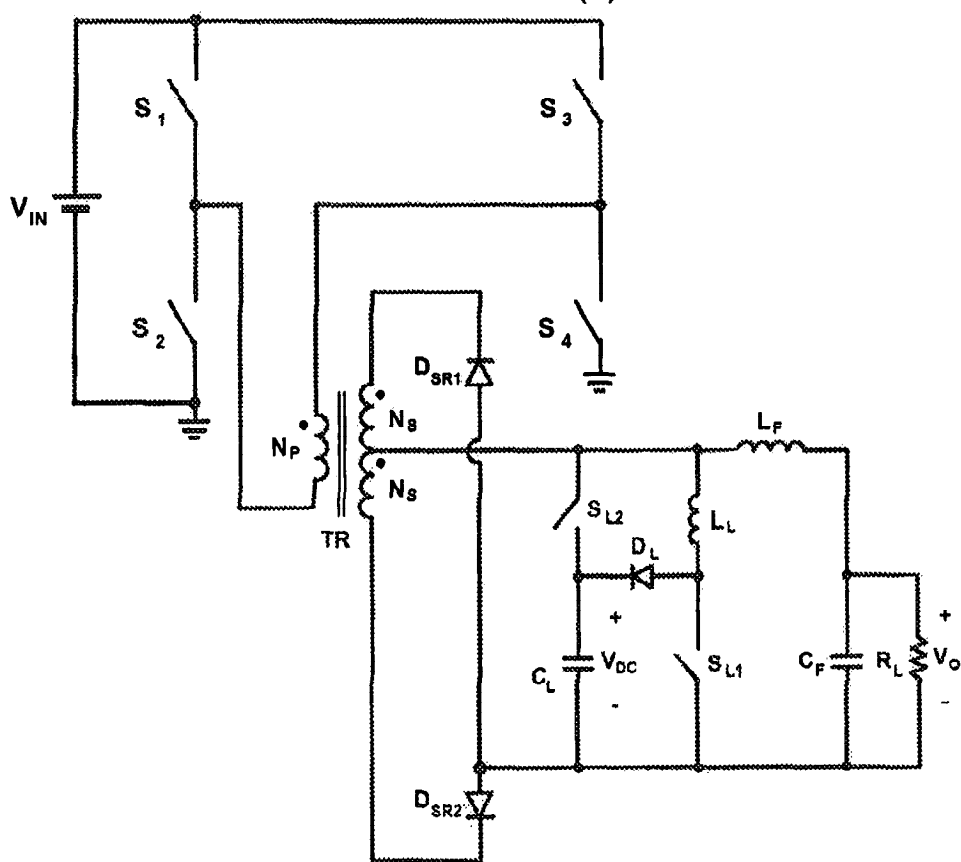
ФИГ. 12(h)



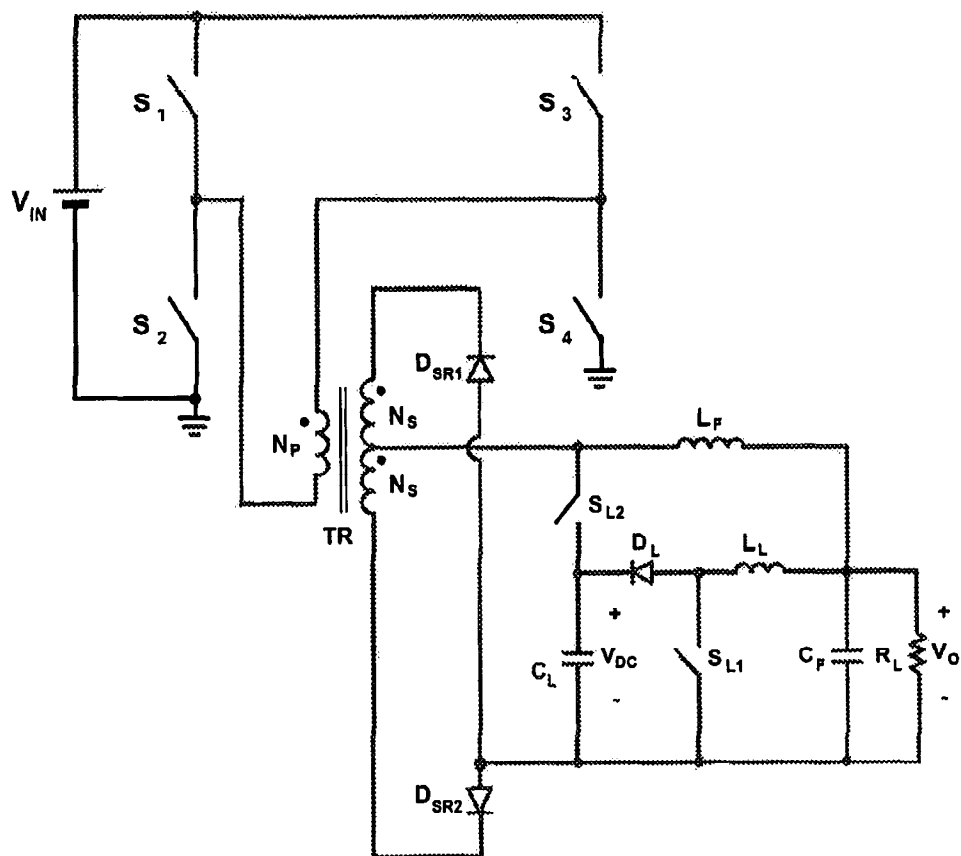
ФИГ. 12(i)



