(19) Евразийское патентное ведомство

(21) 202090378 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2020.06.26

(22) Дата подачи заявки
2018.08.28

(51) Int. Cl. ***H05B 33/08*** (2006.01)
H05B 37/02 (2006.01)
F21V 23/02 (2006.01)

(54) УПРАВЛЯЮЩАЯ ЦЕПЬ ОСВЕЩЕНИЯ, ОСВЕТИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА И СПОСОБ

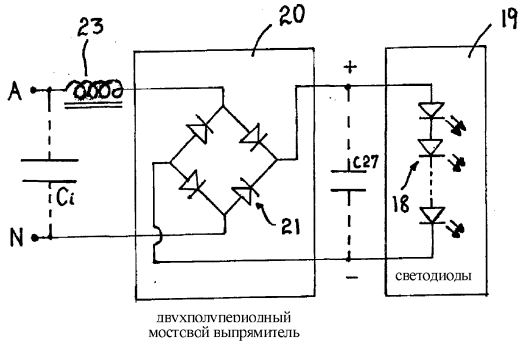
(31) **2017903526; 2017904960**
(32) **2017.09.01; 2017.12.11**
(33) **AU**
(86) **PCT/AU2018/050915**
(87) **WO 2019/040978 2019.03.07**

(71) Заявитель:
ТРЕСТОТО ПТИ ЛИМИТЕД (AU)

(72) Изобретатель:
Маевский Донат, Маевский Шейн (AU)

(74) Представитель:
Харин А.В., Стойко Г.В., Буре Н.Н. (RU)

(57) В настоящем изобретении раскрыта осветительная установка, имеющая светодиодную лампу (19), как правило, состоящую из последовательной цепочки отдельных светодиодов (18), которая питается от выпрямителя (20, 200). Между выпрямителем и источником переменного тока, питающим выпрямитель, расположена управляющая цепь (23, 23 и C1). Раскрыты различные цепи для фильтрации, управления коэффициентом мощности, многофазной работы и диммирования, например, посредством коммутации фаз. В частности, управление, выполняемое управляющей цепью, осуществляется на стороне переменного тока выпрямителя. Также раскрыты управляющая цепь как таковая и способ преобразования установки газоразрядной лампы высокой интенсивности (HID) в установку светодиодов (LED). Управляющая цепь может иметь вид катушки индуктивности, катушки индуктивности и последовательно соединенного конденсатора, шунтирующей катушки индуктивности, трансформатора с повышенной реактивностью рассеяния, трансформатора постоянного тока, автотрансформатора, изолирующего трансформатора или феррорезонансного трансформатора.



202090378 A1

202090378 A1

УПРАВЛЯЮЩАЯ ЦЕПЬ ОСВЕЩЕНИЯ, ОСВЕТИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА И СПОСОБ

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

Настоящее изобретение относится к освещению и, в частности, к наружному освещению, такому как уличное освещение или освещение стадионов. Настоящее изобретение также относится к внутреннему освещению (такому как подвесные светильники типа high bay). До настоящего времени такое освещение обеспечивалось посредством разрядных ламп высокой интенсивности (HID).

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Лампы HID по существу представляют собой устройства переменного тока и имеют характеристику отрицательного сопротивления. Соответственно, питание подается от сети питания переменного тока, при этом балластный резистор или ограничитель соединены последовательно с лампой так, чтобы предотвращать повреждение лампы от чрезмерных токов. Типичная HID лампа, такая как металлогалогенная лампа 1000 Вт, имеет пиковое напряжение зажигания 750 В, рабочее напряжение 260 В и рабочий ток 4 А, что дает мощность лампы приблизительно 1000 Вт и световую отдачу 100000 люмен.

В последние годы лампы, имеющие один или более светодиодов (LED) заменили лампы накаливания и газоразрядные лампы низкой интенсивности, такие как люминесцентные лампы. Поскольку мощность таких светодиодов возросла, светодиоды стали использоваться для наружного освещения, такого как уличное освещение и освещение стадионов, где требуется значительная мощность (например, более 1 кВт).

Очевидно, как подразумевается под словом "диод", светодиоды являются устройствами постоянного тока (или однонаправленного тока). Дополнительно светодиод имеет характеристику положительного сопротивления (при которой сопротивление изменяется в зависимости от тока, текущего через светодиод). В качестве устройств постоянного тока, в которых светодиоды питаются от сети переменного тока, обычно имеется выпрямитель некоторой конструкции, питаемый от сети, при этом светодиоды (вместе с их драйверами или управляющими цепями) питаются от выхода выпрямителя. Соответственно, управляющие цепи постоянного тока для светодиодных ламп полностью отличаются от управляющих цепей переменного тока для ламп HID.

Один пример светодиода большой мощности имеет номинальное напряжение 6 В и потребляет номинальный ток 2,1 А. Однако, светодиод может иметь ток до 4,8 А. Светильник светодиодной лампы обычно может иметь 24 таких светодиода, соединенных последовательно. Такой светильник светодиодной лампы имеет рабочее напряжение 150 В и номинальный рабочий ток 2,1 А, что обеспечивает мощность лампы приблизительно 315 Вт и выходную мощность 30000 люмен. В некоторых случаях согласованные светодиоды соединены параллельно, в этом случае общий ток распределяется.

Другой пример светодиода высокой мощности имеет 36 светодиодов в одной цепочке, при этом он имеет номинальное напряжение 225 В, номинальный ток 2,1 А, номинальную мощность 475 Вт и световую отдачу 45000 люмен.

Обычно для поддержания тока светодиода в пределах его номинальных пределов требуется управляющая цепь в виде электронного драйвера какого-либо типа (либо цепь постоянного тока и/или цепь постоянного напряжения). Эта управляющая цепь соединена между выпрямителем и светодиодами и в своем простейшем виде содержит один резистор. Дополнительно выход выпрямителя может иметь недопустимую пульсацию, таким образом, между выпрямителем и светодиодом может быть соединен фильтр, имеющий один или более конденсаторов.

Если требуется некоторая дополнительная функция управления, такая как диммирование, она осуществляется управляющей цепью, соединенной между выпрямителем и светодиодами. Например, для управления яркостью светодиодов часто используется широтно-импульсная модуляция (ШИМ). Таким образом, управляющая цепь в виде ШИМ-модулятора соединена между выпрямителем и светодиодами.

Особая проблема в связи с указанным уровнем техники заключается в том, что драйверы или управляющие цепи обычно имеют один или более электролитических конденсаторов, имеющих высокие уровни емкости. Следствием этого являются очень высокие начальные переходные токи при запуске, поскольку конденсатор (конденсаторы) требует больших количеств заряда для достижения своего рабочего напряжения. Поиски при экспертизе на новизну предшествующего уровня техники, проведенные после возникновения идеи настоящего изобретения, выявили патент США № 9, 497, 811

(Schijffelen), являющийся иллюстративным для этого уровня техники. Все управление осуществляется между выпрямителем и цепочкой светодиодов.

Вдобавок к этому, высоковольтные полупроводники очень дороги. Таким образом, по экономическим причинам конструкторы часто вынуждены использовать системы с множеством драйверов, включающих в себя менее дорогие полупроводники более низкого напряжения. Системы с множеством драйверов подразумевают большее количество проводов управления и большую сложность с увеличенной вероятностью неисправности цепи в процессе эксплуатации.

Задача изобретения

Задача настоящего изобретения заключается в стремлении предотвратить такие проблемы путем использования альтернативного управляющего устройства для светодиодных ламп.

РАСКРЫТИЕ СУЩНОСТИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

В соответствии с первым аспектом настоящего изобретения раскрыта управляющая цепь для блока светодиодной лампы, причем указанная цепь содержит входы переменного тока для соединения с сетью питания переменного тока, пару выходов лампы для соединения с указанным блоком светодиодной лампы и выпрямительную цепь, питаемую от указанных входов переменного тока и питающую указанные выходы лампы, при этом управляющая цепь размещена между указанными входами переменного тока и указанной выпрямительной цепью.

В соответствии со вторым аспектом настоящего изобретения раскрыта осветительная установка, содержащая светильник светодиодной лампы, питаемый от выпрямителя, причем указанный выпрямитель выполнен с возможностью питания от сети питания переменного тока, и управляющую цепь, расположенную между указанным выпрямителем и указанной сетью питания переменного тока.

В соответствии с другим аспектом настоящего изобретения заявлен способ преобразования установки газоразрядной лампы высокой интенсивности (HID), питаемой от сети питания переменного тока и имеющей арматуру лампы HID, балластный резистор

и соответствующий пускорегулирующий аппарат, в установку светодиодной лампы, имеющую арматуру светодиодной лампы и питаемую от указанной сети, причем указанный способ содержит следующие этапы:

- заменяют указанную арматуру лампы HID на указанную арматуру светодиодной лампы,

- заменяют указанный балластный выпрямитель и соответствующий пускорегулирующий аппарат на выпрямитель, имеющий вход и выход,

- соединяют выход указанного выпрямителя с указанной арматурой светодиодной лампы, и

- размещают управляющую цепь между указанной сетью питания переменного тока и указанным входом выпрямителя.

В частности, преимущество указанного способа заключается в том, что он позволяет использовать существующие кабели и корпусы пускорегулирующего аппарата, которые использовались прежде для установки HID, что приводит к простому и экономически эффективному процессу преобразования.

Раскрыты разные виды управляющей цепи, а также варианты вышеуказанного, в которых сеть питания переменного тока является трехфазным источником питания.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Ниже описаны предпочтительные варианты осуществления изобретения, лишь в качестве примера, со ссылками на прилагаемые чертежи, на которых:

- фиг. 1 - цепь уровня техники, имеющая электронный драйвер для светодиодной лампы,

- фиг. 2 - электрическая цепь для работы светодиодной лампы, использующей одну управляющую цепь катушки индуктивности первого варианта осуществления и опциональный конденсатор фильтра, и опциональный конденсатор коррекции коэффициента мощности,

- фиг. 3 - модификация электрической цепи с фиг. 2 для улучшения управления током,

- фиг. 4 - электрическая цепь третьего варианта осуществления, включающая в себя трансформатор с высокой реактивностью рассеяния,

- фиг. 5 - электрическая цепь четвертого варианта осуществления, включающая в себя изолированный трансформатор постоянного тока,

- фиг. 6 - электрическая цепь пятого варианта осуществления, представляющая собой комбинацию цепей с фиг. 2 и 3,

- фиг. 7 - трехфазная электрическая цепь шестого варианта осуществления,

- фиг. 8 - модификация электрической цепи с фиг. 7,

- фиг. 9 - электрическая цепь седьмого варианта осуществления, включающая в себя функцию диммирования,

- фиг. 10 - комбинация цепей с фиг. 7 и 9,

- фиг. 11 - электрическая цепь девятого варианта осуществления, представляющая собой трехфазную версию цепи с фиг. 3,

- фиг. 12 - электрическая цепь десятого варианта осуществления, представляющая собой трехфазную версию цепи с фиг. 4,

- фиг. 13 - электрическая цепь другого трехфазного варианта осуществления,

- фиг. 14 - электрическая цепь одиннадцатого варианта осуществления, включающая в себя феррорегулятор в управляющей цепи,

- фиг. 15 - электрическая цепь двенадцатого варианта осуществления, представляющая собой трехфазную модификацию цепи с фиг. 14,

- фиг. 16 - электрическая цепь дополнительного варианта осуществления, представляющая собой однофазную цепь с двойным выпрямителем,

- фиг. 17 - дополнительная однофазная цепь с шунтирующей насыщающейся катушкой индуктивности,

- фиг. 18 - электрическая цепь другого варианта осуществления, представляющая собой трехфазную модификацию цепи с фиг. 17,

- фиг. 19 и 20 - однофазные варианты осуществления, включающие в себя автотрансформатор,

- фиг. 19А и 20А иллюстрируют изменения, которые могут быть выполнены в цепях с фиг. 19 и 20, при этом они могут быть выполнены в более общем случае,

- фиг. 21-24 - однофазные цепи, включающие в себя изолированный трансформатор с высоким рассеянием с двойными выходными обмотками,

- фиг. 25 - однофазная цепь, включающая в себя удвоитель напряжения,

- фиг. 26 - однофазная цепь трансформатора постоянного тока с одной вторичной обмоткой, и

- фиг. 27 - другая однофазная цепь трансформатора постоянного тока с двумя вторичными обмотками.

ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Как показано на фиг. 1, цепь светодиодной лампы согласно уровню техники имеет вид трансформатора 11, питаемого от сети питания переменного тока, и двухполупериодного мостового выпрямителя 20, подающего необходимое напряжение постоянного тока. Выпрямитель 20 имеет четыре штатных диода 21. Светодиодная лампа 19 имеет вид цепочки светодиодов 18.

Для управления током лампы при колебаниях сетевого напряжения используется управляющая цепь в виде резисторов R1 и R2, транзистора Q1 и управляемого напряжения. Управляемое напряжение, при котором не требуется диммирование, может иметь вид зенеровского диода с обратным смещением перехода. Управляемое напряжение равно напряжению базы-эмиттера транзистора Q1 и напряжению на резисторе R1. Поскольку базовое напряжение эмиттера не изменяется существенным образом, когда ток коллектора-эмиттера течет через транзистор, это означает, что напряжение на резисторе R1 практически постоянно. Это, в свою очередь, делает ток через лампу 19 по существу постоянным.

Если лампа 19 должна быть диммирована, само управляемое напряжение может быть отрегулировано с помощью дополнительной цепи настройки диммера, позволяющей регулировать управляемое напряжение. Соответственно, лампа 19 и связанные с ней цепи, расположенные в верхней части мачты или опоры, соединены с остальной частью цепи четырьмя проводами.

Обращаясь теперь к фиг. 2, лампа 19, как и выше, состоит из последовательности последовательно соединенных светоизлучающих диодов 18. Лампа 19 непосредственно соединена с двухполупериодным мостовым выпрямителем 20 (FWB), состоящим из четырех обычных диодов 21, соединенных обычным образом для двухполупериодного выпрямления. Выпрямитель 20 питается от сети питания переменного тока, имеющей активный вывод A и нейтральный вывод N. Катушка 23 индуктивности с железным сердечником расположена между сетью питания и выпрямителем 20, предпочтительно в активном проводе, как показано. Катушка 23 индуктивности действует как управляющая цепь. Ток, подаваемый мостовым выпрямителем 20 на светодиодную лампу 19,

поддерживается в пределах верхнего и нижнего пределов проводимости тока светодиодов с помощью полного сопротивления катушки 23 индуктивности.

Дополнительно, катушка 23 индуктивности обеспечивает фазовый сдвиг в токе сети, так что ток сети является непрерывным и по существу синусоидальным по форме. Два конденсатора Ci и C27 показаны на фиг. 2 пунктирными линиями для указания, что они являются опциональными и могут быть использованы, если это требуется. Функция конденсатора C27 заключается в сглаживании пульсирующего напряжения, обеспечиваемого двухполупериодным мостовым выпрямителем 20. Функция конденсатора Ci заключается в улучшении коэффициента мощности тока сети.

