

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **044607**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.09.14

(51) Int. Cl. **H05B 37/02** (2006.01)

(21) Номер заявки
201590969

(22) Дата подачи заявки
2012.11.21

(54) **ДРАЙВЕР ДЛЯ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ И СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ
СВЕТОДИОДНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ**

(43) **2015.08.31**

(56) US-A1-2009184668

(86) **PCT/CN2012/084953**

US-B1-8030853

(87) **WO 2014/078994 2014.05.30**

CN-A-101699922

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ВЁРСИТЕК ЛИМИТЕД (CN)

(72) Изобретатель:
Хуэй Жун Шу Юэн (CN)

(74) Представитель:
Носырева Е.Л. (RU)

(57) Настоящее изобретение предусматривает драйвер для светодиодного освещения, имеющего множество светодиодов, при этом драйвер получает входную мощность переменного тока из источника электропитания переменного тока и содержит умножитель напряжения для подачи выпрямленной выходной мощности на светодиоды для создания светового потока. Также предусмотрен способ управления светодиодным освещением, имеющим множество светодиодов, при этом способ включает: получение входной мощности переменного тока, имеющей входное напряжение; умножение входного напряжения для подачи умноженной выходной мощности на светодиоды; и выпрямление входной мощности переменного тока для подачи выпрямленной выходной мощности на светодиоды для создания светового потока.

044607
B1

044607
B1

Область техники

Настоящее изобретение относится к драйверам для светодиодного (LED) освещения и способам управления светодиодным освещением. Настоящее изобретение описано в данном документе главным образом по отношению к применениям освещения высокой мощности, но не ограничиваясь этим.

Предпосылки изобретения

Недавние работы по светодиодным драйверам показывают, что как импульсные светодиодные драйверы, использующие активные электронные ключи ("активные светодиодные драйверы"), такие как показанный на фиг. 1, так и пассивные светодиодные драйверы без активных электронных ключей ("пассивные светодиодные драйверы"), такие как показанный на фиг. 2, были предложены для светодиодных систем. На фиг. 1 показана "активная" автономная светодиодная система из ST Microelectronics Application Notes Power Supply And Power Management L6562A TSM1052 AN2711 Datasheet. Для автономных вариантов применения, в которых светодиодные системы соединяются с сетью переменного тока, активные и пассивные светодиодные драйверы по существу преобразуют источник напряжения переменного тока на частотах сети в источники тока для управления светодиодными устройствами, как правило последовательно соединенными в качестве светодиодных лент.

Для компактных моделей светодиодных драйверов активные светодиодные драйверы являются хорошим решением. Активные светодиодные драйверы основаны на технологиях импульсных источников питания. Так как частота переключения может подниматься до сотен килогерц, могут быть уменьшены размеры элементов хранения энергии, таких как катушки индуктивности и конденсаторы. Однако из-за требований к сложным электронным схемам, таким как вспомогательные источники питания, управляющие интегральные схемы, схемы вентиля для силовых переключателей и т.д., активные светодиодные драйверы являются менее надежными в наружном применении, с учетом неблагоприятных условий окружающей среды, таких как широкий диапазон температур и изменения влажности и освещения.

Пассивные светодиодные драйверы, с другой стороны, имеют простые структуры схем, которым не нужны вспомогательные источники питания, управляющие интегральные схемы, схемы вентиля для силовых переключателей и т.д. Однако из-за действия частоты сети эти пассивные драйверы обычно нуждаются в пассивных элементах хранения энергии большего размера. Эти элементы включают электролитические конденсаторы, которые имеют ограниченный срок эксплуатации и являются высокочувствительными к воздействию температуры. Как правило, электролитические конденсаторы, часто используемые в светодиодном освещении, имеют срок эксплуатации в 15000 часов или 1,7 года. Срок эксплуатации удваивается, если рабочая температура светодиодного освещения уменьшается на 10°C, и сокращается вдвое, если рабочая температура увеличивается на 10°C. Тем не менее из-за простоты их схем и прочности при неблагоприятной окружающей среде, пассивные светодиодные драйверы более надежны в наружном применении.

В заявке на патент США №13/129793 описаны прочные светодиодные драйверы для неблагоприятной окружающей среды, в которых используется способ реализации пассивного драйвера без необходимости применения электролитических конденсаторов. Эти пассивные светодиодные драйверы основаны на мостовом диодном выпрямителе, как показано на фиг. 2. Выходное напряжение диодного выпрямителя сглаживается с помощью не электролитического конденсатора C3 и выходная катушка индуктивности преобразует это напряжение конденсатора в источник тока для управления светодиодной нагрузкой. В некоторых случаях конденсатор C3 может заменяться схемами пассивной коррекции коэффициента мощности различных типов, как показано на фиг. 3.