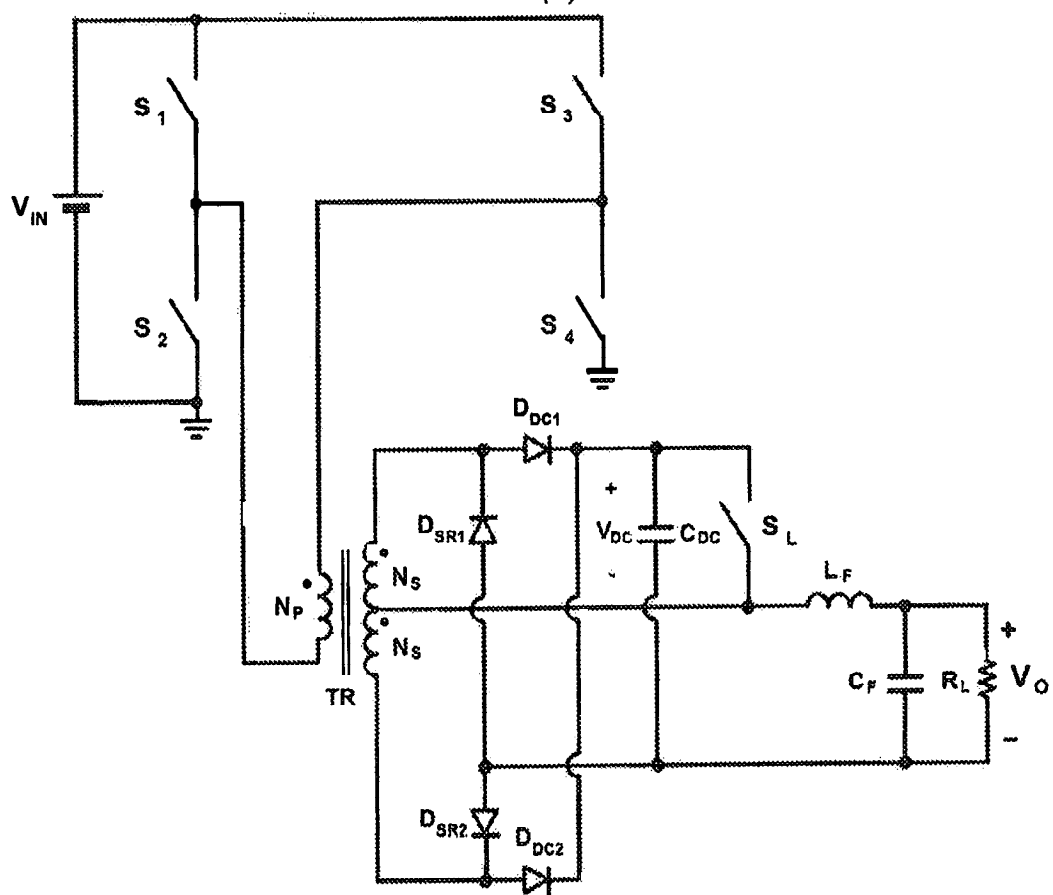
ФИГ. 13(а)



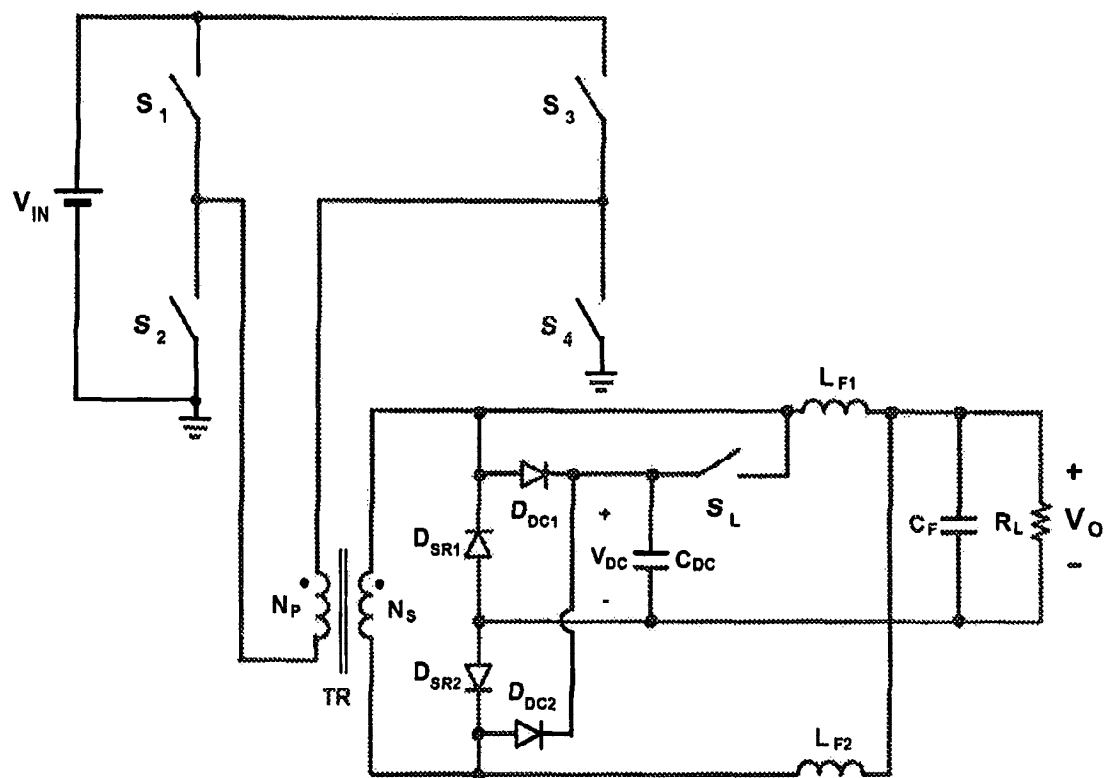
ФИГ. 13(б)