Как показано ниже, для питания светодиодной лампы 19 требуется только два провода. Соответственно, лампа 19 может быть расположена в верхней части опоры или мачты (не показаны), при этом рабочая цепь в виде катушки 23 индуктивности и выпрямителя 20 может быть расположена на основания опоры или мачты. Это обеспечивает возможность легкой модификации для замены существующих установок освещения HID.

Обращаясь теперь к фиг. 3, в этом варианте осуществления двухполупериодный мостовой выпрямитель 20, светодиодная лампа 19 и катушка 23 индуктивности являются такими же, как и выше, однако добавлен конденсатор C1 последовательно с катушкой 23 индуктивности для преобразования запаздывающей цепи с пониженным коэффициентом мощности с фиг. 2 (без конденсатора Ci) в опережающую цепь с пониженным коэффициентом мощности. Использование конденсатора C1 также уменьшает изменение тока, подаваемого на светодиоды 19, из-за изменений сетевого напряжения. Дополнительные уменьшения изменения тока из-за изменений сетевого напряжения могут быть достигнуты путем введения степени нелинейности в катушку 23 индуктивности.

Альтернативно или дополнительно, если это требуется, для улучшения коэффициента мощности через сетевые выводы может быть соединена опциональная шунтирующая катушка 25 индуктивности (показана пунктирными линиями на фиг. 3). Дополнительным опциональным добавлением является соединение фильтра 27 через выход выпрямителя 20. Использование фильтра 27 ослабляет пульсации тока через светодиоды 19.

В варианте осуществления с фиг. 4 изолированный трансформатор T1 с повышенной реактивностью рассеяния, включающий в себя магнитные шунты, соединен через сеть и, таким образом, заменяет катушку 23 индуктивности. Мостовой выпрямитель 20 и светодиодная лампа 19 являются такими же, что и выше. Опциональный фильтр 27 является таким же, что и выше. Дополнительный конденсатор C2 может быть соединен через сетевые выводы для улучшения коэффициента мощности. Высокая реактивность рассеяния трансформатора T1 обеспечивает, по существу, тот же фазовый сдвиг в выходном токе, что и обеспечиваемый катушкой индуктивности 23 с фиг. 2. В результате как в первичной, так и во вторичной обмотках изолированного трансформатора T1 с повышенной реактивностью рассеяния течет непрерывный и по существу синусоидальный ток.

Вариант цепи с фиг. 4 проиллюстрирован на фиг. 5. Изолированный трансформатор T2 с повышенной реактивностью рассеяния с фиг. 5 имеет конденсатор C1, соединенный последовательно с его вторичной обмоткой. Предпочтительно магнитная цепь, связанная с вторичной обмоткой, модифицирована так, чтобы обеспечивать частичное насыщение. Эта нелинейная характеристика индуктивности вторичной обмотки в сочетании с конденсатором C1 приводит к относительно постоянному току через светодиоды 19 независимо от изменений напряжения сети питания.

Использование опционального конденсатора C3 (показан пунктирными линиями на фиг. 5) последовательно с конденсатором C1 и вторичной обмоткой трансформатора T2 повышает емкостное сопротивление в выходной цепи трансформатора T2. Таким образом, это уменьшает ток через светодиоды 19 и уменьшает световую отдачу. Замыкание дополнительного переключателя S1 восстанавливает полную световую отдачу.

Альтернативный способ для достижения диммирования заключается в замене конденсатора C1 параллельными конденсаторами. Полная световая отдача достигается, когда оба конденсатора находятся в цепи, при этом диммированная световая отдача достигается, когда один из двух параллельных конденсаторов отключен от цепи. Более одного уровня диммирования световой отдачи может быть достигнуто при использовании различных комбинаций последовательных и/или параллельных переключаемых конденсаторов.

На фиг. 6 цепи с фиг. 2 и 3 объединены для образования цепи с высоким коэффициентом мощности, которая может работать с двумя лампами 19 в конфигурации с опережением/запаздыванием. Это очень предпочтительно для сети питания.

Для достижения низкого пульсирующего тока через светодиоды 19 без необходимости использования фильтра 27 или конденсатора C27 фильтра, как показано на фиг. 2 и фиг. 3, могут быть использованы входы питания от трехфазной сети. На фиг. 7 показан простой трехфазный вариант цепи с фиг. 2. Обычный трехфазный двухполупериодный мостовой выпрямитель 200, использующий шесть штатных диодов 21, заменяет выпрямитель 20 с фиг. 2. Для каждой из 3 фаз P1-P3 используется катушка 23 индуктивности.

Фиг. 8 иллюстрирует модификацию электрической цепи с фиг. 7, в которой входной шунтирующий конденсатор C2 добавляется для каждой фазы. Это улучшает коэффициент мощности цепи с фиг. 7. Шунтирующие конденсаторы C2 могут быть соединены в конфигурации соединения звездой с опциональным нейтральным выводом N, как показано, что приводит к четырехпроводному питанию. Альтернативно, в конфигурации трехпроводного питания шунтирующие конденсаторы могут быть соединены в конфигурации соединения звездой с плавающей нейтральной точкой звезды. Альтернативно для этих конденсаторов C2, корректирующих коэффициент мощности, может быть использовано соединение "треугольником" между фазами, что снова приводит к трехпроводному питанию.

Фиг. 9 иллюстрирует дополнительный вариант осуществления, в котором трехфазная цепь с фиг. 7 модифицирована с помощью переключателя S1, который позволяет отключать одну фазу. Это приводит к падению тока, подаваемого через трехфазный выпрямитель 200 для светодиодной лампы 19. Однако уменьшенный ток через лампу 19 все еще находится в пределах указанного диапазона тока лампы 19, но приводит к диммированию лампы. Такое диммирование в частности предпочтительно при включении спортивных светильников в начале вечера. Помимо экономии энергии, глаза зрителей и игроков могут адаптироваться к искусственному освещению. Альтернативно, такое диммирование является приемлемым более низким уровнем освещения для тренировочных мероприятий, в отличие от состязательных соревнований. Сходная функция диммирования также доступна путем отключения питания одной из фаз цепей с

фиг. 7 и 8. В конкретном варианте осуществления на фиг. 9 для каждой фазы используется последовательный конденсатор C1.

Сходно с фиг. 6, фиг. 10 представляет собой комбинацию цепей с фиг. 7, 9, которая позволяет двум светодиодным лампам 19 работать в конфигурации с опережением/запаздыванием с высоким коэффициентом мощности. Переключатель S1 позволяет отключать одну из фаз для диммирования обеих ламп 19.

Сходным образом, фиг. 11 представляет трехфазную версию цепи с фиг. 3 с использованием шунтирующих катушек 25 индуктивности, по одной для каждой фазы. Переключатель S1 может быть разомкнут, чтобы обеспечить первый уровень диммирования светодиодов 19. Если это требуется, может быть использован опциональный переключатель S2 (показанный пунктирными линиями на фиг. 11) в другой фазе. Если оба переключателя S1 и S2 разомкнуты, может быть достигнут второй более низкий уровень диммирования (при условии, что доступного напряжения достаточно для обеспечения падения напряжения на светодиодах в режиме прямого тока и подачи достаточного тока через светодиоды).

Сходным образом, фиг. 12 представляет трехфазную версию цепи с фиг. 4, в которой используются три изолированных трансформатора T1 с повышенной реактивностью рассеяния, снова по одному для каждой фазы. Переключатель S1 снова обеспечивает достижение функции диммирования. Три первичных обмотки соединены в конфигурации соединения звездой, при этом предпочтительно нейтральная точка звезды является плавающей так, чтобы образовать трехпроводное питание. Альтернативно нейтральная точка звезды может быть соединена с нейтральным выводом N сети так, чтобы образовать четырехпроводное питание. Как и на фиг. 8, конденсаторы C2 коррекции коэффициента мощности могут быть соединены с выводами источника питания в конфигурации "треугольником" или звезды.

Дополнительно, фиг. 13 представляет трехфазную версию цепи с фиг. 5, в которой используются три изолированных трансформатора T2 постоянного тока, снова по одному для каждой фазы. Для каждой фазы используется последовательный конденсатор C1.

Обращаясь теперь к фиг. 14, в однофазной цепи феррорегулирующий трансформатор T3 имеет конденсатор C3, соединенный через его вторичную обмотку для

образования колебательного контура. Вторичная обмотка отводится для подачи соответствующего входного напряжения на двухполупериодный мостовой выпрямитель 20. Лампа 19 является такой же, что и выше. Если это требуется, опциональный фильтрующий конденсатор C27 может быть соединен через выход выпрямителя 20.

На фиг. 15 иллюстрирует трехфазную версию цепи с фиг. 14 с использованием трех феррорегулирующих трансформаторов T3. Три первичных обмотки соединены в конфигурации соединения звездой, при этом предпочтительно нейтральная точка звезды является плавающей так, чтобы образовать трехпроводное питание. Альтернативно нейтральная точка звезды может быть соединена с нейтральным выводом N сети так, чтобы образовать четырехпроводное питание.

Фиг. 16 иллюстрирует дополнительный однофазный вариант осуществления, сходный с фиг. 6. Шесть диодов 21 образуют двойной двухполупериодный мостовой выпрямитель 20, питаемый через катушку 23 индуктивности с одной стороны и последовательно соединенные катушку 23 индуктивности и конденсатор C1 с другой стороны. Соответственно, как опережающий, так и запаздывающий токи подаются на светодиоды 19 одновременно. Результирующий ток светодиода имеет очень небольшую пульсацию (приблизительно 5%) без конденсатора фильтра. Дополнительно, цепь имеет очень высокий коэффициент мощности (почти единица) и низкое общее нелинейное искажение тока сети.

Обращаясь теперь к фиг. 17, в этой однофазной цепи катушка L1 индуктивности является относительно линейной катушкой индуктивности, тогда как катушка L2 индуктивности имеет по меньшей мере частичное насыщение своего сердечника, так что напряжение на катушке L2 индуктивности остается относительно постоянным. Соответственно, по существу постоянный ток течет через конденсатор C1 и, таким образом, постоянный ток течет через светодиоды 19, несмотря на колебания напряжения питания сети.

Фиг. 18 иллюстрирует трехфазную версию фиг. 17. Общая точка соединения катушек L2 индуктивности может быть либо плавающей нейтральной точкой звезды с трехпроводным питанием сети, либо может быть соединена с нейтральным выводом N четырехпроводного питания сети.

На фиг. 19, 20 показано устройство с автотрансформатором T5, питающим выпрямитель 20 от обмотки с отводами. Катушка 23 индуктивности соединена последовательно с автотрансформатором T5. Отвод может быть выбран для обеспечения соответствия между напряжением питания и отраженным X-Y напряжением нагрузки (представляющим собой напряжение на светодиодах 19, отраженное в цепи питания сети). На фиг. 19 отраженное напряжение светодиодов увеличено. Тогда как на фиг. 20 отраженное напряжение светодиода уменьшено. В обоих случаях коррекция коэффициента мощности может быть добавлена путем соединения конденсатора через выводы питания.

Фиг. 19A, 20A иллюстрируют изменения, которые могут быть внесены в автотрансформатор T5 для диммирования светодиодов 19. На фиг. 19A переключатель S5 соединен между некоторыми витками первичной обмотки автотрансформатора T5. Когда переключатель S5 находится в положении 2, на катушку 23 индуктивности подается меньшее напряжение, и, таким образом, светодиоды 19 диммируются. Когда переключатель S5 находится в положении 1, напряжение сети подается на небольшое количество витков первичной обмотки, и, таким образом, напряжение, приложенное к катушке 23 индуктивности и выпрямителю 20, увеличивается, и, таким образом, светодиоды 19 не диммируются.

Фиг. 20A иллюстрирует сходную цепь, но с переключателем S5, соединенным с вторичной стороной автотрансформатора T5. Когда переключатель S5 находится в положении 1, на катушку 23 индуктивности и выпрямитель 20 подается максимальное напряжение, и, таким образом, светодиоды 19 не диммируются. Однако когда переключатель S5 находится в положении 2, на катушку 23 индуктивности и выпрямитель 20 подается меньшее напряжение, и, таким образом, светодиоды диммируются.

Специалисту в области техники очевидно, что вышеуказанное переключение либо на первичной стороне, либо на вторичной стороне для достижения диммирования применимо к трансформаторам, отличным от автотрансформаторов, и, таким образом, применимо, например, к конструкциям трансформаторов, показанным на фиг. 5, 12-15, 21-25.

Дополнительно на фиг. 19A и 20A также показаны способы переключения диммирования, применимые к полным сопротивлениям, расположенным в сети питания

выпрямителей 20, 200. На фиг. 19А катушка 23 индуктивности имеет отвод в обмотке. Когда переключатель S8 находится в положении 1, полное сопротивление ниже, и светодиоды 19 не диммируются. Когда переключатель S8 находится в положении 2, катушка 23 индуктивности имеет более высокое сопротивление, и светодиоды 19 диммируются.

Сходная конфигурация показана на фиг. 20А. В первой конфигурации катушка L8 индуктивности соединена последовательно с выпрямителем 20. Переключатель S7, соединенный последовательно с дополнительной катушкой L9 индуктивности, может быть использован для соединения катушки L9 индуктивности параллельно с катушкой L8 индуктивности, увеличивая, таким образом, ток на выпрямитель 20. Таким образом, когда переключатель S7 разомкнут, светодиоды 19 диммируются, причем, когда переключатель S7 замкнут, светодиоды 19 не диммируются.

Альтернативно или дополнительно переключатель S8 может быть использован, как на фиг. 19А, для изменения эффективного количества витков катушки 23 индуктивности. Когда переключатель S8 находится в положении 1, полное сопротивление катушки 23 индуктивности уменьшается, ток для выпрямителя 20 максимален, и светодиоды 19 не диммируются. Однако когда переключатель S8 находится в положении 2, полное сопротивление катушки 23 индуктивности является максимальным, таким образом, ток для выпрямителя 20 уменьшается, и светодиоды диммируются. Специалисту в области техники очевидно, что в некоторых конфигурациях цепи переключение конденсаторов может быть использовано в качестве альтернативной формы изменения полного сопротивления. Другие виды переключаемых последовательных и/или параллельных соединений для изменения уровня тока также могут быть очевидны для специалиста в области техники.

Каждая из фиг. 21-24 иллюстрирует однофазную цепь с изолированным трансформатором Т10 с высоким рассеянием, имеющим двойные выходные обмотки. Они используются для питания пары светодиодных ламп 19 при соответствующем и приемлемом напряжении, в частности в случаях, когда в двухпроводной цепи напряжения светодиодов может потребоваться использование недопустимо высоких напряжений. Диммирование может быть достигнуто путем использования дополнительных последовательных или параллельных конденсаторов в двойных выходных обмотках, которые включены или выключены. Коррекция коэффициента мощности может быть

достигнута с помощью дополнительного конденсатора, соединенного между активным и нейтральным выводами.