Для систем светодиодного освещения высокой мощности, таких как используются в уличном освещении, светодиодные устройства обычно соединены последовательно для формирования светодиодных лент. Если требуется высокая мощность, иногда необходимо использовать параллельно соединенные ленты для достижения необходимой мощности и параметров освещения. Поскольку светодиодные устройства не полностью идентичны, даже если их производит один производитель, вольт-амперные характеристики (ВАХ) светодиодных устройств одного типа конструкции являются не совсем одинаковыми. Таким образом, вольт-амперные характеристики параллельно соединенных светодиодных лент также различаются. Такие различия могут привести к проблеме небаланса токов что, в свою очередь, может привести к неравномерному распределению свету и тепла, и более того, к сокращению срока эксплуатации светодиодных модулей из-за непредусмотренного возникновения сверхтока.

Для решения проблемы небаланса токов в параллельно соединенных светодиодных лентах, были предложены различные методики, например, рассмотренные в "Novel Self-configurable Current Mirror Techniques for Reducing Небаланс токов in Parallel Light-Emitting Diode (LED) strings" authored by Li S.N, Zhong W.Z., Chen W., and Hui S.Y.R. in IEEE Transactions on Power Electronics, Volume: 27, Issue: 4, 2012, стр. 2153-2162. В общем, схемы токового зеркала и методы токового управления в режиме импульсного преобразования обычно используют для уменьшения небаланса токов в лентах с параллельным током. Одна схема уравнивания, использованная в таких методиках, показана на фиг. 4. Однако использование этих способов и методов, несмотря на их форму, увеличит сложность схемы и затраты.

Описание изобретения

Техническая проблема.

Цель настоящего изобретения заключается в преодолении или устранении по меньшей мере одного из недостатков данного уровня техники, или в предоставлении эффективной альтернативы.

Решение проблемы.

Техническое решение.

Настоящее изобретение предусматривает, в первом аспекте, драйвер для светодиодного освещения, имеющего множество светодиодов, при этом драйвер получает входную мощность переменного тока от источника электропитания переменного тока и содержит умножитель напряжения для подачи выпрямленной выходной мощности на светодиоды для создания светового потока, и сглаживающий конденсатор между умножителем напряжения и светодиодами, причем драйвер не имеет схем пассивной коррекции коэффициента мощности и активных ключей.

Предпочтительно множество светодиодов соединены последовательно.

В разных вариантах осуществления умножитель напряжения представляет собой одно или любую комбинацию из: удвоителя напряжения, утроителя напряжения и учетвертителя напряжения. В некоторых вариантах осуществления умножитель напряжения представляет собой одно или комбинацию из: удвоителя напряжения Делона и удвоителя напряжения Гренашера.

Предпочтительно драйвер обеспечивает изменение в выпрямленной выходной мощности, соответствующее изменению в световом потоке, незаметному для человеческого глаза.

Предпочтительно драйвер содержит входной конденсатор между источником электропитания переменного тока и умножителем напряжения. Предпочтительно драйвер содержит выходной конденсатор между умножителем напряжения и светодиодами. Также предпочтительно драйвер содержит входную катушку индуктивности между источником электропитания переменного тока и умножителем напряжения. Кроме того, драйвер предпочтительно содержит выходную катушку индуктивности между умножителем напряжения и светодиодами.

В некоторых вариантах осуществления, драйвер содержит схему пассивной коррекции коэффициента мощности между умножителем напряжения и светодиодами.

Предпочтительно светодиоды представлены в виде последовательно соединенных лент, соединенных последовательно. Предпочтительно последовательно соединенные ленты расположены параллельно.

Настоящее изобретение также предусматривает во втором аспекте способ управления светодиодным освещением, имеющим множество светодиодов, при этом способ включает:

получение входной мощности переменного тока, имеющей входное напряжение,

умножение входного напряжения для подачи умноженного выходного напряжения на светодиоды;

выпрямление входной мощности переменного тока для подачи выпрямленной выходной мощности на светодиоды для создания светового потока, и

сглаживание входной мощности переменного тока с помощью сглаживающего конденсатора для обеспечения изменения в выпрямленной выходной мощности, соответствующего изменению в световом потоке, незаметному для человеческого глаза, без применения схем пассивной коррекции коэффициента мощности и активных ключей.