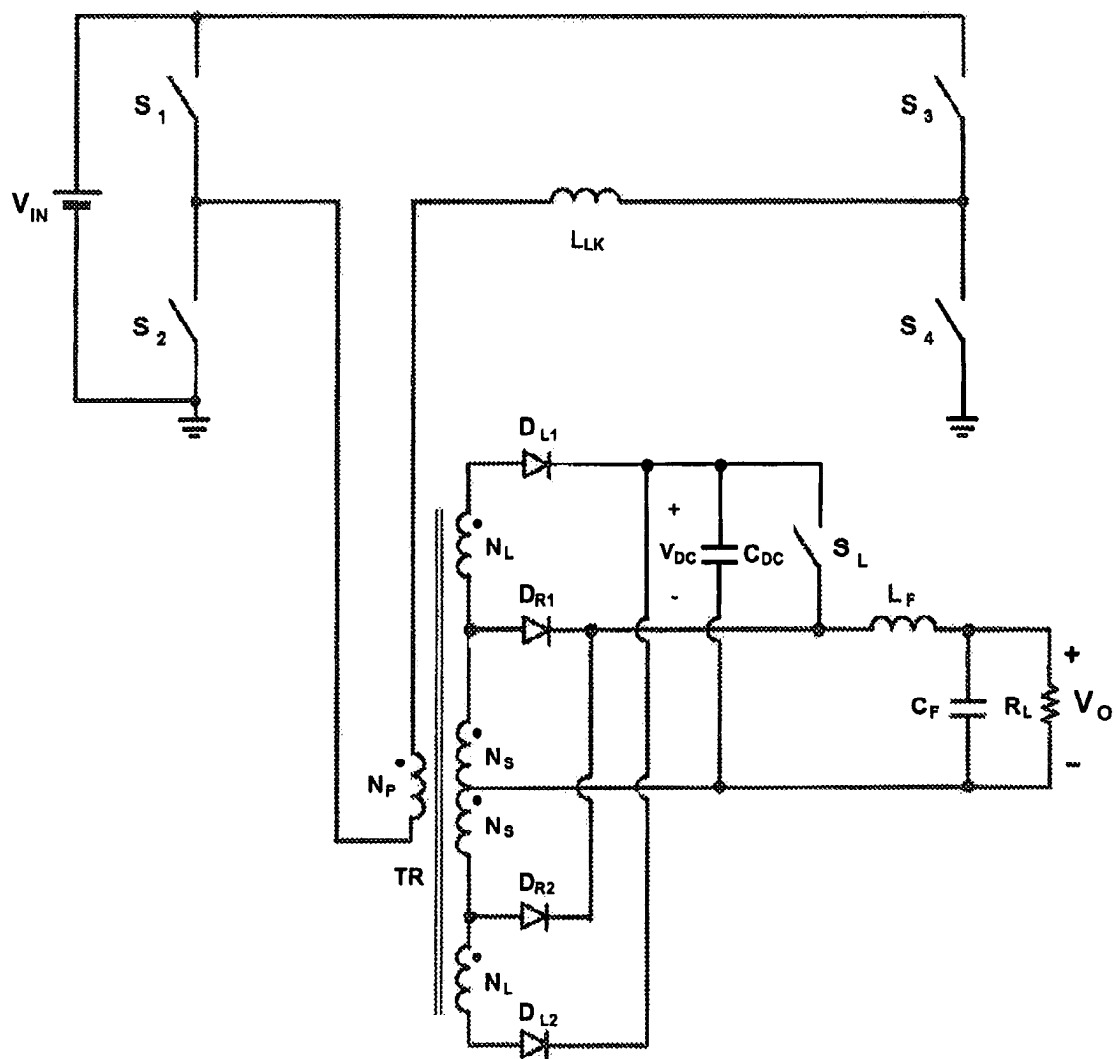
ФИГ. 13(c)



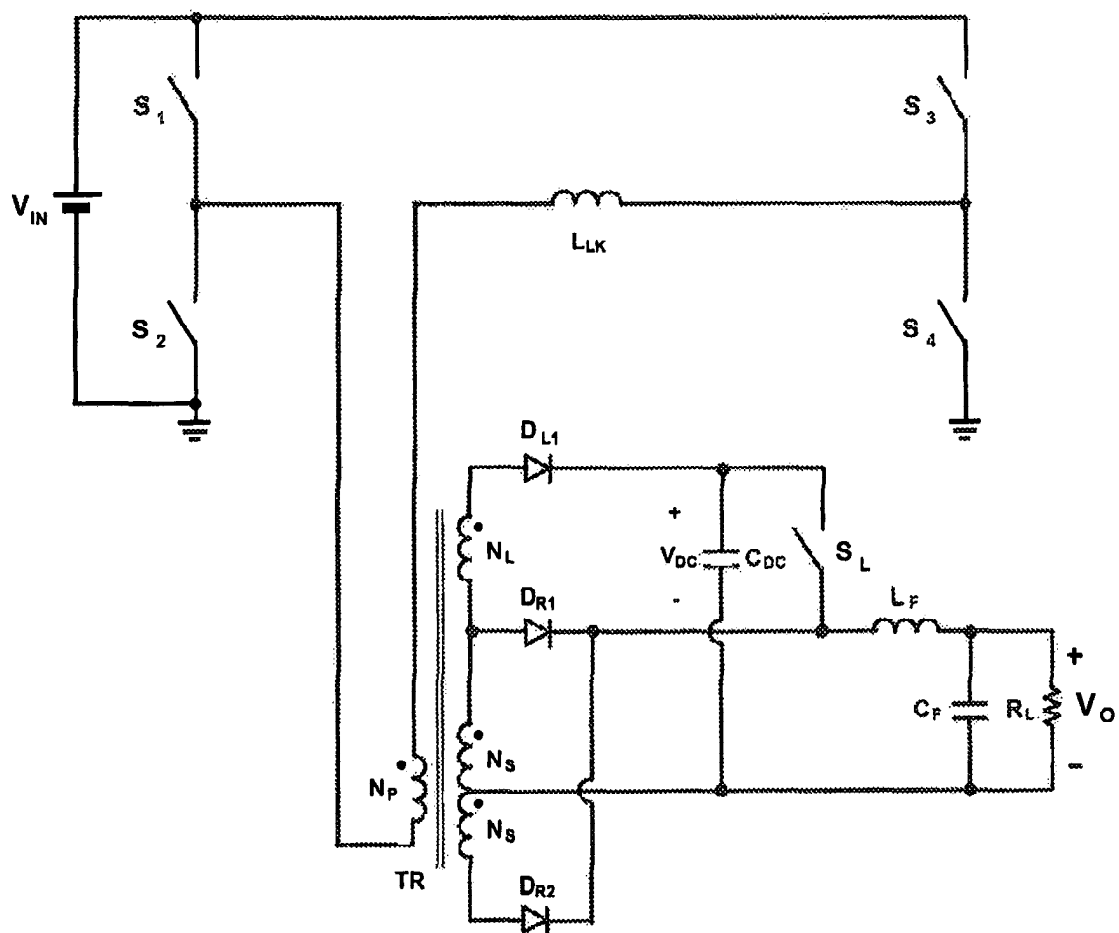
ФИГ. 13(d)