На фиг. 21 и 23 два двухполупериодных мостовых выпрямителя 20 полностью изолированы друг от друга, создавая, таким образом, четырехпроводное питание для модулей 19 светодиодных ламп. Альтернативно, как показано на фиг. 22 и 24, два двухполупериодных мостовых выпрямителя 20 могут иметь общее соединение, создавая, таким образом, трехпроводное питание для модулей 19 светодиодных ламп.

В цепях на фиг. 23 и 24, каждая из двойных выходных обмоток изолированного трансформатора T10 с высоким рассеянием имеет конденсатор C10, соединенный последовательно. Эта конфигурация обеспечивает по существу те же преимущества, что и конфигурации с фиг. 5, а именно, ток через модули 19 светодиодных ламп будет относительно постоянным независимо от изменений напряжения питания. Однако, что касается цепей на фиг. 21 и 22, существует дополнительное преимущество пониженного напряжения, приложенного к отдельным модулям 19 светодиодных ламп.

На фиг. 25 показана однофазная цепь, сходная с показанной на фиг. 2, за исключением того, что выпрямитель 20 заменен трансформатором T4 и блоком удвоителя напряжения, образованным парой штатных диодов 21 и парой конденсаторов C4. Преимущество цепи с фиг. 25 заключается в том, что напряжение на светодиодной лампе 19 значительно увеличено и, таким образом, может обеспечивать увеличенное количество последовательно соединенных светодиодных диодов 18. Таким образом, лампа 19 с фиг. 25 может иметь повышенную мощность по сравнению с лампами 19 других цепей.

Выше описаны лишь некоторые варианты осуществления настоящего изобретения, при этом модификации, очевидные для специалиста в области освещения с использованием светодиодов, могут быть выполнены без выхода за пределы объема правовой защиты настоящего изобретения. В частности, следует понимать, что управление током достигается в части переменного тока цепи перед выпрямителем, питающим светодиоды. Это представляет собой значительное отличие от предшествующего уровня техники.

Дополнительно, некоторые варианты могут быть классифицированы следующим образом. Фильтр 27 может быть расположен между выпрямителем 20, 200 и светодиодным

модулем (модулями) 19. Этот фильтр может иметь либо вид шунтирующего конденсатора C27, либо последовательной катушки индуктивности, либо комбинации последовательной катушки индуктивности (катушек) и шунтирующего конденсатора.

В простейшем виде управляющая цепь состоит из катушки 23 индуктивности. Однако предпочтительно управляющая цепь имеет вид как катушки 23 индуктивности, так и последовательного конденсатора.

Дополнительно, управляющая цепь может иметь вид различных трансформаторов, включая трансформаторы с повышенной реактивностью рассеяния, феррорезонансные трансформаторы и трансформаторы постоянного тока. Они могут быть реализованы либо как автотрансформатор, либо как обычный изолирующий трансформатор. Управляющая цепь также может иметь вид трансформатора постоянного тока, как показано на фиг. 26 и 27.

На фиг. 26 трансформатор Tr постоянного тока изображен с его первичной магнитной цепью, показанной с помощью слоев, параллельных плоскости бумаги, при этом его магнитная цепь с рассеянием изображена с помощью слоев, перпендикулярных плоскости бумаги. Таким образом, первичная обмотка WP питается от сети питания переменного тока, причем вторичная обмотка WS обеспечивает выходное напряжение для цепи (цепей) нагрузки. Шунты магнитной цепи с рассеянием обеспечивают существенную индуктивность рассеяния, магнитно отсоединяя, таким образом, выход вторичной обмотки от колебаний сетевого напряжения. Предпочтительно магнитная цепь, связанная с вторичной обмоткой WS, модифицирована так, что по меньшей мере ее значительная часть входит в магнитное насыщение в течение нормальной работы.

Нелинейный характер индуктивности вторичной обмотки WS в сочетании с реактивным сопротивлением резонансного конденсатора CR приводит к тому, что по меньшей мере часть магнитной цепи вторичной обмотки поддерживается в магнитно-насыщенном состоянии благодаря резонансу.

Поскольку магнитный сердечник, связанный с вторичной обмоткой WS, насыщен, изменения сетевого напряжения практически не влияют на выход вторичной обмотки WS, в результате чего ее напряжение остается постоянным. Это приводит к тому, что ток через

нагрузку также остается постоянным, а его величина в первую очередь определяется размером резонансного конденсатора CR.

Предпочтительно, как показано на фиг. 26, нагрузка состоит из 4 регулярных диодов, образующих двухполупериодный мостовой выпрямитель, с модулем 19 светодиодов, образующим нагрузку. Если это требуется, дополнительный фильтрующий конденсатор C27 может быть соединен параллельно со светодиодами 19.

В дополнение к управлению током нагрузки так, чтобы он был по существу постоянным, эта цепь обладает и другими преимуществами. Одним из таких преимуществ является очень высокий рабочий коэффициент мощности, который очень близок к единице. Другим преимуществом является очень низкое общее нелинейное искажение в основной цепи, которое обычно составляет менее 10%. Дополнительным преимуществом является то, что вторичная цепь имеет очень высокую устойчивость к переходным напряжениям в сети питания, причем эта устойчивость применима как к переходным напряжениям асинфазного режима, так и переходным напряжениям общего режима.

Если требуется дополнительное усовершенствование регулирования линии, то небольшая компенсационная обмотка (не показана, но обычная) может быть намотана на первичную обмотку WP и соединена последовательно с вторичной обмоткой WS, однако в индуктивно противоположном смысле.

Как показано пунктирными линиями на фиг. 26, множество цепей нагрузки, каждая со своей собственной цепочкой светодиодов 19, могут работать параллельно с одним трансформатором Tr постоянного тока. Расширение до 3 фаз, как показано на фиг. 12-15.

Обращаясь теперь к фиг. 27, можно построить трансформатор Tr постоянного тока, имеющий одну первичную обмотку WP и две полностью независимые вторичные обмотки WS1 и WS2. Указанная одна первичная обмотка WP расположена между парой магнитных шунтов и приводит к значительному насыщению магнитной цепи каждой из вторичных обмоток WS1 и WS2. Каждая из вторичных обмоток может питать несколько параллельных цепей нагрузки, как показано на фиг. 26.

Как правило, сеть питания переменного тока может быть однофазной или многофазной (обычно трехфазная). Если трансформатор используется для трехфазной

конфигурации, первичные обмотки трансформатора могут быть соединены либо в конфигурации соединения звездой, либо в конфигурации "треугольником". Цепь коррекции коэффициента мощности может быть использована для улучшения коэффициента мощности всей цепи. Типичная цепь коррекции коэффициента мощности представляет собой шунтирующий конденсатор, соединенный между фазами питания или между каждой фазой и нейтральной точкой звезды или нейтральным соединением.

Коррекция коэффициента мощности также может быть реализована путем дублирования всей цепи и работы двух наборов светодиодных модулей 19 в конфигурации с опережением/запаздыванием.

Диммирование возможно путем отключения одной из дублирующих цепей в конфигурации с опережением/запаздыванием или отключения одной или более фаз многофазной цепи. Диммирование также возможно путем включения и выключения полного сопротивления (сопротивлений) цепи питания для выпрямителя 20, 200. Сходным образом, диммирование также возможно путем включения и выключения обмоток трансформаторных устройств с применением выпрямителя 20, 200.

Для многофазной цепи, такой как трехфазная цепь, возможен трехпроводный источник питания или четырехпроводный источник питания. Трехпроводный источник питания может быть соединен треугольником или иметь плавающую нейтральную точку звезды. Четырехпроводный источник питания может иметь нейтральную точку звезды, соединенную с нейтральным выводом.

Выше описаны лишь некоторые варианты осуществления настоящего изобретения, при этом модификации, очевидные для специалиста в области электроники, могут быть выполнены без отхода из объема настоящего изобретения.

Выражение "содержащий" (и его грамматические варианты), используемое в данном документе, используется в смысле включения: "включающий в себя" или "имеющий", а не в смысле исключения "состоящий только из".

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Управляющая цепь для блока светодиодной лампы, причем указанная цепь содержит входы переменного тока для соединения с сетью питания переменного тока, пару выходов лампы для соединения с указанным блоком светодиодной лампы и выпрямительную цепь, питаемую от указанных входов переменного тока и питающую указанные выходы лампы, при этом управляющая цепь расположена между указанными входами переменного тока и указанной выпрямительной цепью.

2. Осветительная установка, содержащая светильник светодиодной лампы, питаемый выпрямителем, причем указанный выпрямитель выполнен с возможностью питания от сети питания переменного тока, и управляющую цепь, размещенную между указанным выпрямителем и указанной сетью питания переменного тока.

3. Способ преобразования установки газоразрядной лампы высокой интенсивности (HID), питаемой от сети питания переменного тока и имеющей арматуру лампы HID, балластный резистор и соответствующий пускорегулирующий аппарат, в установку светодиодной лампы, имеющую арматуру светодиодной лампы и питаемую от указанной сети, причем указанный способ содержит следующие этапы:

- заменяют указанную арматуру лампы HID на указанную арматуру светодиодной лампы,
- заменяют указанный балластный выпрямитель и соответствующий пускорегулирующий аппарат на выпрямитель, имеющий вход и выход,
- соединяют выход указанного выпрямителя с указанной арматурой светодиодной лампы, и
- размещают управляющую цепь между указанной сетью питания переменного тока и указанным входом выпрямителя.

4. Изобретение по любому из п.п. 1-3, в котором с выходом указанного выпрямителя соединена цепь фильтра.

5. Изобретение по п. 4, в котором указанная цепь фильтра содержит шунтирующий конденсатор.

6. Изобретение по п. 4 или 5, в котором указанная цепь фильтра содержит последовательно соединенную катушку индуктивности.

7. Изобретение по любому из п.п. 1-6, в котором указанная управляющая цепь содержит катушку индуктивности.

8. Изобретение по п. 7, в котором указанная управляющая цепь содержит указанную катушку индуктивности и последовательно соединенный конденсатор.

9. Изобретение по п. 7 или 8, в котором указанная управляющая цепь дополнительно содержит шунтирующую катушку индуктивности.

10. Изобретение по любому из п.п. 1-5, в котором указанная управляющая цепь содержит трансформатор с повышенной реактивностью рассеяния.

11. Изобретение по любому из п.п. 1-5, в котором указанная управляющая цепь содержит трансформатор постоянного тока.

12. Изобретение по п. 10 или 11, в котором указанный трансформатор с повышенной реактивностью рассеяния или трансформатор постоянного тока содержит автотрансформатор или изолирующий трансформатор.

13. Изобретение по любому из п.п. 1-9, в котором указанная управляющая цепь содержит феррорезонансный трансформатор.

14. Изобретение по любому из п.п. 10-13, в котором диммирование светодиодов выполняют путем включения или выключения витков первичных и/или вторичных обмоток указанных трансформаторов.

15. Изобретение по любому из п.п. 1-6, в котором указанная управляющая цепь содержит относительно линейную катушку индуктивности, соединенную последовательно с конденсатором, и дополнительную катушку индуктивности, выполненную с возможностью по меньшей мере частичного насыщения и соединенную в шунтирующем плече между указанной линейной катушкой индуктивности и указанным конденсатором.

16. Модификация изобретения по любому из п.п. 1-15, в которой указанный источник питания переменного тока содержит трехфазный источник питания.

17. Изобретение по п. 16, содержащее цепь коррекции коэффициента мощности.

18. Изобретение по п. 16 или 17, содержащее по меньшей мере один диммирующий переключатель, выполненный с возможностью отключения соответствующей фазы указанного трехфазного источника питания.

19. Изобретение по любому из п.п. 1-17, содержащее по меньшей мере один диммирующий переключатель, выполненный с возможностью включения или выключения одного или более полных сопротивлений цепи питания для указанного выпрямителя.

20. Изобретение по п. 19, в котором указанные полные сопротивления выбраны из класса, состоящего из катушек индуктивности и конденсаторов.

21. Изобретение по любому из п.п. 1-20, содержащее дублирование для обеспечения работы с опережением/запаздыванием.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

(измененная по ст. 34 PCT)

1. Управляющая цепь для питания по существу неизменяющимся постоянным током блока светодиодной лампы, причем указанная цепь содержит входы переменного тока для соединения с источником питания переменного тока, который подвержен изменениям, в том числе колебаниям и переходам напряжения питания, пару выходов лампы для соединения с указанным блоком светодиодной лампы и выпрямительную цепь, питающую напряжением постоянного тока и указанным по существу неизменяющимся постоянным током указанные выходы лампы, при этом между указанными входами переменного тока и указанной выпрямительной цепью расположена управляющая цепь переменного тока для уменьшения изменений величины переменного тока, питающего указанную выпрямительную цепь и поступающего от указанной управляющей цепи переменного тока, для уменьшения тем самым соответствующих изменений в указанном по существу неизменяющемся постоянном токе, причем указанная управляющая цепь переменного тока содержит конденсатор, соединенный последовательно с индукционной обмоткой магнитного элемента, имеющего магнитопроницаемый сердечник, по меньшей мере часть которого во время работы по меньшей мере частично насыщается посредством феррорезонанса, создаваемого протеканием тока через указанную выпрямительную цепь и указанный блок светодиодной лампы.

2. Осветительная установка, содержащая светильник светодиодной лампы, питаемый по существу неизменяющимся постоянным током посредством выпрямительной цепи, причем указанная выпрямительная цепь выполнена с возможностью питания от источника питания переменного тока, который подвержен изменениям, в том числе колебаниям и переходам напряжения питания, и управляющую цепь переменного тока, размещенную между указанной выпрямительной цепью и указанным источником питания переменного тока для уменьшения изменений величины переменного тока, питающего указанную выпрямительную цепь и поступающего от указанной управляющей цепи переменного тока, для уменьшения тем самым соответствующих изменений в указанном по существу неизменяющемся постоянном токе, причем указанная управляющая цепь переменного тока содержит конденсатор, соединенный последовательно с индукционной обмоткой магнитного элемента, имеющего магнитопроницаемый сердечник, по меньшей мере часть которого во время работы по меньшей мере частично насыщается посредством

феррорезонанса, создаваемого протеканием тока через указанную выпрямительную цепь и указанный блок светодиодной лампы.