Предпочтительно множество светодиодов соединены последовательно.

В некоторых вариантах осуществления входное напряжение увеличивается в два, три, или четыре раза. В некоторых вариантах осуществления входное напряжение умножается при помощи одного или комбинации из: удвоителя напряжения Делона и удвоителя напряжения Гренашера.

Краткое описание графических материалов

Описание графических материалов.

Предпочтительные варианты осуществления согласно наилучшему варианту настоящего изобретения будут далее описаны лишь в качестве примера со ссылками на прилагаемые графические материалы, на которых:

на фиг. 1 показана схема автономной светодиодной системы известного уровня техники, использующей активный драйвер;

на фиг. 2 показана схема автономной светодиодной системы известного уровня техники, использующей пассивный драйвер;

на фиг. 3 показана схема другой автономной светодиодной системы известного уровня техники, использующей пассивный драйвер;

на фиг. 4 показана схема дополнительной автономной светодиодной системы известного уровня техники, имеющей параллельно соединенные светодиодные ленты и использующей пассивный драйвер и схему уравнивания;

на фиг. 5 показана схема драйвера для светодиодного освещения согласно варианту осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 6 показана схема драйвера для светодиодного освещения согласно другому варианту осуществления настоящего изобретения; и

на фиг. 7 показана схема драйвера для светодиодного освещения согласно дополнительному вари-

анту осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 8 показана схема драйвера для светодиодного освещения согласно другому варианту осуществления настоящего изобретения; и

на фиг. 9 показана схема драйвера для светодиодного освещения согласно еще одному варианту осуществления настоящего изобретения.

Предпочтительный вариант осуществления изобретения

Предпочтительный вариант.

Ссылаясь на графические материалы вариант осуществления настоящего изобретения предусматривает драйвер 1 для светодиодного освещения, имеющего множество светодиодов 2. Драйвер 1 получает входную мощность переменного тока из источника 3 электропитания переменного тока и содержит умножитель 4 напряжения для подачи выпрямленной выходной мощности на светодиоды 2 для создания светового потока.

В зависимости от требований конкретной области применения умножитель напряжения может быть одним или представлять собой комбинацию из: удвоителя напряжения, утроителя напряжения и учетверителя напряжения. Например, в некоторых вариантах осуществления используют один умножитель напряжения или комбинацию из: удвоителя напряжения Делона и удвоителя напряжения Гренашера.

В частности, драйвера согласно настоящему изобретению подходят для использования в качестве пассивных светодиодных драйверов для вариантов применения высокой мощности, таких как уличное освещение и другие применения наружного освещения. Драйверы, предусмотренные настоящим изобретением, уменьшают необходимое количество параллельно соединенных светодиодных лент или совсем исключают потребность в параллельно соединенных светодиодных лентах. В последнем случае все светодиоды соединены последовательно и, таким образом, устраняется необходимость в дополнительных схемах, таких как схемы токового зеркала и другие схемы уравнивания, с целью предотвращения возникновения проблем, связанных с небалансом токов, в параллельно соединенных светодиодных лентах.

Однако следует отметить, что в случае, когда все светодиоды соединены последовательно, светодиоды могут быть в виде множества последовательно соединенных светодиодных лент или модулей. Эти светодиодные ленты в свою очередь последовательно соединены, тем самым эффективным образом формируя одну цепь из светодиодов, все из которых соединены последовательно. Однако последовательно соединенные светодиодные ленты могут быть расположены параллельно или иметь любую другую конфигурацию. Таким образом, они могут повторять любое расположение параллельно соединенных светодиодных лент.

В описанном далее предпочтительном варианте осуществления драйвера согласно настоящему изобретению драйвер 1 также обеспечивает изменение в выпрямленной выходной мощности, соответствующее изменению в световом потоке, незаметному для человеческого глаза. Варианты осуществления обеспечивают изменения в световом потоке, равные не более 12%, и было показано, что человеческий глаз не чувствителен к изменениям в световом потоке таких величин.

Изменения в выпрямленной выходной мощности, которые соответствуют таким изменениям в световом потоке, не нуждаются в элементах хранения энергии большего размера, и в частности, не нуждаются в использовании электролитических конденсаторов с ограниченным сроком эксплуатации. Таким образом, драйвера согласно настоящему изобретению, которые обеспечивают такие изменения в выпрямленной выходной мощности оказались внезапно подходящими для функционирования в качестве простых, прочных и надежных пассивных светодиодных драйверов для неблагоприятной окружающей среды, например наружных применений.