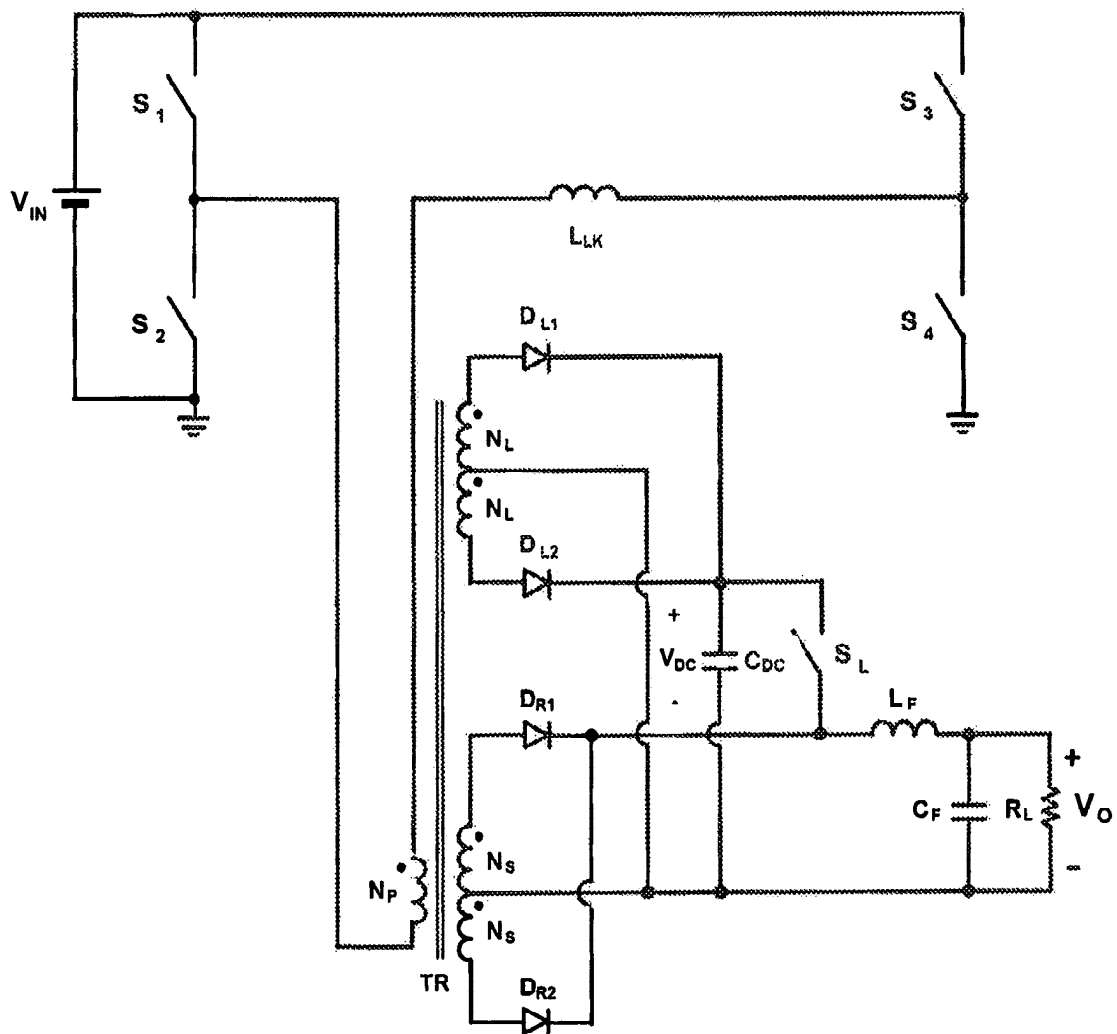
ФИГ. 13(е)



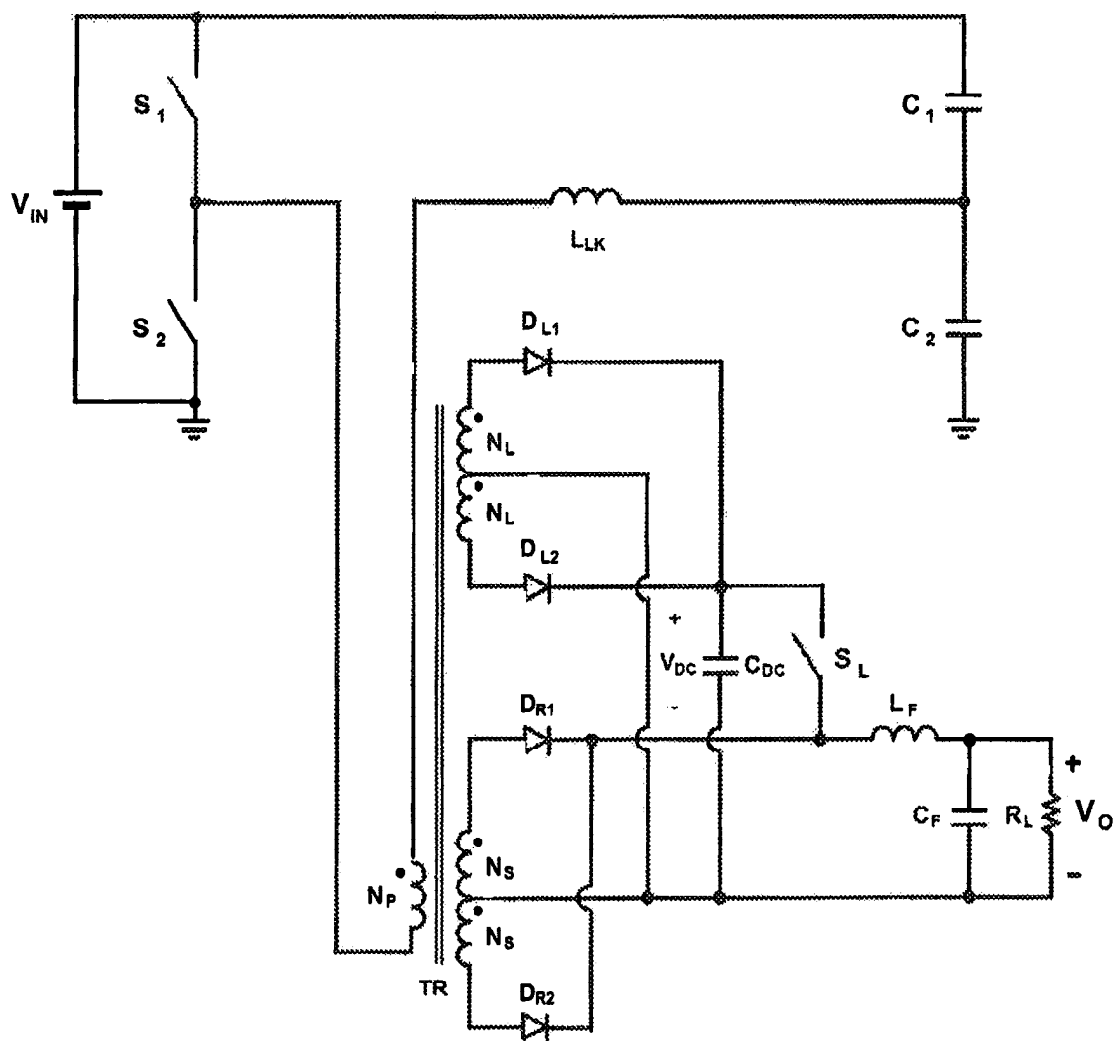
ФИГ. 13(f)