3. Способ преобразования установки газоразрядной лампы высокой интенсивности (HID), питаемой от источника питания переменного тока, который подвержен изменениям, в том числе колебаниям и переходам напряжения питания, и имеющей арматуру лампы HID, балластный резистор и соответствующий пускорегулирующий аппарат, в установку светодиодной лампы, имеющую арматуру светодиодной лампы и питаемую по существу неизменяющимся постоянным током, причем указанный способ содержит следующие этапы:

- заменяют указанную арматуру лампы HID на указанную арматуру светодиодной лампы,

- заменяют указанный балластный выпрямитель и соответствующий пускорегулирующий аппарат на выпрямительную цепь, имеющую вход и выход,

- соединяют выход указанной выпрямительной цепи с указанной арматурой светодиодной лампы, и

- размещают между указанным источником питания переменного тока и указанным входом выпрямительной цепи управляющую цепь переменного тока для уменьшения изменений величины переменного тока, питающего указанную выпрямительную цепь и поступающего от указанной управляющей цепи переменного тока, для уменьшения тем самым соответствующих изменений в указанном по существу неизменяющемся постоянном токе, причем указанная управляющая цепь переменного тока содержит конденсатор, соединенный последовательно с индукционной обмоткой магнитного элемента, имеющего магнитопроницаемый сердечник, по меньшей мере часть которого во время работы по меньшей мере частично насыщается посредством феррорезонанса, создаваемого протеканием тока через указанную выпрямительную цепь и указанный блок светодиодной лампы.

4. Изобретение по любому из п.п. 1-3, в котором указанный конденсатор, соединенный последовательно с указанной индукционной обмоткой, содержит как резонансное реактивное сопротивление для указанного феррорезонанса, так и токоограничивающее полное сопротивление для указанного по существу неизменяющегося постоянного тока.

5. Изобретение по любому из п.п. 1-4, в котором с выходом указанной выпрямительной цепи соединена цепь фильтра.

6. Изобретение по п. 5, в котором указанная цепь фильтра содержит шунтирующий конденсатор.

7. Изобретение по любому из п.п. 1-6, в котором указанный магнитный элемент содержит катушку индуктивности, автотрансформатор или изолирующий трансформатор.

8. Изобретение по любому из п.п. 1-7, в котором диммирование светодиодов выполняют путем включения или выключения витков обмотки указанного магнитного элемента.

9. Модификация изобретения по любому из п.п. 1-8, в которой указанный источник питания переменного тока содержит трехфазный источник питания.

10. Изобретение по п. 9, содержащее по меньшей мере один диммирующий переключатель, выполненный с возможностью отключения соответствующей фазы указанного трехфазного источника питания.

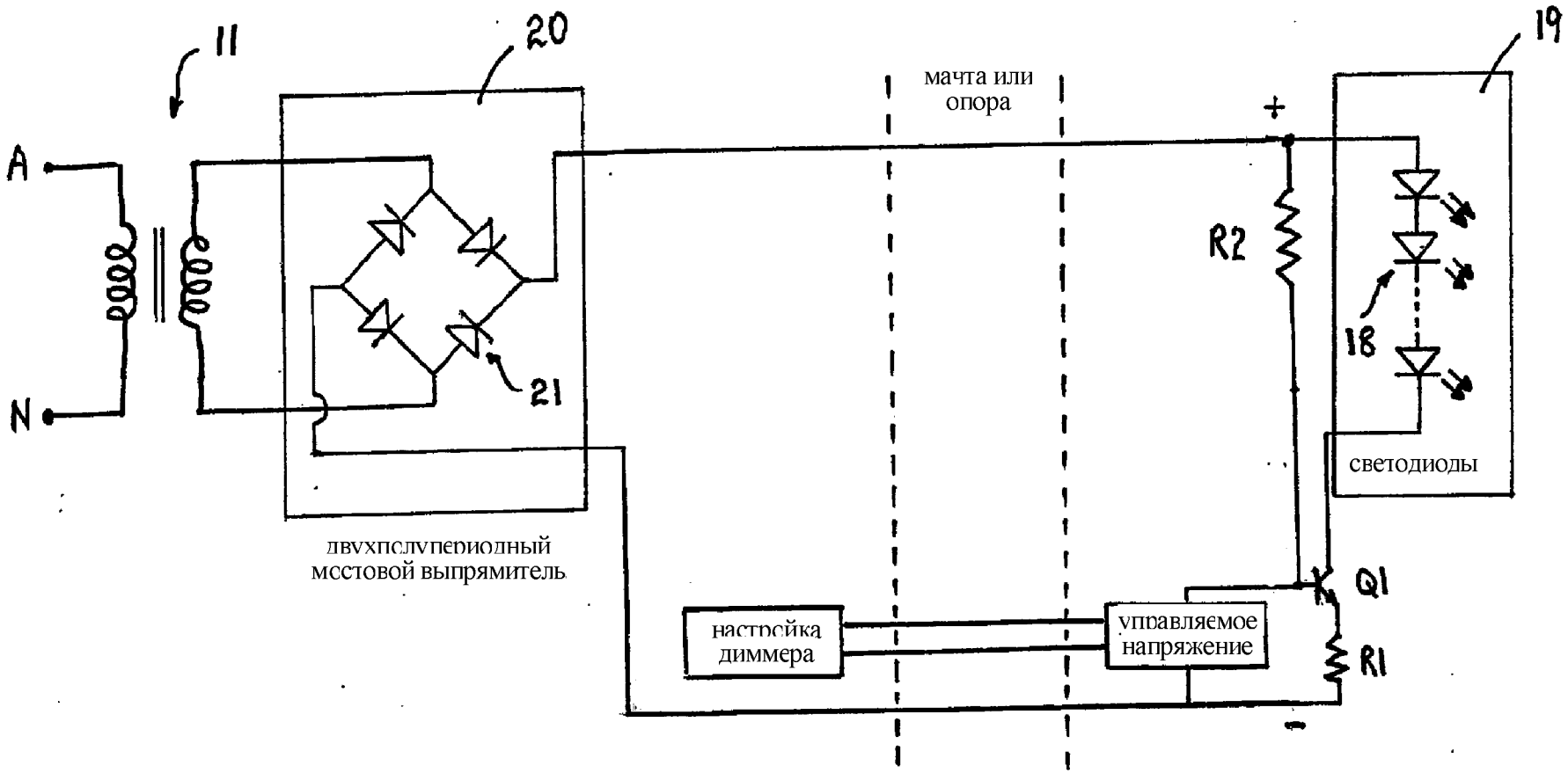
11. Изобретение по любому из п.п. 1-10, содержащее по меньшей мере один диммирующий переключатель, выполненный с возможностью включения или выключения одного или более полных сопротивлений указанного источника питания переменного тока.

12. Изобретение по п. 11, в котором указанные полные сопротивления выбраны из класса, состоящего из катушек индуктивности и конденсаторов.

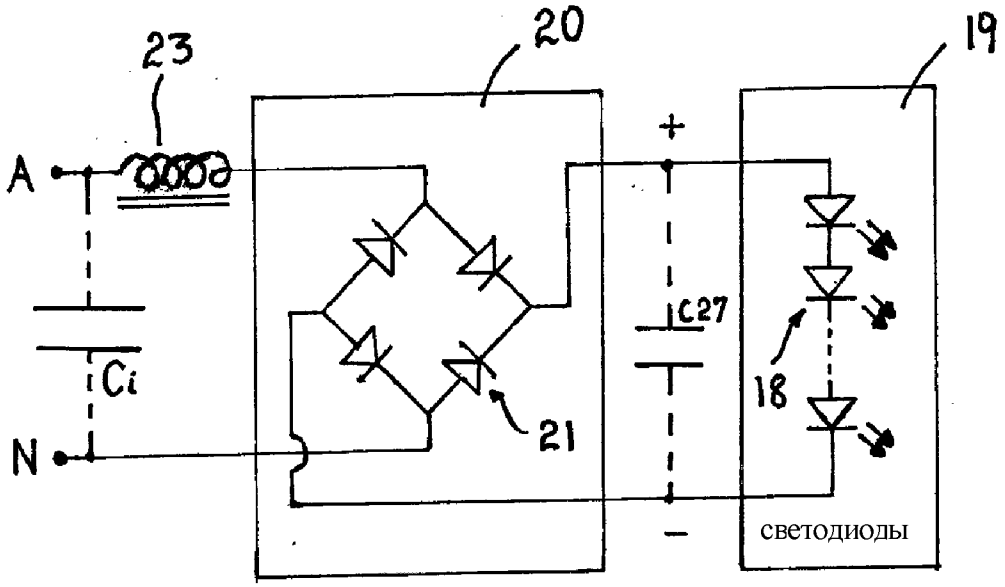
13. Изобретение по п. 11 или 12, в котором указанные переключаемые полные сопротивления соединены последовательно или параллельно с указанным соединенным последовательно конденсатором.

14. Изобретение по любому из п.п. 1-13, содержащее цепь коррекции коэффициента мощности.

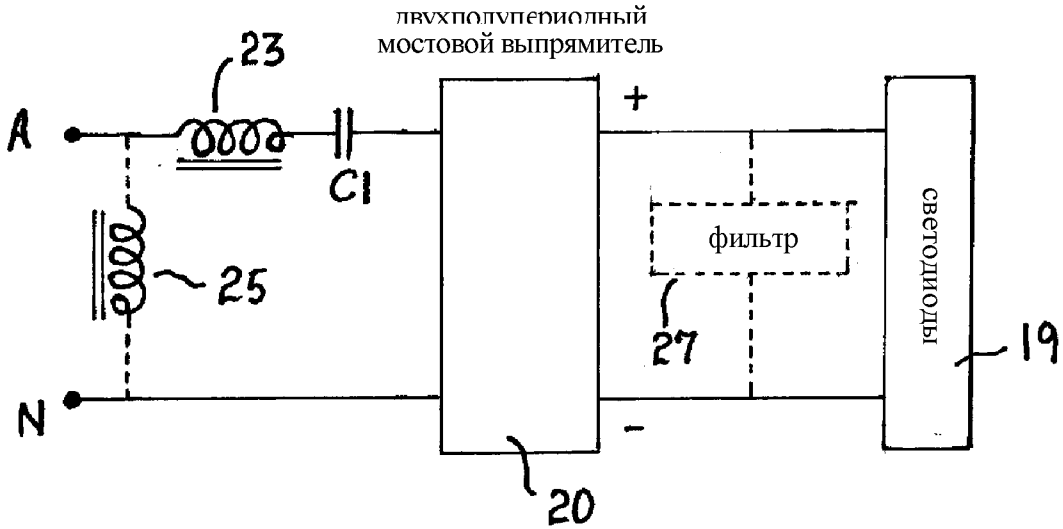
15. Изобретение по любому из п.п. 1-14, в котором указанная выпрямительная цепь представляет собой двухполупериодную выпрямительную цепь.


11
20
19
A
N
21
мачта или
опора
+
R2
18
светодиоды
двухполупериодный
мостовой выпрямитель
Q1
настройка
диммера
управляемое
напряжение
R1
-

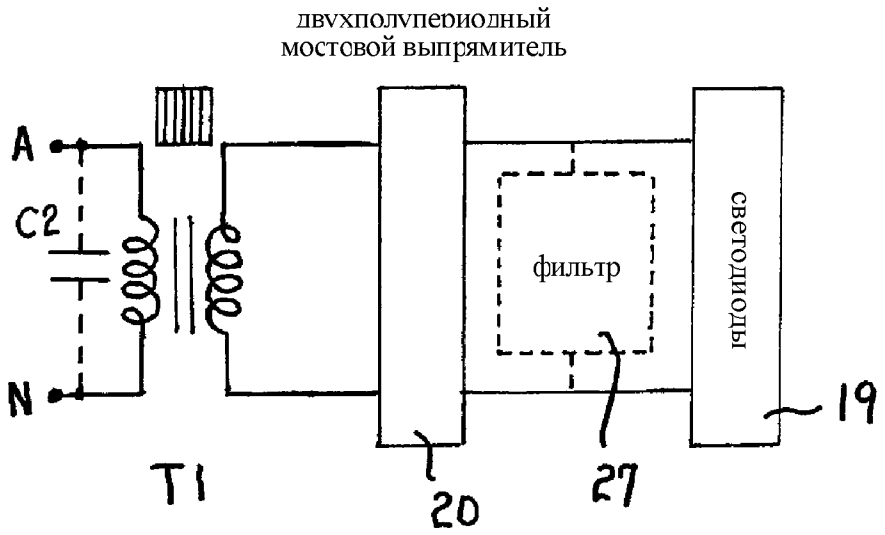
Фиг. 1


23
20
19
A
N
Ci
+
C27
−
21
18
светодиоды
двухполупериодный
мостсвой выпрямитель

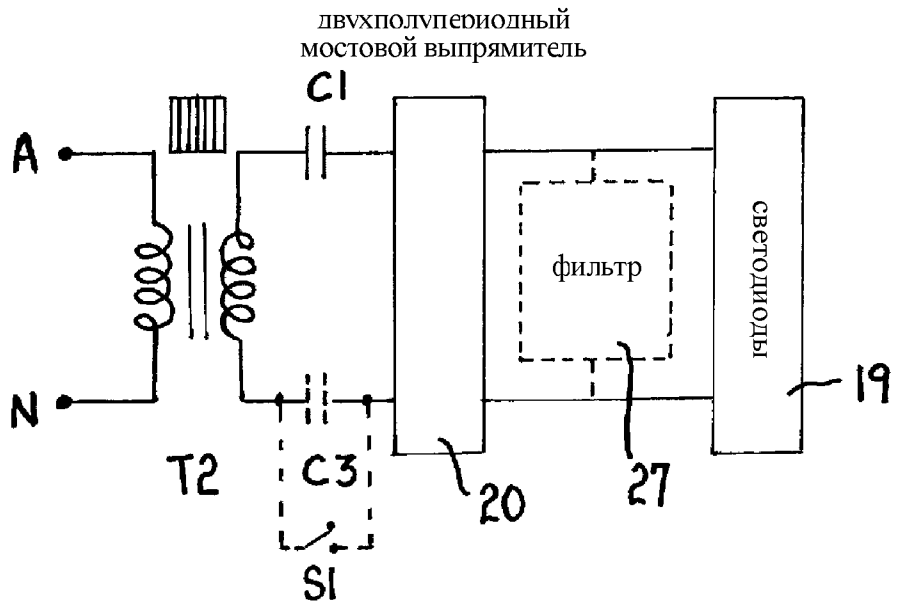
Фиг. 2


двухполупериодный
мостовой выпрямитель
23
A
C1
+
фильтр
светодиоды
25
27
19
N
-
20