Более того, учитывая описанные выше преимущества наличия умножителя напряжения, драйвера согласно настоящему изобретению, имеющие умножители напряжения, которые также обеспечивают изменения в выпрямленной выходной мощности, соответствующей незаметным изменениям в световом потоке, предусматривают довольно неожиданные и непредвиденные преимущества при условии использования в качестве пассивных светодиодных драйверов для вариантов применения с высокой мощностью в условиях неблагоприятной окружающей среды, например, в применениях для наружного освещения и уличного освещения. В частности, эти преимущества преодолевают или устраняют проблемы в таких применениях, которые имеют отношение к небалансу токов и ограниченному сроку эксплуатации электролитических конденсаторов, как детально описано выше.

Драйвер 1 обеспечивает изменение в выпрямленной выходной мощности, соответствующее изменению в световом потоке, незаметному для человеческого глаза, например, путем включения схемы 5 пассивной коррекции коэффициента мощности между умножителем 4 напряжения и светодиодами 2, как показано на фиг. 8. Будет понятно, что в практическом применении, схема 5 пассивной коррекции коэффициента мощности и умножитель 4 напряжения могут иметь некоторые общие элементы схемы. Со ссылкой на фиг. 5, умножитель 4 имеет форму удвоителя напряжения Делона. Каждый из двух конденсаторов C_D в удвоителе напряжения Делона заменяется схемой 5 пассивной коррекции коэффициента мощности, что приводит к созданию драйвера 1, показанного на фиг. 8, таким образом, содержащего схему 5 пассивной коррекции коэффициента мощности между умножителем 4 напряжения и светодиодами 2.

В другом варианте осуществления, вместо схемы 5 пассивной коррекции коэффициента мощности, сглаживающий конденсатор 6 размещают параллельно выходу умножителя 4 напряжения между умножителем 4 напряжения и светодиодами 2 для обеспечения изменения в выпрямленной мощности, соответствующего изменению в световом потоке, незаметному для человеческого глаза. Это показано на фиг. 9. В этом варианте осуществления драйвер 1 также содержит входную катушку 7 индуктивности (L_s) между источником 3 электропитания переменного тока и умножителем 4 напряжения. Входная катушка 7 индуктивности достаточно большая для обеспечения фильтрации входящего тока, и входящий ток главным образом синусоидальный и имеет гармонические составляющие тока низкого порядка. Таким образом, наличие сглаживающего конденсатора 6, заменяющего схему 5 пассивной коррекции коэффициента мощности, является достаточным для обеспечения изменения в выпрямленной выходной мощности, необходимого для создания незаметного изменения в световом потоке.

Другие варианты осуществления драйвера 1 содержат входную катушку 7 индуктивности (L_s) с или без схемы 5 пассивной коррекции коэффициента мощности или сглаживающего конденсатора 6.

Драйвер также может содержать входной конденсатор 8 (C_s) между источником 3 электропитания переменного тока и умножителем 4 напряжения. Драйвер 1 также содержит выходную катушку 9 индуктивности (L) между умножителем 4 напряжения и светодиодами 2. Входной конденсатор 8 и выходная катушка 9 индуктивности могут быть предусмотрены с или без схемы 5 пассивной коррекции коэффициента мощности и/или сглаживающего конденсатора 6. В случае включения в схему сглаживающего конденсатора 6 его размещают между умножителем 4 напряжения и выходной катушкой 9 индуктивности.

Настоящее изобретение также предусматривает способ управления светодиодным освещением, имеющим множество светодиодов. Варианты осуществления способа будут очевидны из описания выше. Например, ссылаясь на графические материалы, вариант осуществления способа включает: получение входной мощности переменного тока, имеющего входное напряжение; умножение входного напряжения для подачи умноженного выходного напряжения на светодиоды 2; и выпрямление входной мощности переменного тока для подачи выпрямленной выходной мощности на светодиоды 2 для создания светового потока.

В некоторых вариантах осуществления способ включает обеспечение изменения в выпрямленной выходной мощности, соответствующего изменению в световом потоке, незаметному для человеческого глаза.