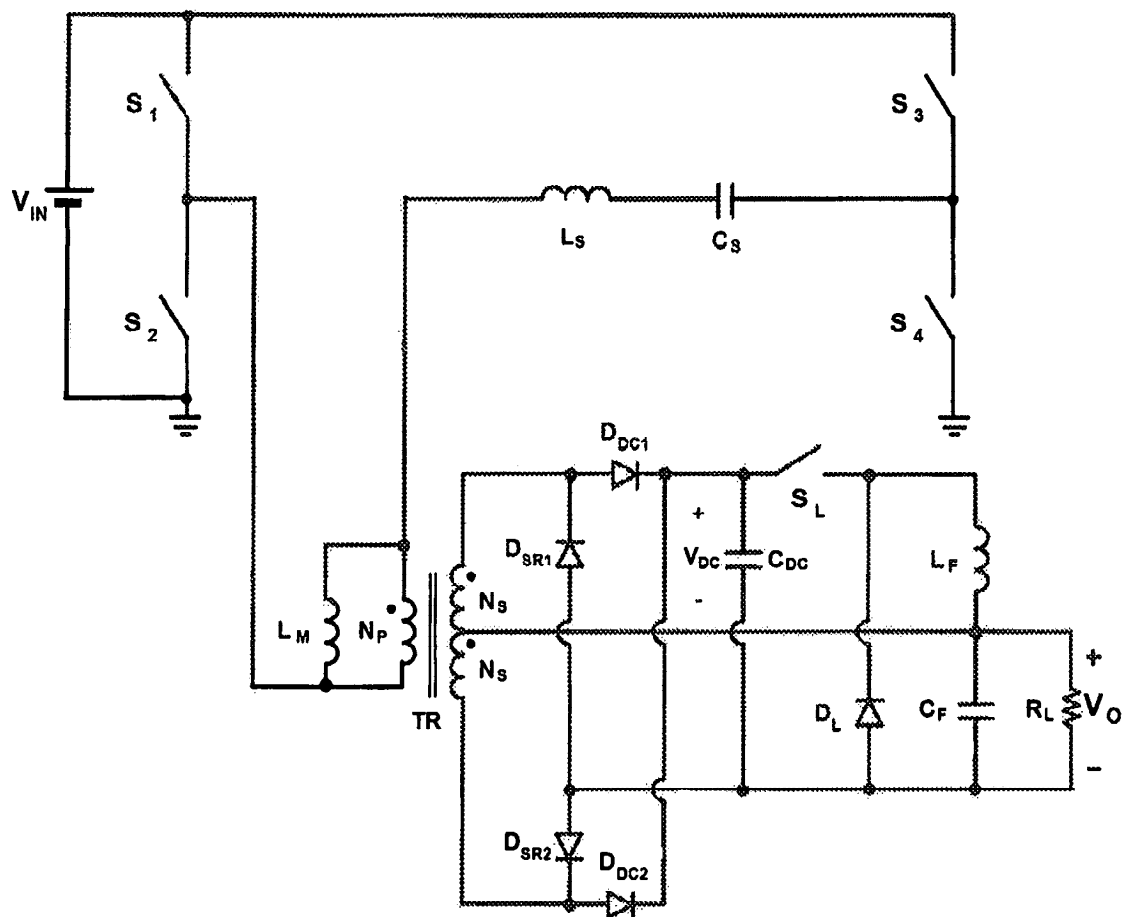
ФИГ. 13(г)



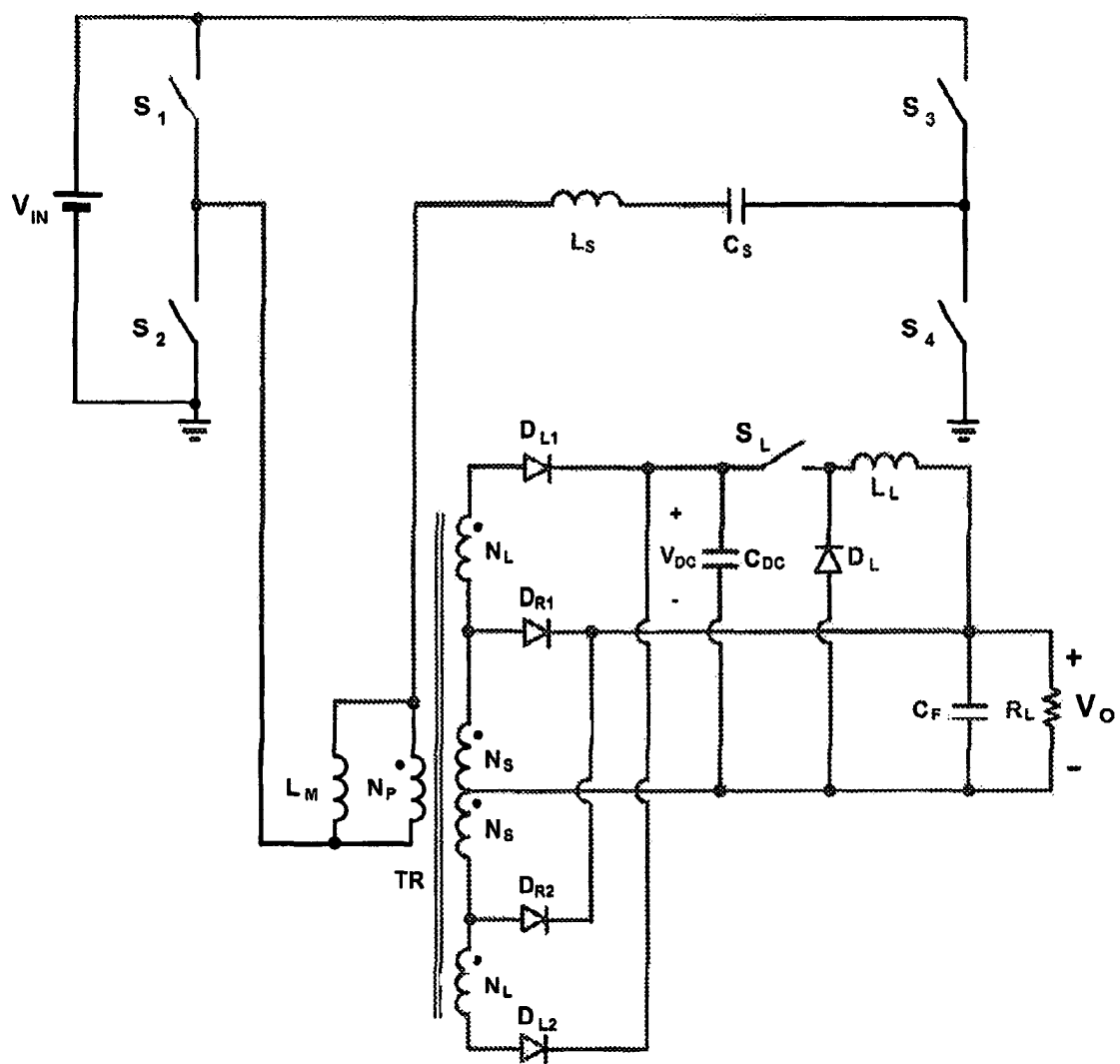
ФИГ. 13(h)