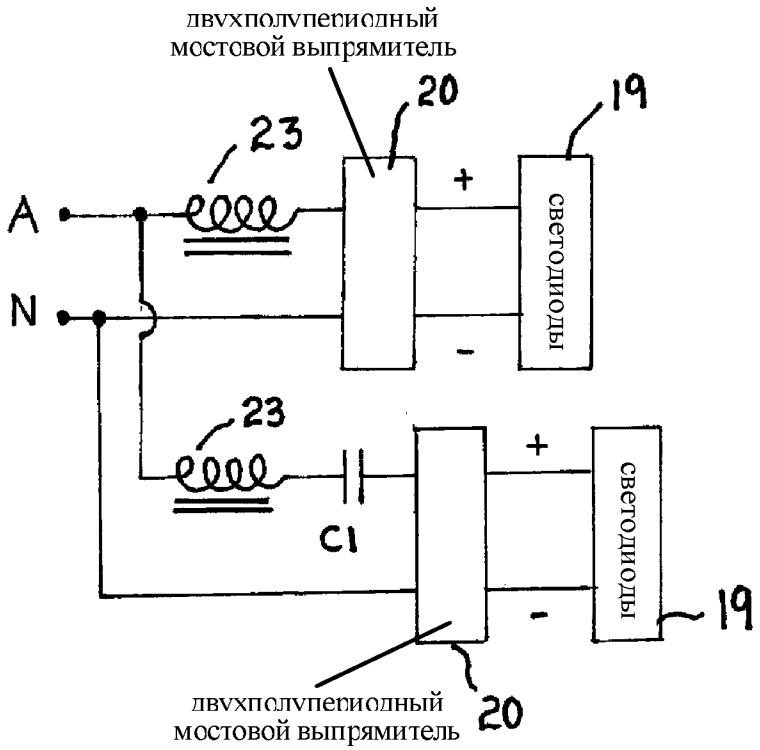
Фиг. 3


двухполупериодный
мостовой выпрямитель
A
C2
N
T1
20
фильтр
27
светодиоды
19

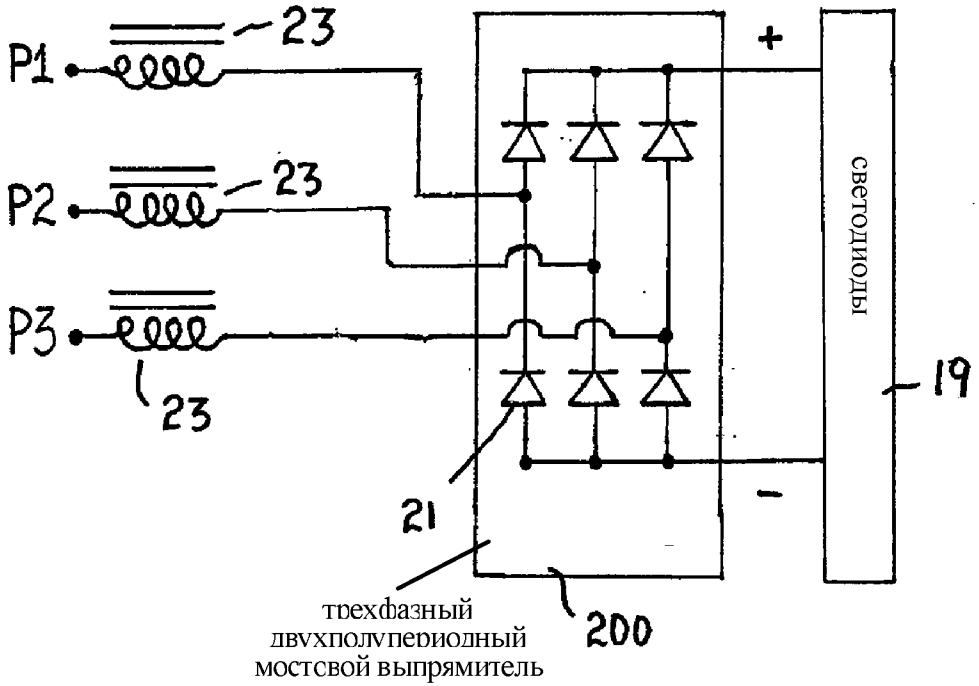
Фиг. 4


двухполупериодный
мостовой выпрямитель
C1
A
N
T2
C3
S1
20
фильтр
27
светодиоды
19

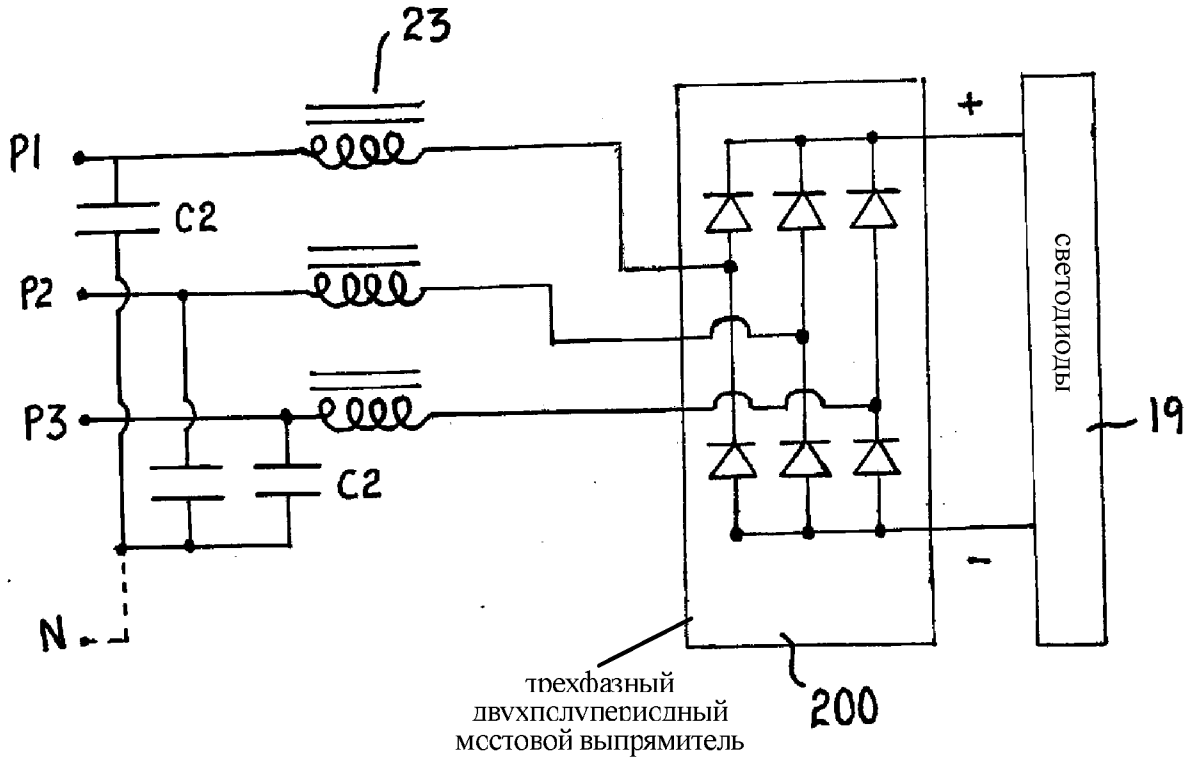
Фиг. 5


двухполупериодный
мостовой выпрямитель
20
19
23
A
N
+
-
светодиоды
23
C1
+
-
светодиоды
19
двухполупериодный
мостовой выпрямитель
20

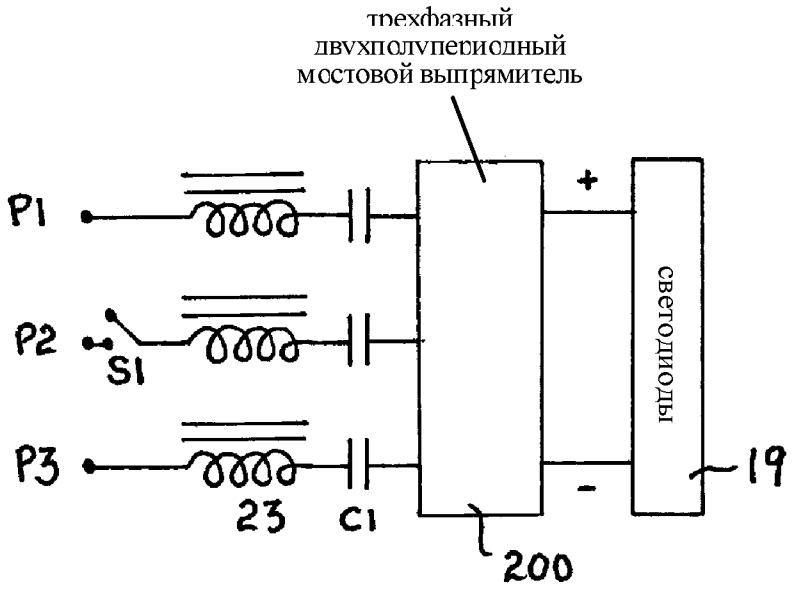
Фиг. 6


P1
P2
P3
23
23
23
+
−
светодиоды
19
21
200
трехфазный
двухполупериодный
мостсвой выпрямитель

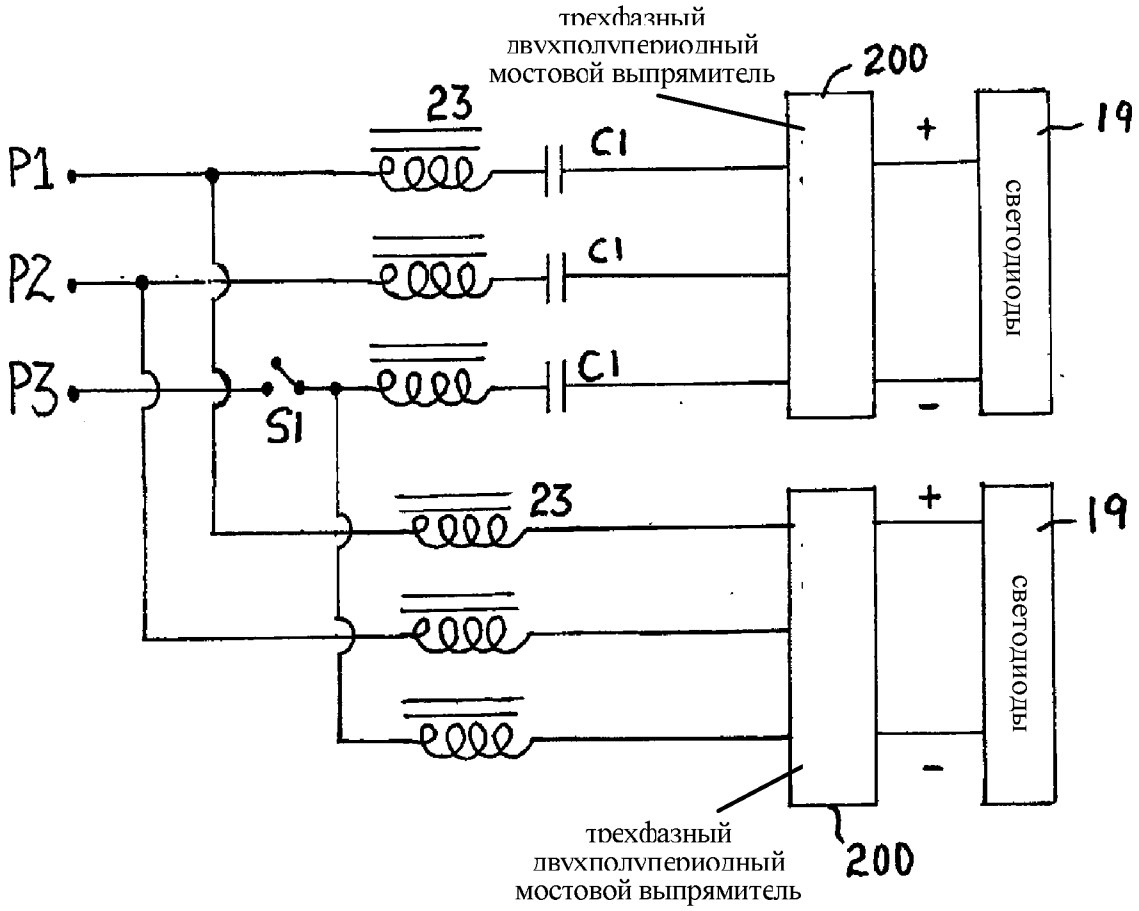
Фиг. 7


23
P1
C2
P2
P3
C2
N
+
-
светодиоды
19
трехфазный
двухполупериодный
мостовой выпрямитель
200

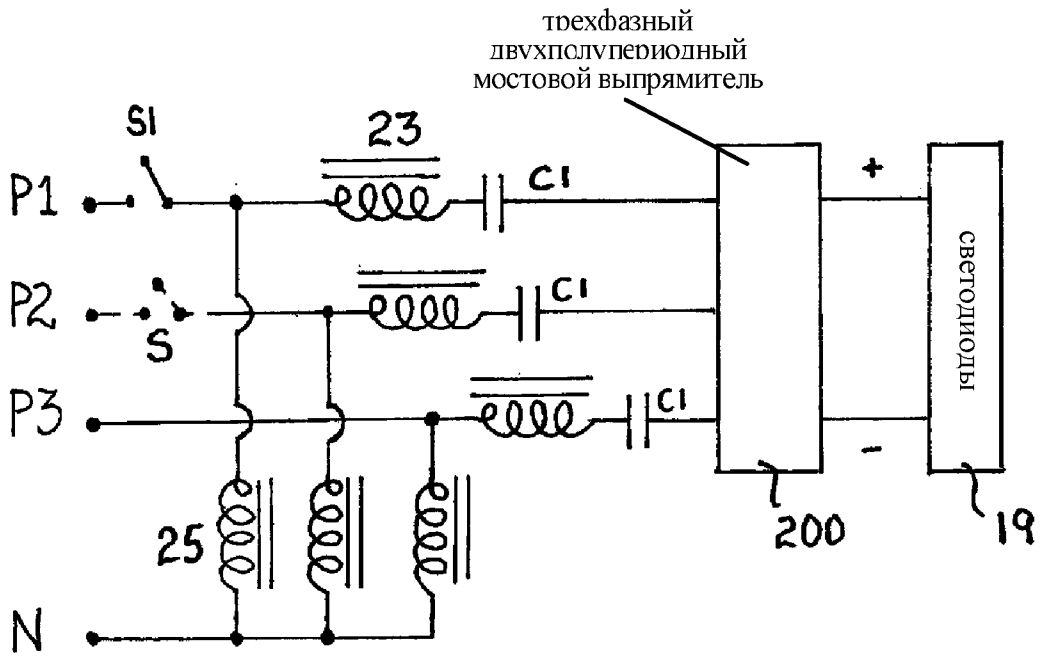
Фиг. 8


трехфазный
двухполупериодный
мостовой выпрямитель
P1
P2
S1
P3
23
C1
200
+
-
светодиоды
19