Рассматривая графические материалы более детально, на фиг. 7 показана основная структура автономной пассивной светодиодной системы согласно настоящему изобретению. Входной конденсатор 8 (C_s) может быть добавлен в виде конденсатора для коррекции коэффициента мощности. Выходной конденсатор 10 (C_o) в виде небольшого конденсатора может быть добавлен параллельно выводу для обеспечения пути постоянного тока для прохождения тока выходной катушки индуктивности в случае, если существует обрыв цепи в ленте светодиодов 2. В частности, выходной конденсатор 10 размещают между выходной катушкой 9 индуктивности и светодиодами. Как указано выше, умножитель напряжения может быть удвоителем напряжения, или если для автономной пассивной светодиодной системы нужно больше мощности и светоотдачи, схема умножителя напряжения может быть расширена до утроителя напряжения и учетверителя напряжения.

Как было объяснено выше, параллельные светодиодные ленты используют для увеличения выходной мощности и, таким образом, светоотдачи систем светодиодного освещения. Для пассивных светодиодных драйверов выпрямленная выходная мощность диодного выпрямителя имеет отношение к входному напряжению сети переменного тока. Такое напряжение постоянного тока устанавливает ограничение на количество последовательно соединенных светодиодных модулей в каждой светодиодной ленте, которая возможна. Например, если выходное напряжение постоянного тока составляет 150 В и номинальные напряжение и ток каждого последовательно соединенного светодиодного модуля оставляет 10 В и 0,35 А соответственно, тогда каждая светодиодная лента может состоять из 15 последовательно соединенных светодиодных модулей и мощность каждой ленты будет составлять 52,5 Вт. Поэтому для светодиодных систем номинальной мощности 100 Вт и 150 Вт будет необходимо две и три светодиодных ленты соответственно, если используется одинаковое выходное напряжение пассивного светодиодного драйвера. На фиг. 4 показано применение параллельно соединенных светодиодных лент для увеличения выходной мощности.

Самый простой способ устранить небаланс токов заключается, безусловно, в использовании цельной ленты. Однако пассивные светодиодные драйверы, основанные на использовании двухполупериодного диодного выпрямителя и входной катушки индуктивности L_s как показано на фиг. 2 и фиг. 3, имеют некоторые ограничения относительно выходного напряжения. Таким образом, пассивные светодиодные драйверы согласно фиг. 2-4 не подходят для применений цельной светодиодной ленты, кроме случаев, когда мощность цельной светодиодной может соответствовать показателям мощности и освещения, необходимому для систем светодиодного освещения.

Вместо использования параллельно соединенных лент для одинакового выходного напряжения постоянного тока, обеспеченного пассивным светодиодным драйвером, в настоящем изобретении используется умножитель напряжения для обеспечения изменяемого выходного напряжения постоянного тока

для последовательно соединенных светодиодных лент (для формирования одной цельной светодиодной ленты).

На фиг. 5 показан конкретный пример использования удвоителя напряжения переменного/постоянного тока в виде удвоителя напряжения Делона (заклученного в пунктирном прямоугольнике) в качестве множителя 4 напряжения. Выходная мощность удвоителя напряжения на фиг. 5 в два раза больше выходной мощности мостового диодного выпрямителя по фиг. 4. В результате мощность двух светодиодных лент может быть достигнута при наличии двух светодиодных лент, соединенных последовательно, тем самым формируя цельную светодиодную ленту с мощностью, которая вдвое больше мощности первоначальной ленты. Другие типы удвоителей напряжения, такие как удвоитель напряжения Грешера, также могут быть использованы для удвоения выходной мощности. На фиг. 6 показан драйвер с удвоителем напряжения Грешера.

Как описано выше, настоящее изобретение направлено на топологии схем и способы функционирования светодиодных драйверов для снабжения электроэнергией только цельной светодиодной (LED) ленты. В то время как светодиодные системы высокой мощности обычно содержат светодиоды, расположенные в параллельно соединенных лентах, использование одной светодиодной ленты может устранить проблему небаланса токов, которая существует среди параллельно соединенных светодиодных лент. В настоящем изобретении описано, каким образом пассивные светодиодные драйверы, которые не нуждаются во вспомогательных источниках питания, активных полупроводниковых ключах и управляющих интегрированных схемах, могут быть разработаны для соответствия требованиям к высокому напряжению и слабому току в схеме цельной светодиодной ленты. При использовании схемы цельной светодиодной ленты могут быть устранены требования к уравниванию токов параллельных светодиодных лент.