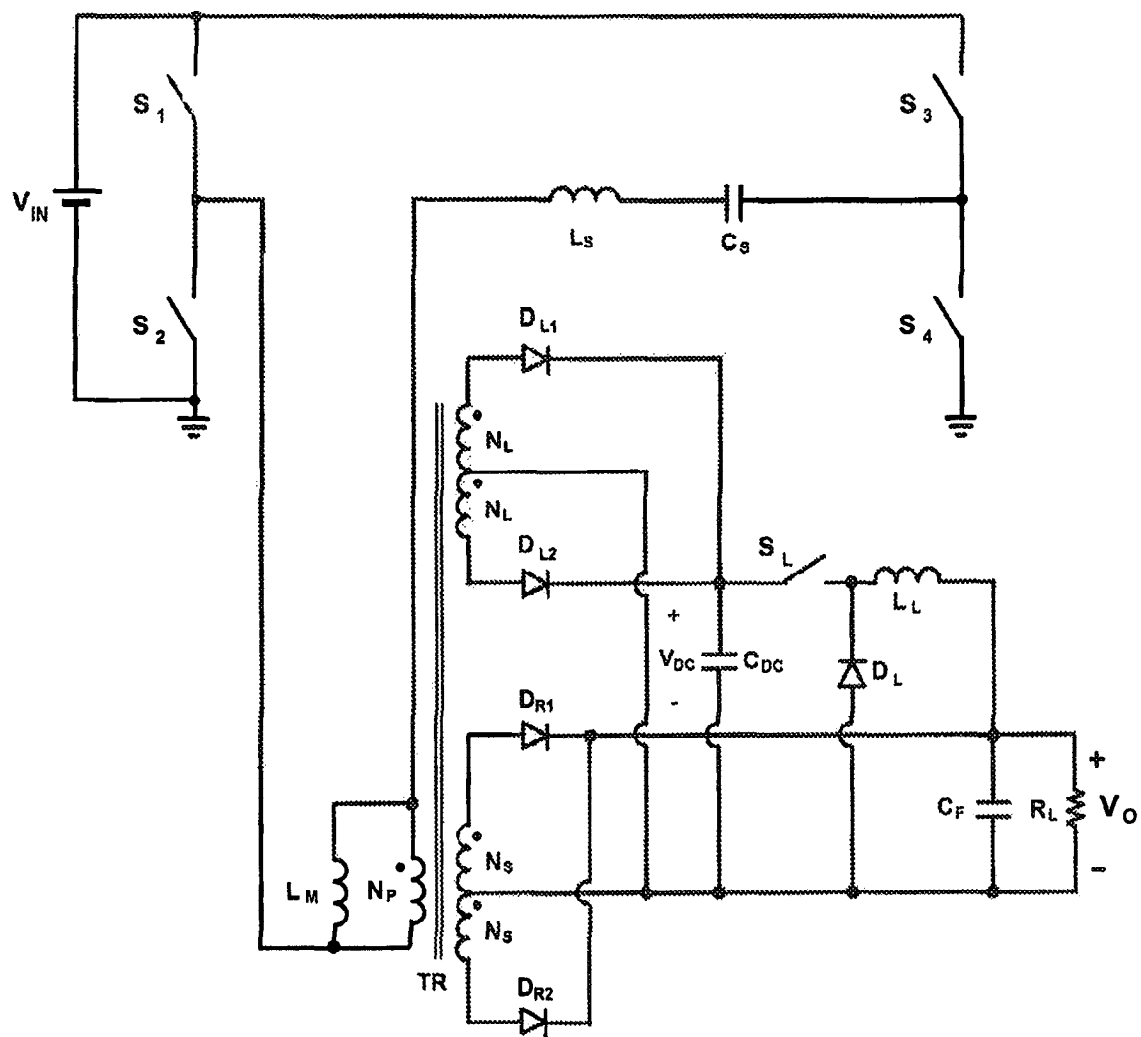
ФИГ. 14



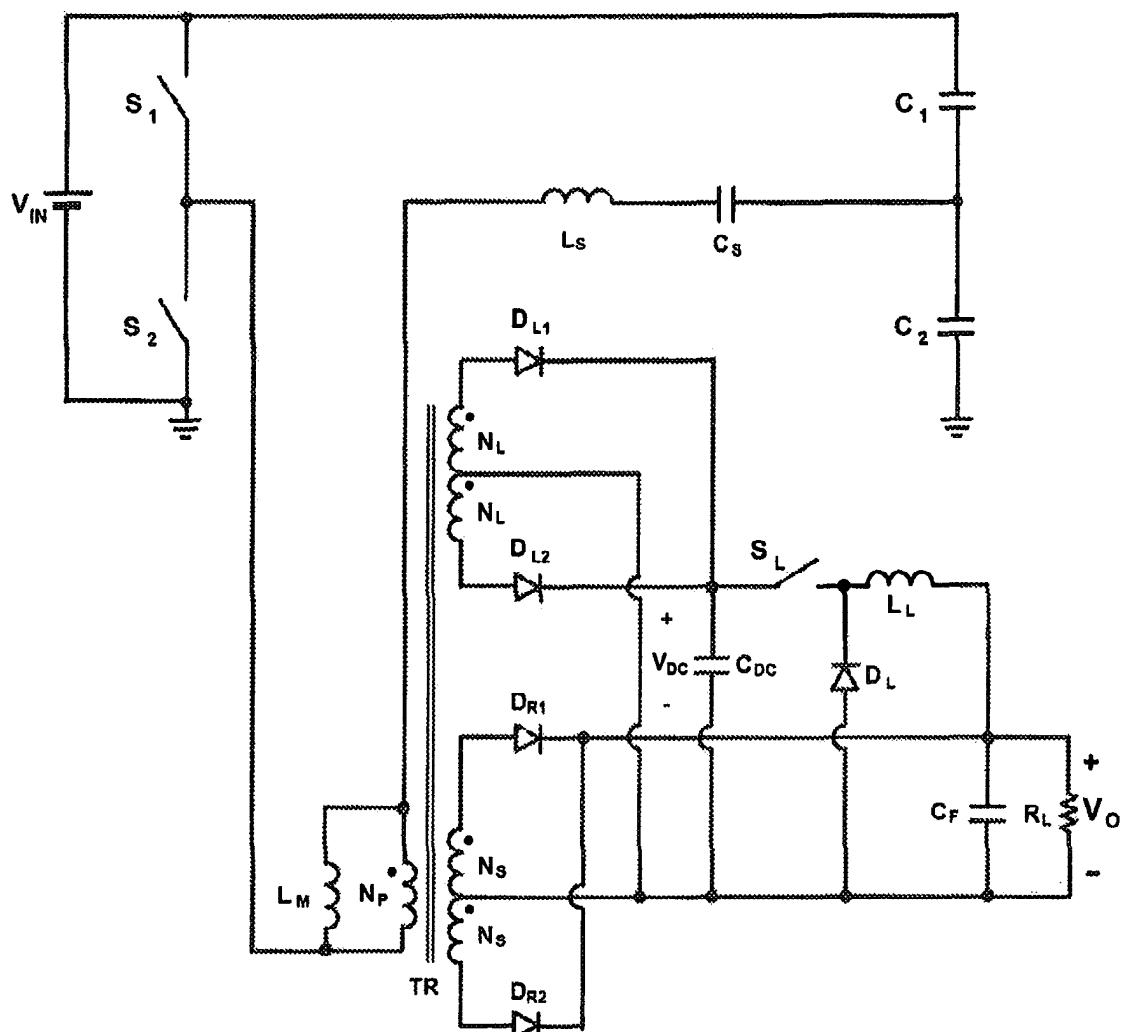
ФИГ. 15(a)