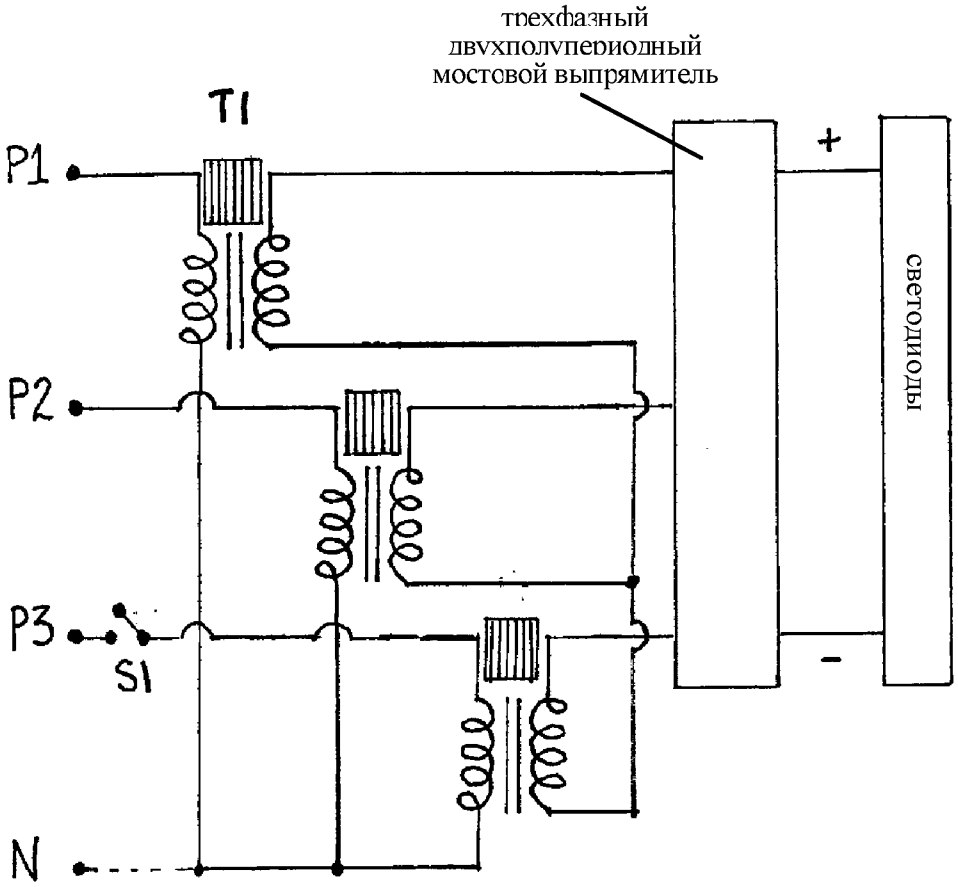
Фиг. 9


трехфазный
двухполупериодный
мостовой выпрямитель
200
23
C1
P1
P2
P3
S1
+
-
19
светодиоды
23
+
-
19
светодиоды
трехфазный
двухполупериодный
мостовой выпрямитель
200

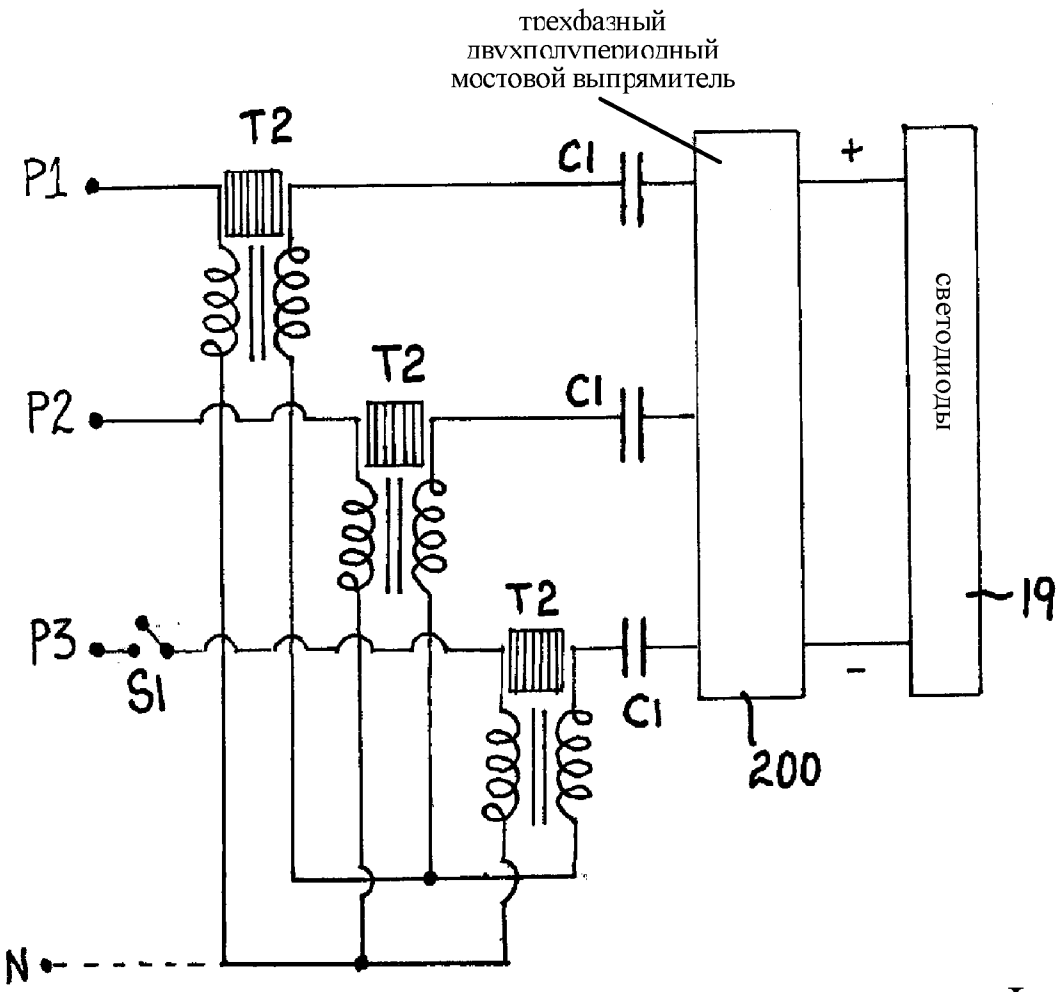
Фиг. 10


трехфазный
двухполупериодный
мостовой выпрямитель
светодиоды
P1
P2
P3
N
S1
S
23
25
C1
C1
C1
+
-
200
19

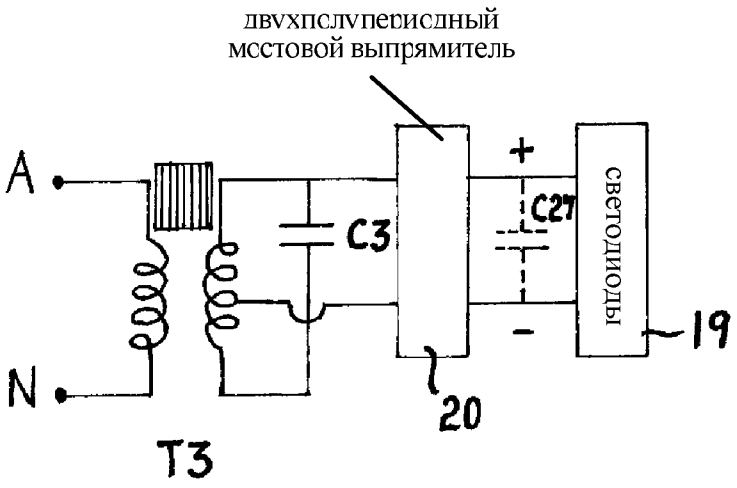
Фиг. 11


трехфазный
двухполупериодный
мостовой выпрямитель
светодиоды
+
-
T1
P1
P2
P3
S1
N

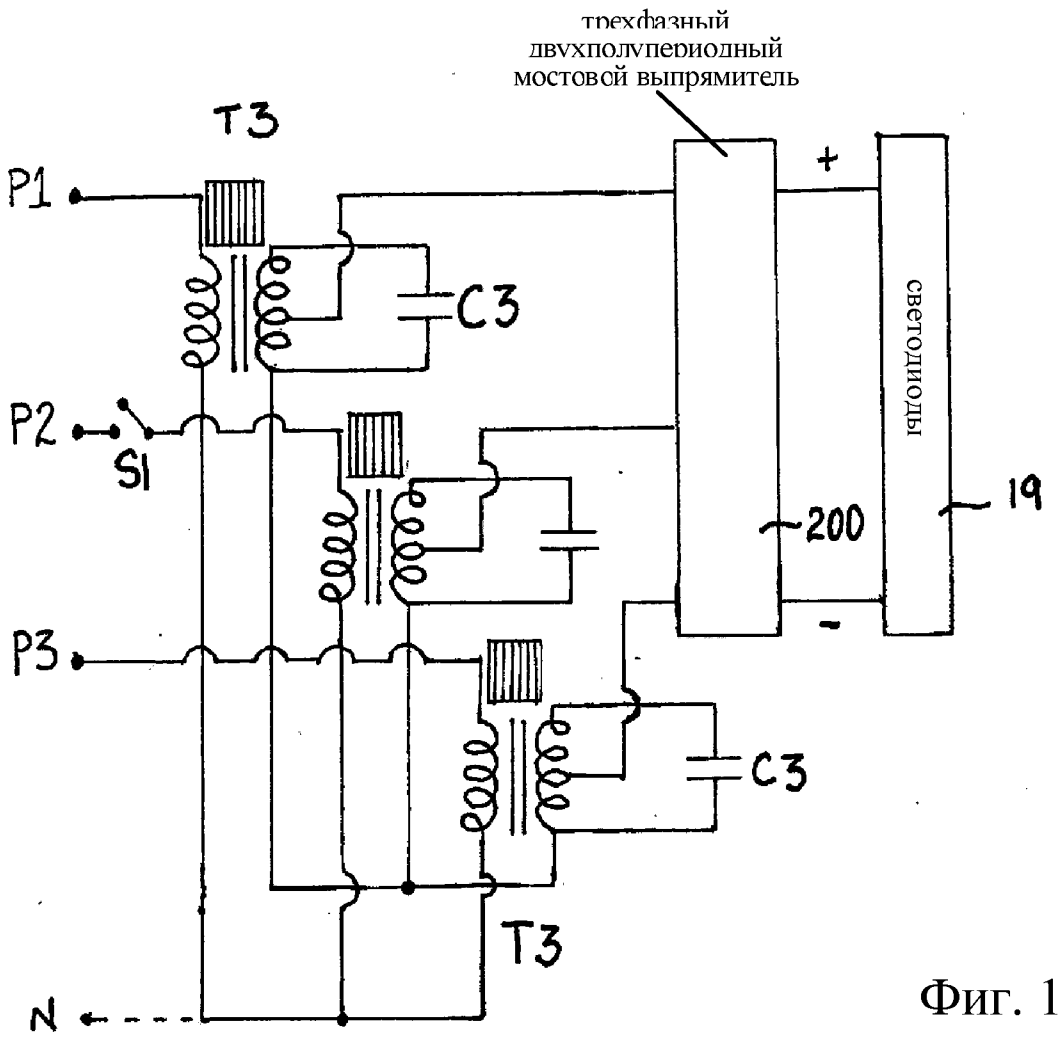
Фиг. 12


трехфазный
двухполупериодный
мостовой выпрямитель
P1
P2
P3
N
S1
T2
T2
T2
C1
C1
C1
+
-
200
светодиоды
19

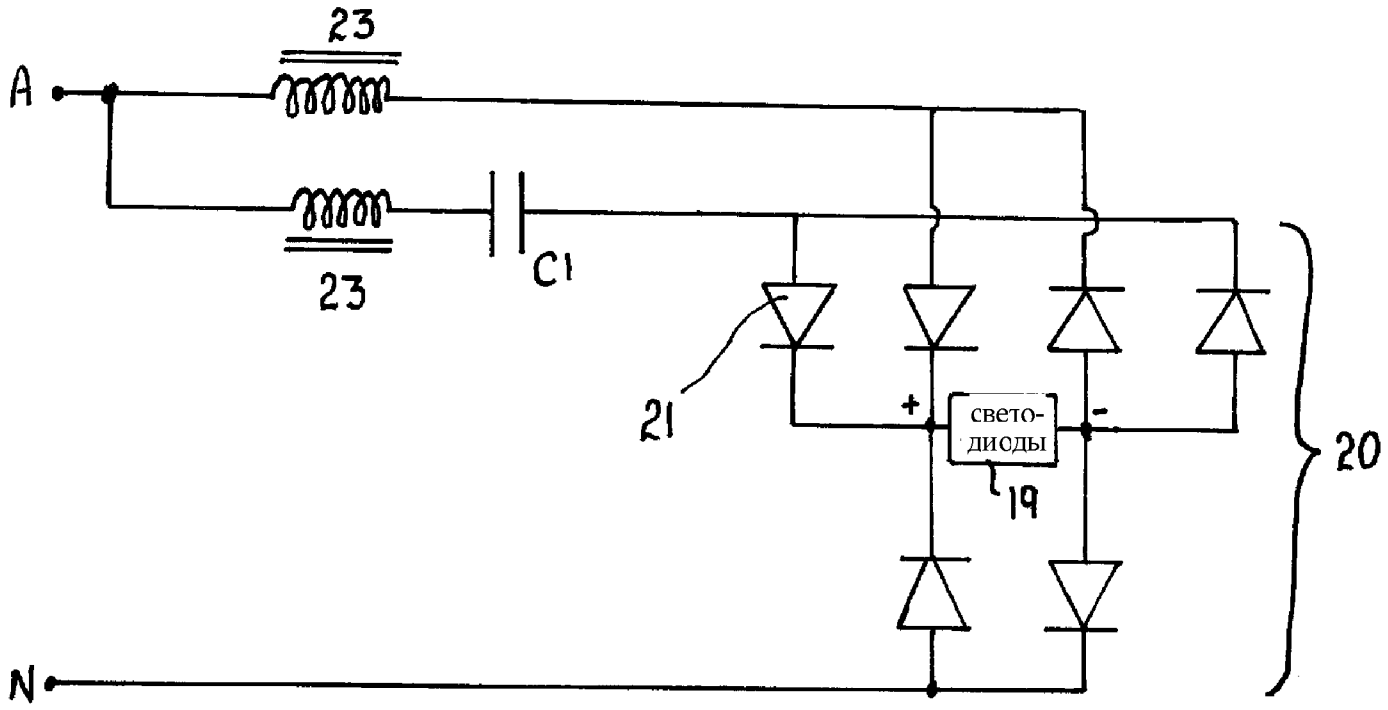
Фиг. 13


двухполупериодный
мостовой выпрямитель
A
N
T3
C3
20
+
C27
-
светодиоды
19

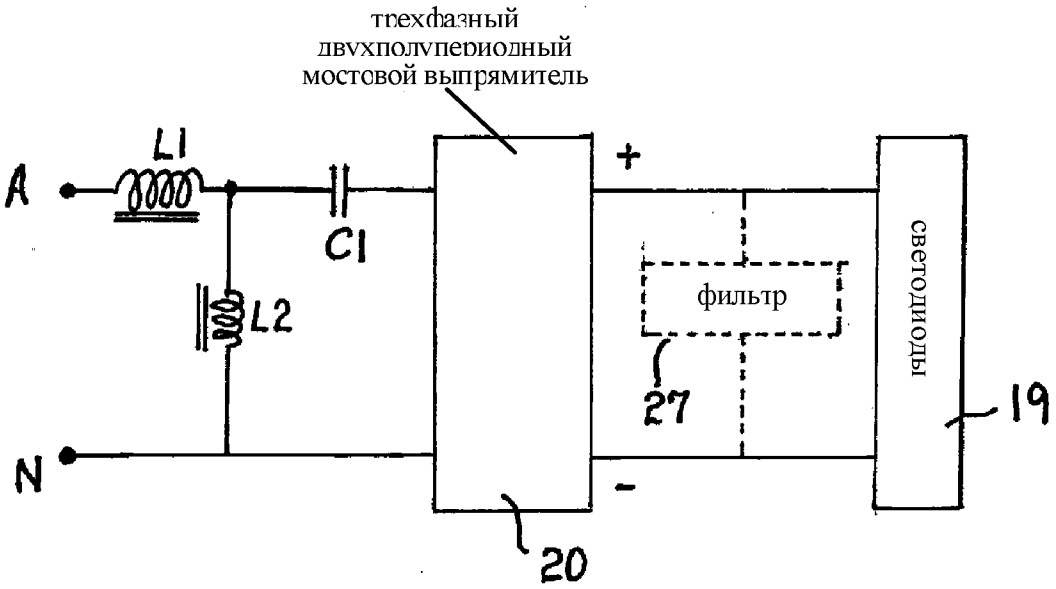
Фиг. 14


трехфазный
двухполупериодный
мостовой выпрямитель
T3
P1
P2
S1
P3
C3
C3
T3
N
+
-
200
светодиоды
19