Настоящее изобретение также направлено на драйверы, которые обеспечивают изменение в выпрямленной выходной мощности, которое соответствует изменению в световом потоке, созданном с помощью светодиодов, незаметному для человеческого глаза. Это снижает необходимость в использовании в драйверах электролитических конденсаторов с ограниченным сроком эксплуатации, что приводит к прочным и надежным драйверам с более длительным сроком эксплуатации. Такие драйверы особенно подходят для неблагоприятных условий окружающей среды, например таких, что встречаются в применениях для наружного освещения и уличного освещения.

Таким образом, комбинация признаков настоящего изобретения предусматривает прочные и надежные светодиодные драйверы, имеющие длительный срок эксплуатации, которые не нуждаются в технологиях уравнивания тока и связанных с ними схемах. Таким образом, настоящее изобретение подходит, в частности, но без ограничения, для применения в светодиодном освещении высокой мощности, таком как наружное и уличное освещение.

Несмотря на то, что настоящее изобретение было описано со ссылками на конкретные примеры, специалисты данной области техники поймут, что настоящее изобретение может быть осуществлено во многих других формах. Также, специалистам в данной области техники будет понятно, что признаки разных описанных примеров могут сочетаться в других комбинациях.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Драйвер для светодиодного освещения, имеющего множество светодиодов, при этом драйвер получает входную мощность переменного тока от источника электропитания переменного тока и содержит множитель напряжения для подачи выпрямленной выходной мощности на светодиоды для создания светового потока; входную катушку индуктивности, выполненную с возможностью соединения между источником электропитания переменного тока и множителем напряжения, для преобразования переменного тока из источника напряжения и подачи ограниченного переменного тока на множитель напряжения; и сглаживающий конденсатор для сглаживания выпрямленной выходной мощности; так, что драйвер не требует схем пассивной коррекции коэффициента мощности, активных ключей и электролитических конденсаторов.

2. Драйвер по п. 1, отличающийся тем, что множество светодиодов соединены последовательно.

3. Драйвер по п. 1 или п. 2, отличающийся тем, что драйвер содержит одно или более из: входного конденсатора между источником электропитания переменного тока и множителем напряжения;

выходного конденсатора между множителем напряжения и светодиодами; и

выходной катушки индуктивности между множителем напряжения и светодиодами.

4. Способ управления светодиодным освещением, имеющим множество светодиодов, с использованием драйвера по п. 1, при этом способ включает:

получение входной мощности переменного тока, имеющей входное напряжение;

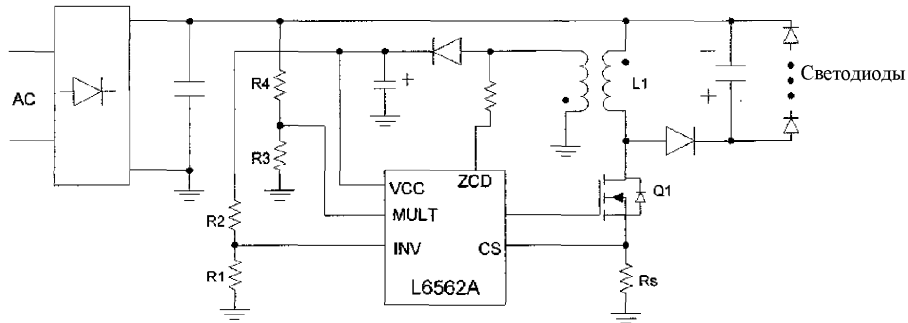
преобразование входного переменного тока из источника напряжения и подача ограниченного переменного тока;

умножение входного напряжения для подачи умноженного выходного напряжения на светодиоды;

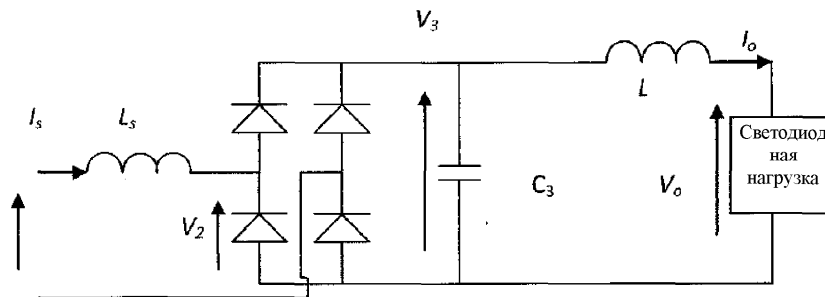
выпрямление входной мощности переменного тока для подачи выпрямленной выходной мощности на светодиоды для создания светового потока; и

сглаживание входной мощности переменного тока с помощью сглаживающего конденсатора для обеспечения изменения в выпрямленной выходной мощности, соответствующего изменению в световом потоке, незаметному для человеческого глаза, без применения схем пассивной коррекции коэффициента мощности, активных ключей и электролитических конденсаторов.