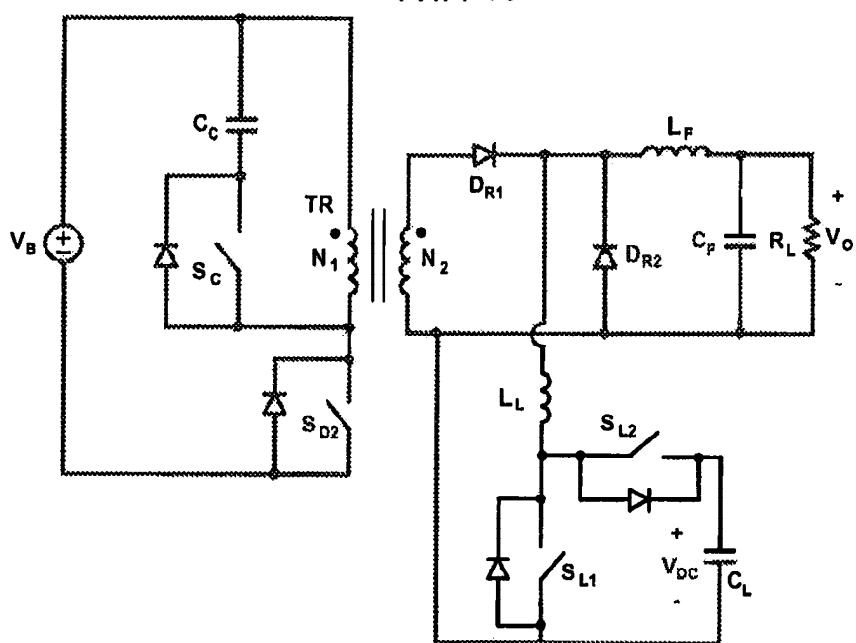
ФИГ. 15(b)



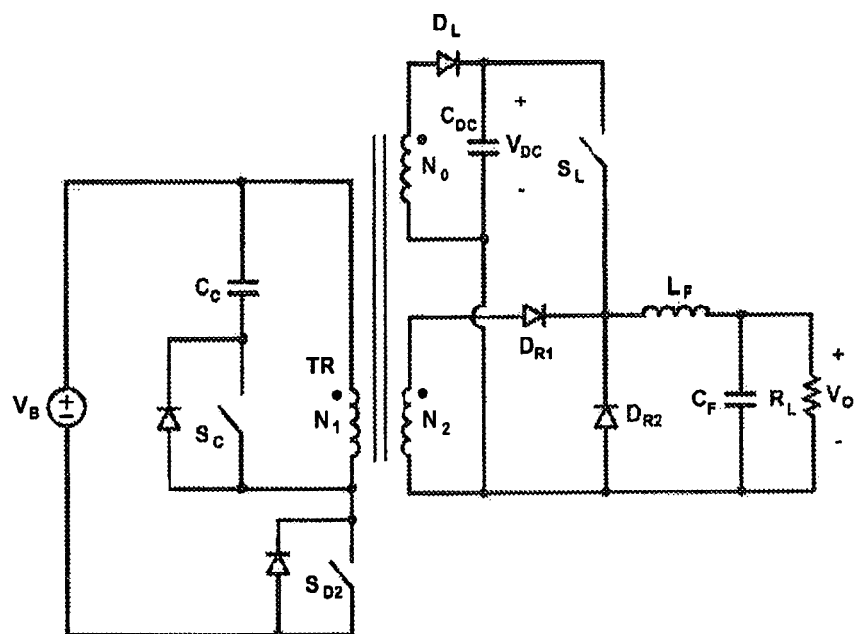
ФИГ. 15(с)