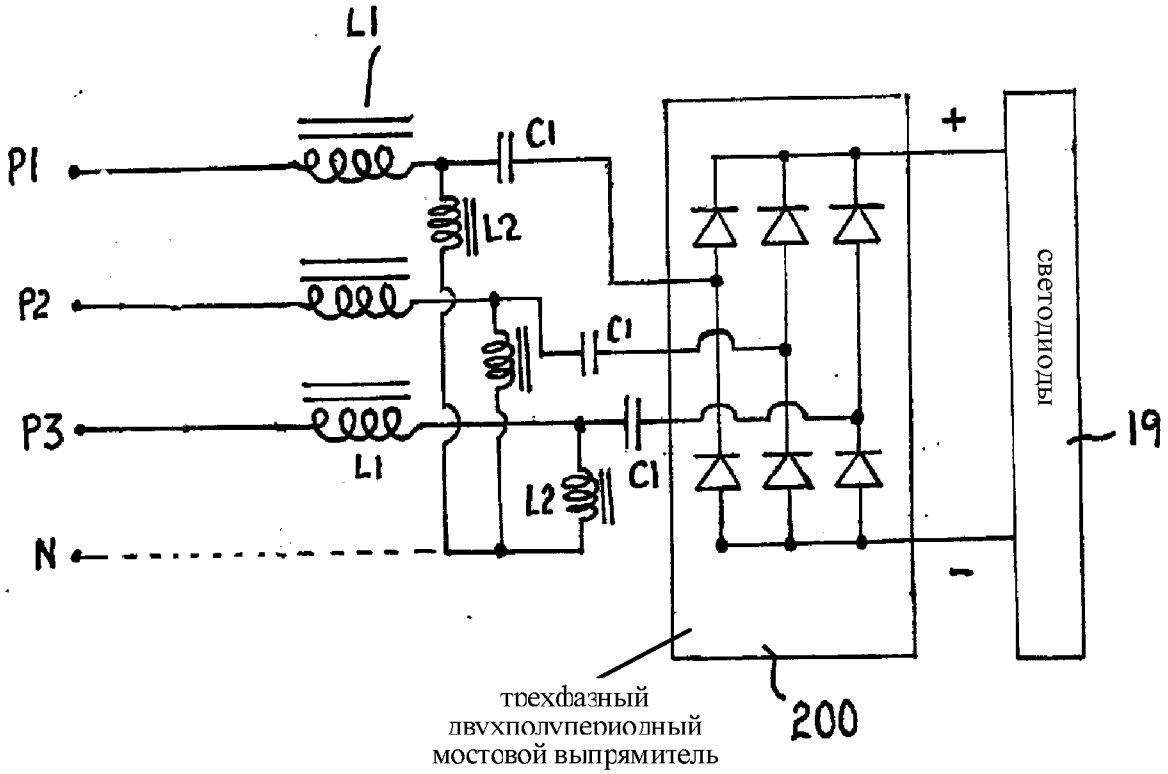
Фиг. 15



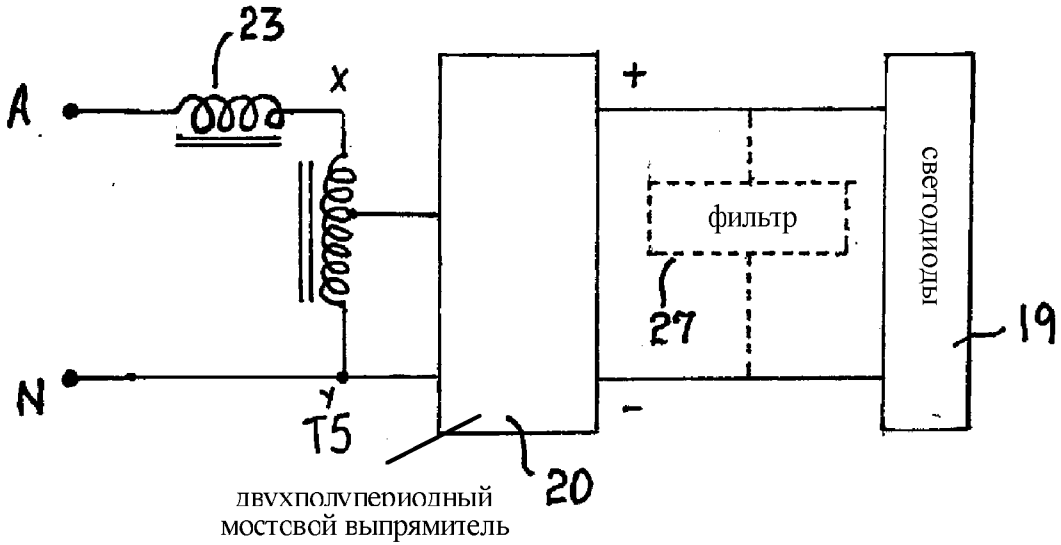
Фиг. 16


трехфазный
двухполупериодный
мостовой выпрямитель
A
L1
C1
L2
N
+
-
фильтр
27
20
светодиоды
19

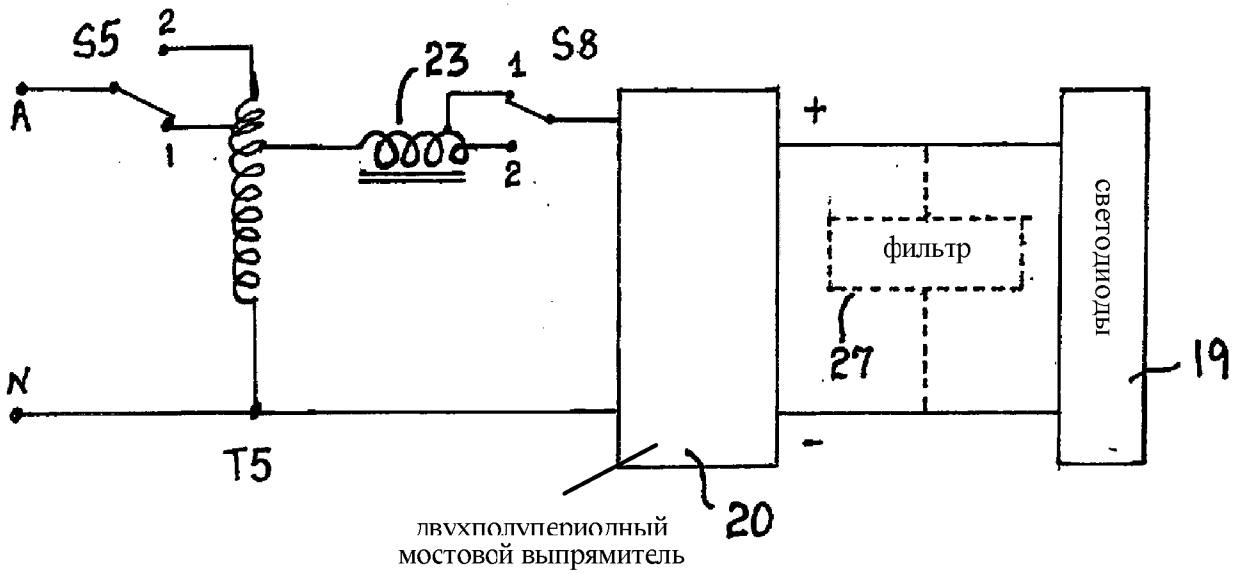
Фиг. 17


L1
P1
C1
L2
P2
C1
P3
L1
C1
L2
N
+
-
светодиоды
19
трехфазный
двухполупериодный
мостовой выпрямитель
200

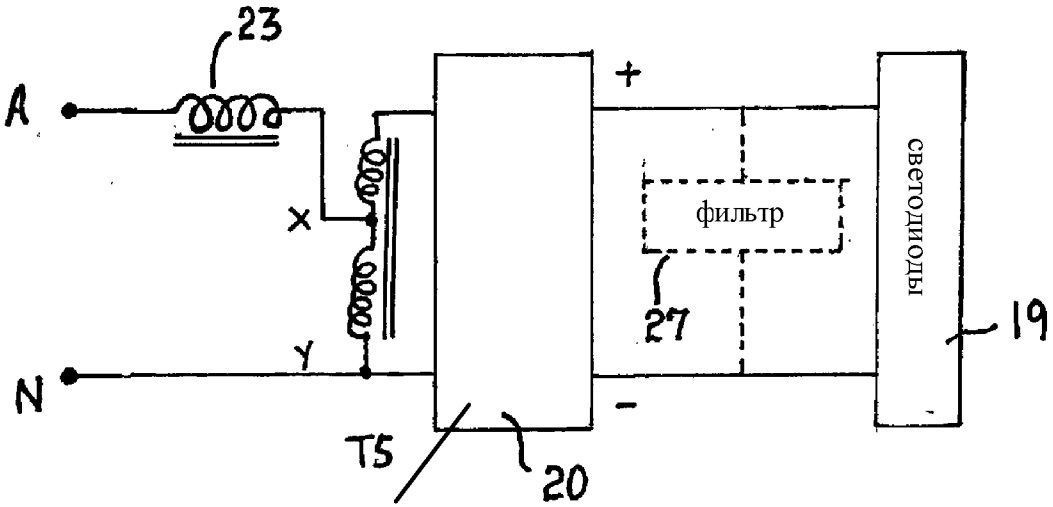
Фиг. 18


23
A
x
N
y
T5
+
-
фильтр
27
светодиоды
19
20
двухполупериодный
мостсвой выпрямитель

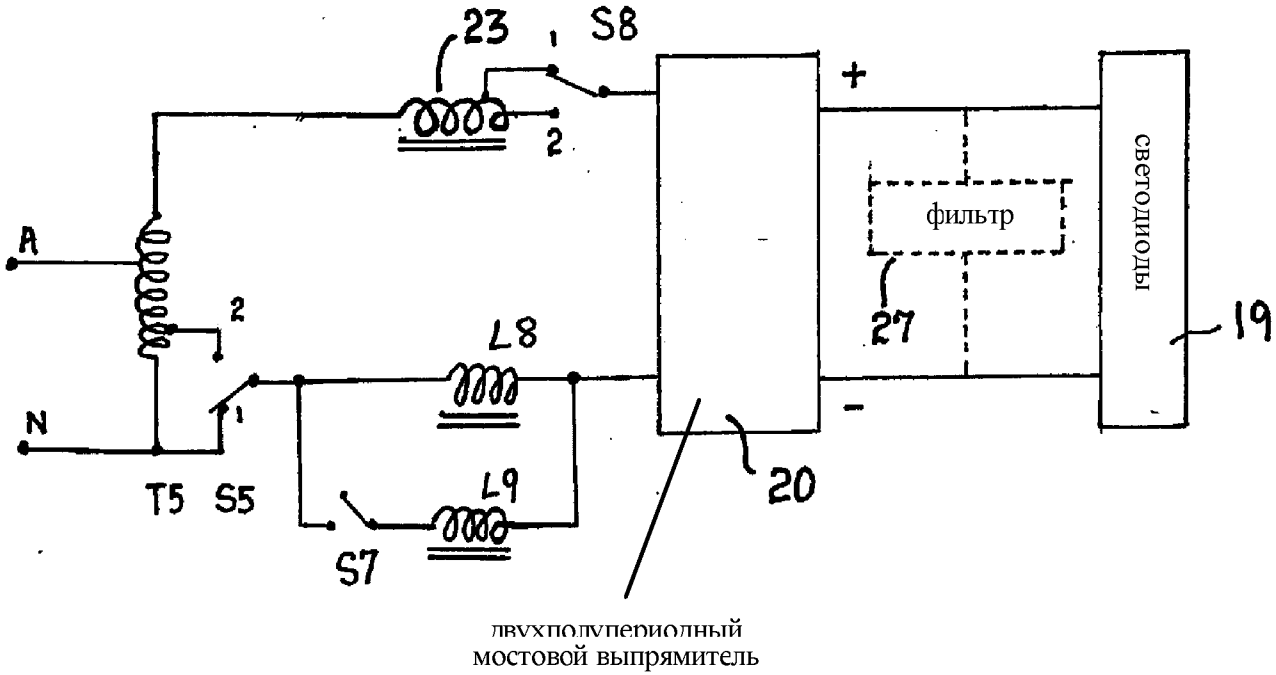
Фиг. 19


S5
2
A
1
N
T5
23
1
S8
2
+
-
фильтр
27
светодиоды
19
20
двухполупериодный
мостовой выпрямитель