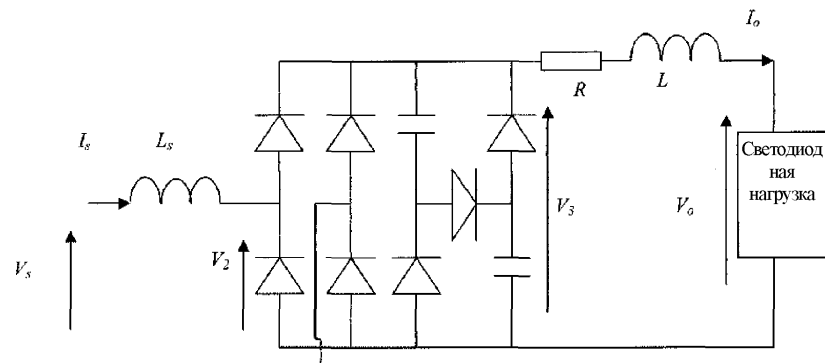
5. Система светодиодного освещения, имеющая драйвер по любому из пп.1-3.



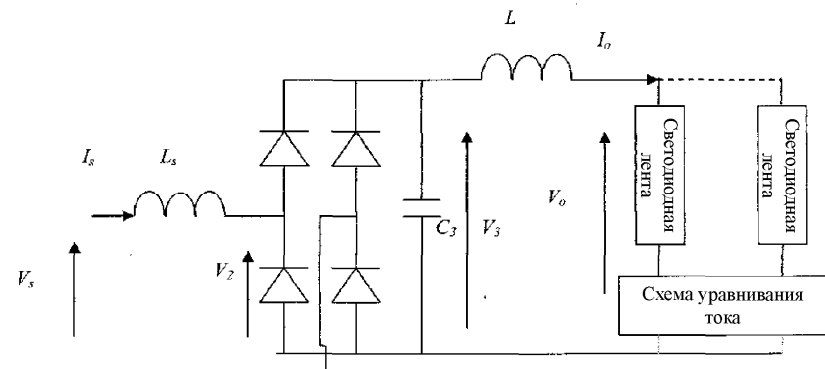
Фиг. 1



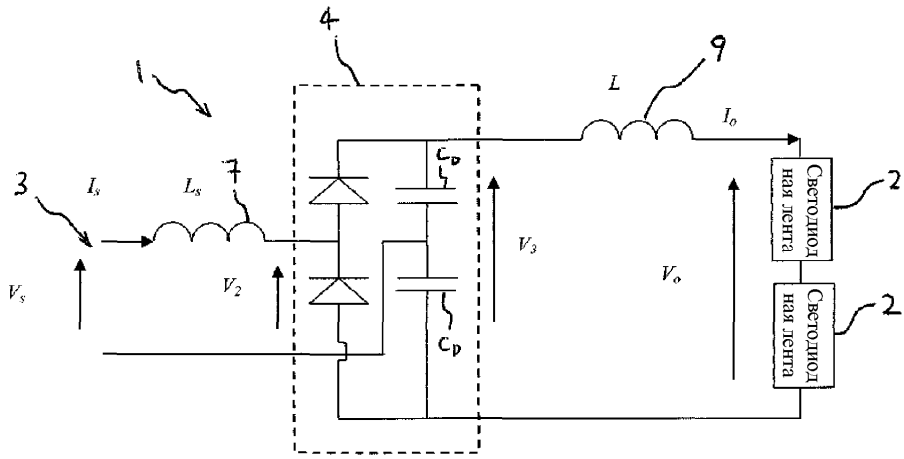
Фиг. 2



Фиг. 3

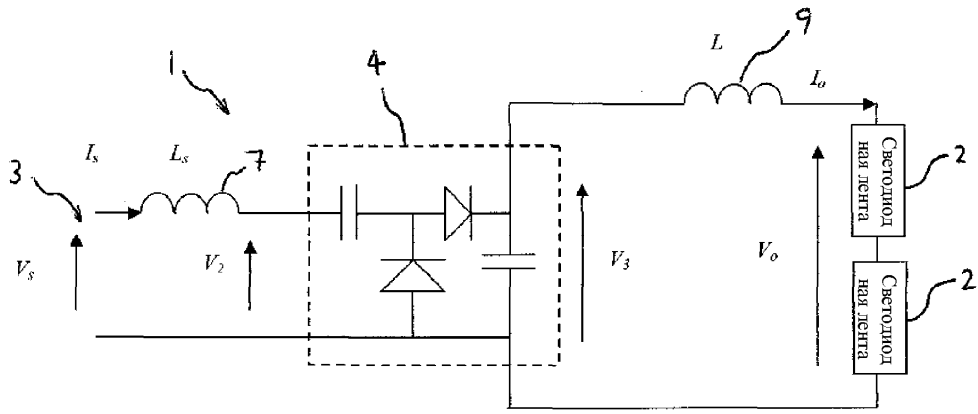