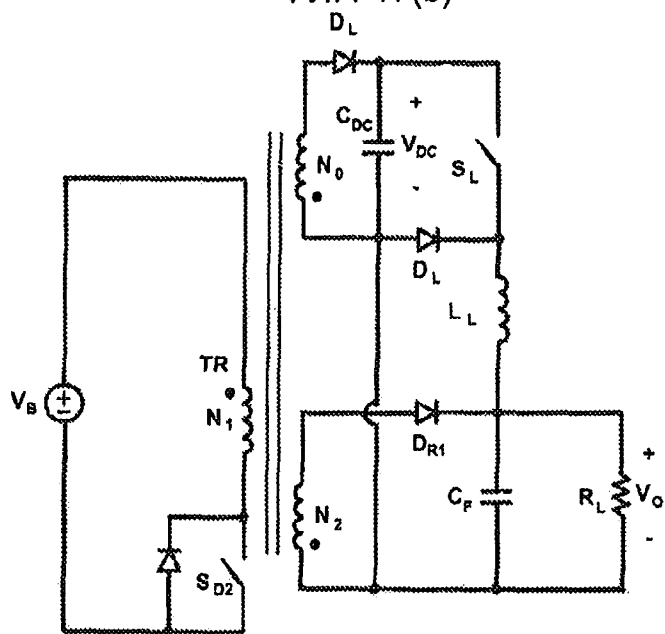
ФИГ. 16



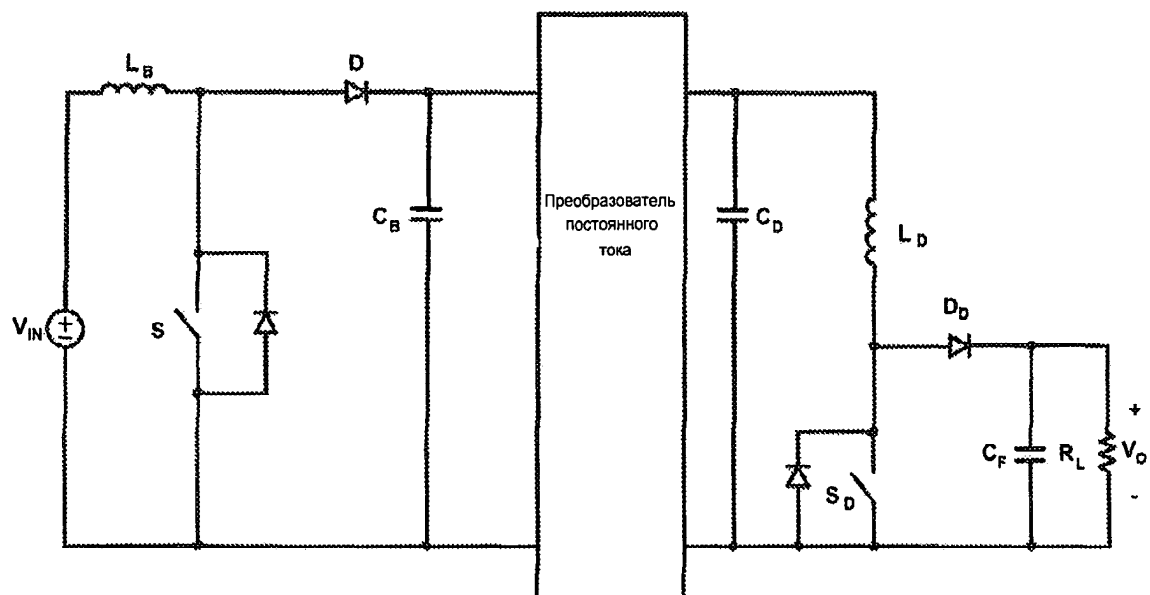
ФИГ. 17(а)



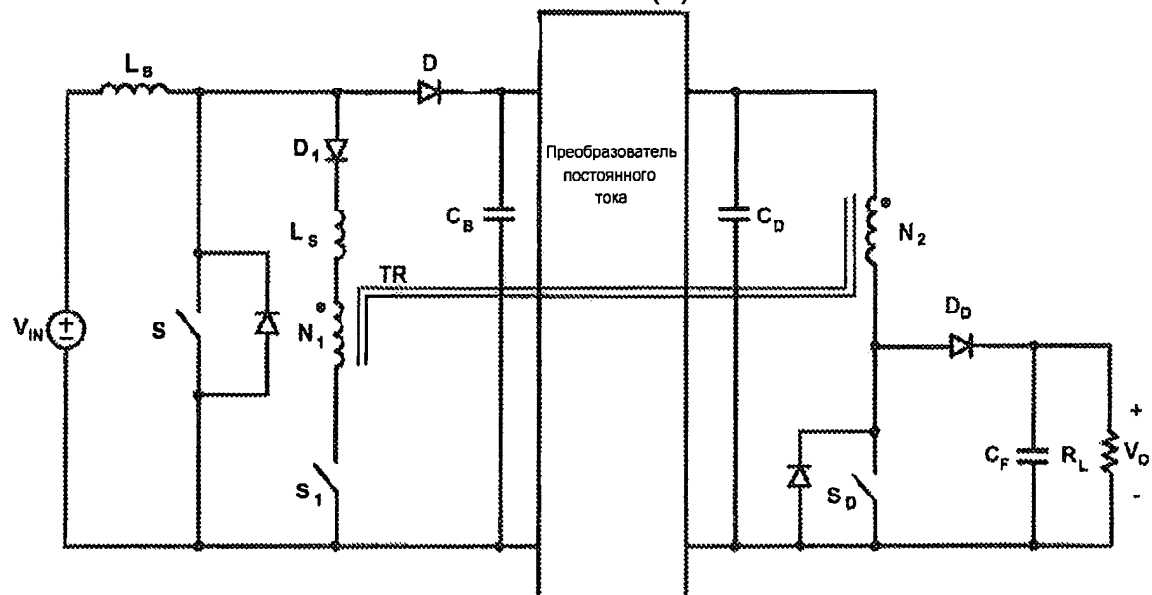
ФИГ. 17(b)



ФИГ. 18



ФИГ. 19(a)



ФИГ. 19(b)