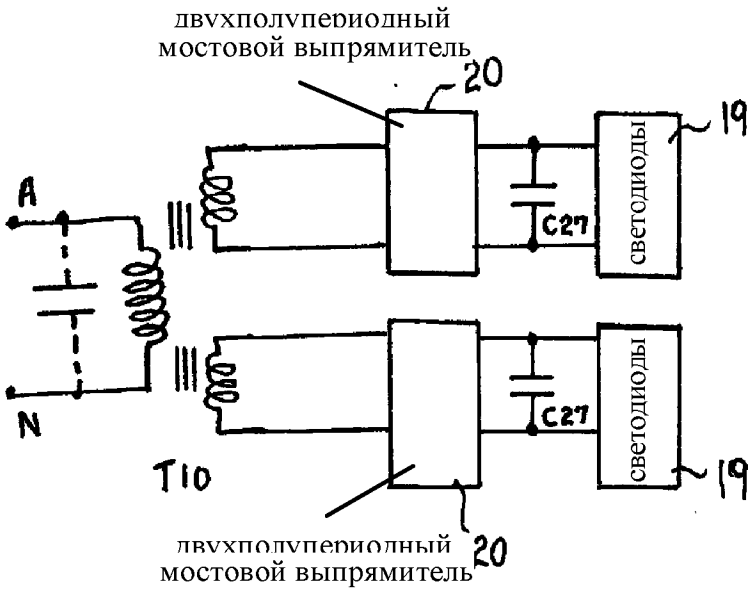
Фиг. 19А


23
A
N
X
Y
T5
20
+
-
фильтр
27
светодиоды
19
двухполупериодный
мостовой выпрямитель

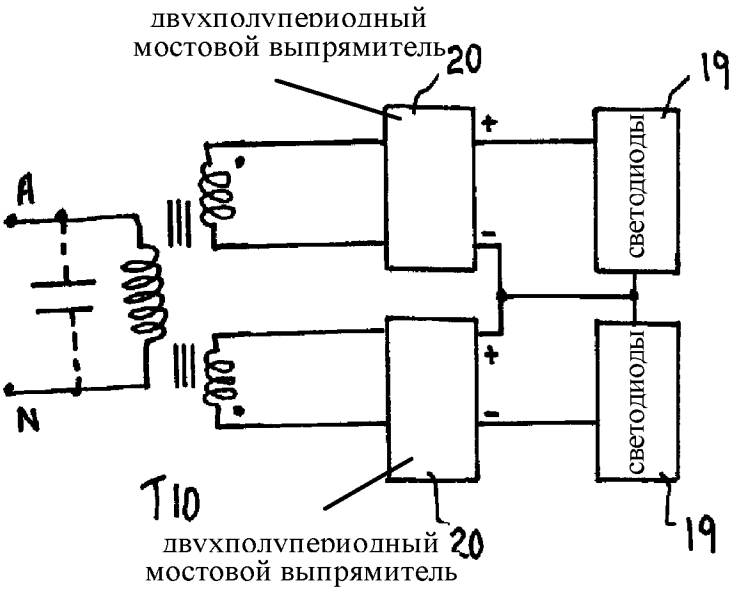
Фиг. 20


23
S8
1
2
A
N
2
1
T5
S5
L8
L9
S7
+
-
фильтр
27
светодиоды
19
20
двухполупериодный
мостовой выпрямитель

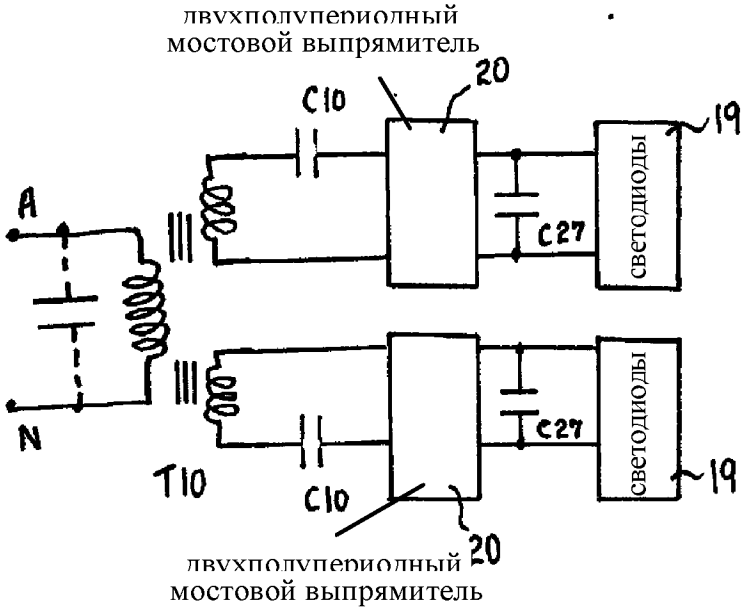
Фиг. 20А


двухполупериодный
мостовой выпрямитель
20
19
A
N
C27
светодиоды
T10
двухполупериодный
мостовой выпрямитель
20

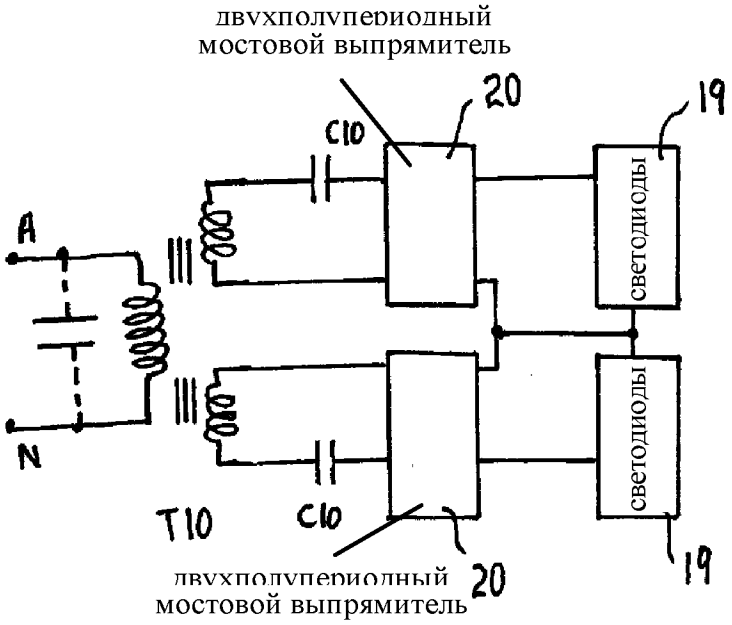
Фиг. 21


двухполупериодный
мостовой выпрямитель
20
19
A
N
+
-
светодиоды
T10
двухполупериодный
мостовой выпрямитель
20

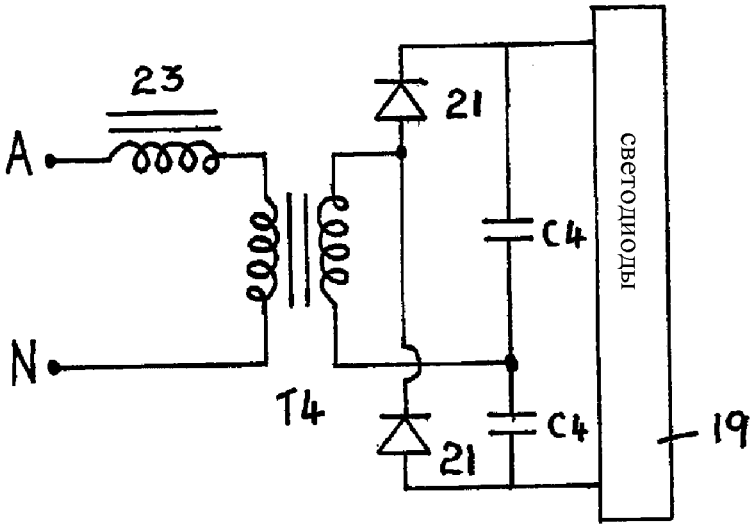
Фиг. 22


двухполупериодный
мостовой выпрямитель
20
C10
19
A
C27
светодиоды
N
T10
C10
C27
светодиоды
19
двухполупериодный
мостовой выпрямитель
20

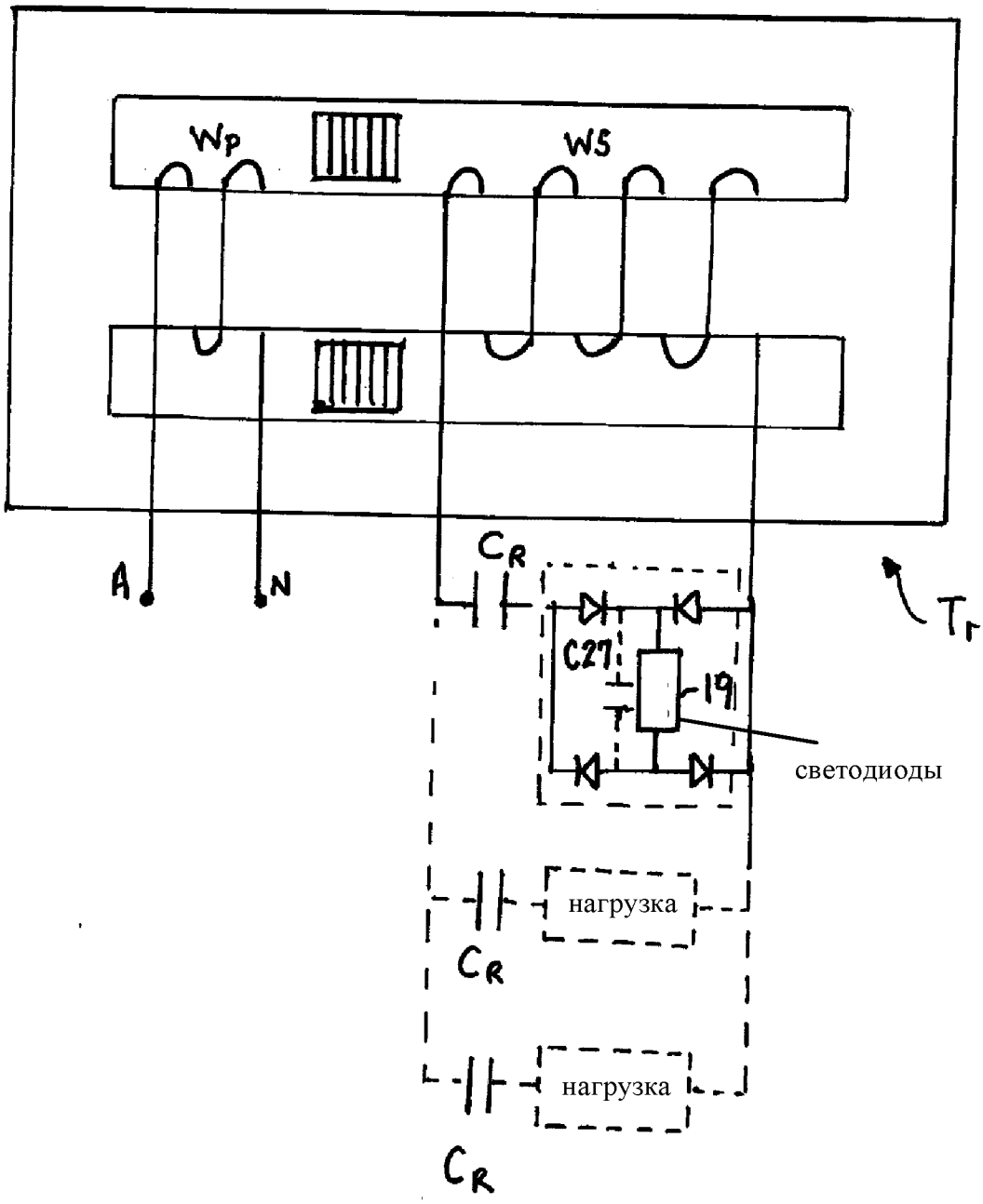
Фиг. 23


двухполупериодный
мостовой выпрямитель
20
19
C10
A
светодиоды
N
T10
C10
светодиоды
двухполупериодный
мостовой выпрямитель
20
19

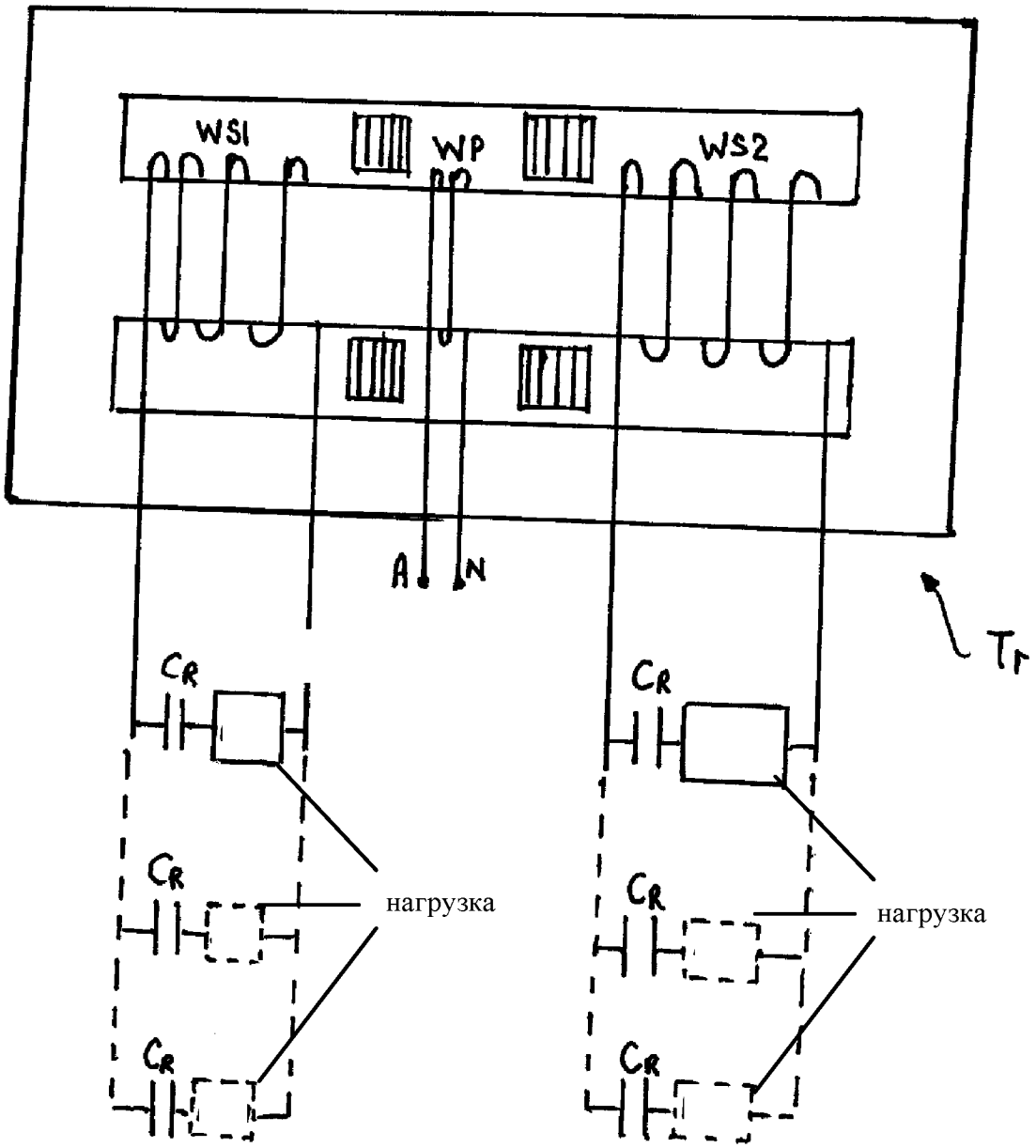
Фиг. 24



Фиг. 25



Фиг. 26



Фиг. 27