Фиг. 4



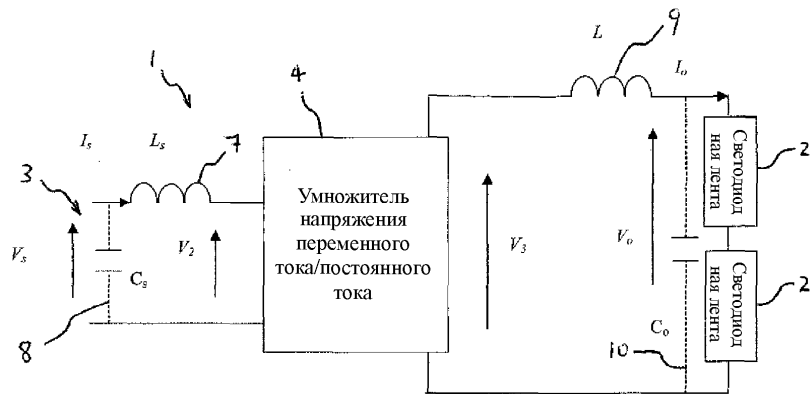
Удвоитель напряжения Делона

Фиг. 5

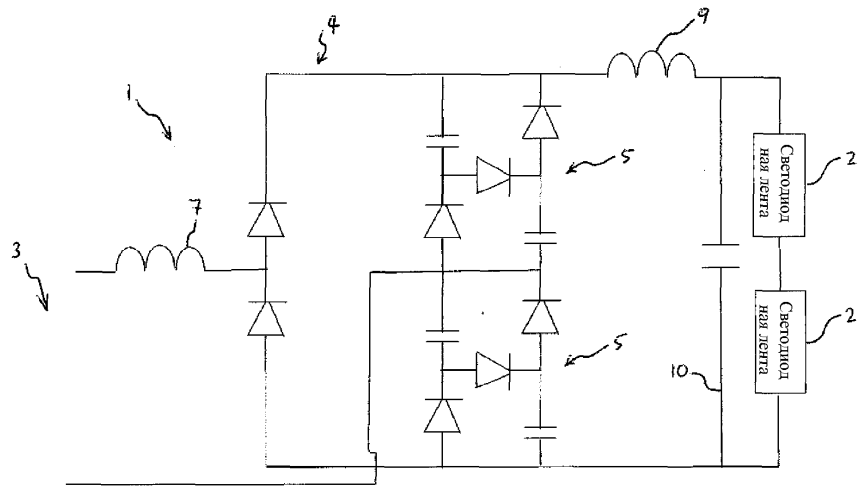


Удвоитель напряжения Гренашера

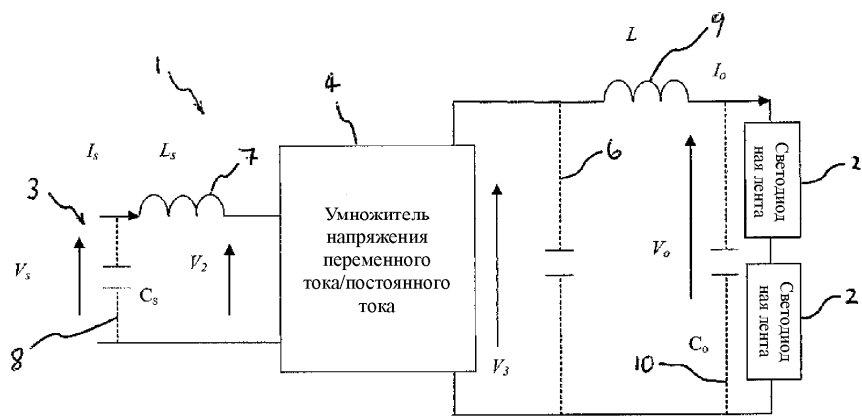
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9

