

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(11) 033126

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2019.08.30

(51) Int. Cl. **H02M 7/06** (2006.01)
H02J 9/06 (2006.01)

(21) Номер заявки
201791081

(22) Дата подачи заявки
2015.12.10

**(54) ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ С ОСЦИЛЛИТОРОМ И СИСТЕМА, СОСТОЯЩАЯ ИЗ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ С ОСЦИЛЛИТОРОМ, СОЕДИНЕННОГО С НАГРУЗКОЙ**

(31) PV 2014-885

(56) GB-A-2137442
US-A1-2003043607

(32) 2014.12.10

(33) CZ

(43) 2017.12.29

(86) PCT/CZ2015/000150

(87) WO 2016/091234 2016.06.16

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
НАМИ-ТЕК С.Р.О. (CZ)

(72) Изобретатель:

Одложилик Мирослав, Зруна
Далимил, Зруна Мартин (CZ)

(74) Представитель:

Нилова М.И. (RU)

033126
B1

(57) Заявлен преобразователь с осциллятором, отличающийся тем, что он содержит вход (5) для соединения фазы посредством первого узла (9) с катодом первого диода (1), а также с анодом второго диода (2), причем анод первого диода (1) посредством третьего узла (11) соединен с анодом третьего диода (3), а также с первым выходом (17), при этом катод третьего диода (3) соединен посредством четвертого узла (12) с анодом четвертого диода (4), а также с нейтральным проводом (15) или со второй фазой (16), а также вторым выходом (18), причем анод четвертого диода (4) соединен третьим выходом (19) и посредством второго узла (10) с катодом второго диода (2), при этом параллельно со вторым узлом (10) и третьим узлом (11) соединен по меньшей мере один контур (20) осциллятора, включающий в себя бифилярную катушку (6) с первой обмоткой (21) и второй обмоткой (22), и по меньшей мере один конденсатор. Также заявлена система, содержащая преобразователь с осциллятором и нагрузку, а также трехфазная система.

B1

033126

Область техники

Изобретение относится к преобразователю, содержащему осциллятор LC, LC-LC или LC-CL типа, имеющий индуктивную связь с бифилярной катушкой, соединенной с серединой моста Грэца, который изменяет напряжение и ток на выходе и увеличивает время их действия при соединении преобразователя с нагрузкой. Кроме того, изобретение относится к системе преобразователь-нагрузка, включающей в себя вышеупомянутый преобразователь и по меньшей мере две нагрузки.

Уровень техники

В электротехнике преобразователь представляет собой устройство, предназначенное для изменения параметров электрической энергии. Основными параметрами электрической энергии являются величина напряжения, тока, а также частота источника питания переменного тока. Руководствуясь физическими законами, подразумевают, что коэффициент преобразования энергии всегда меньше 100%, и каждый преобразователь имеет потери энергии. Преобразователи электроэнергии главным образом работают с очень хорошим КПД и имеют потери порядка 5-10% вблизи рабочей точки, однако при отсутствии нагрузки относительные потери устройства обычно бывают выше. Наиболее часто используемым преобразователем является трансформатор, устройство, которое изменяет величину переменного напряжения. Раньше для изменения величины постоянного напряжения использовали электромеханические вращающиеся преобразователи, состоящие из электродвигателя DV и осциллятора, расположенных на общем валу.

Сегодня, наиболее распространенными преобразователями являются полупроводниковые преобразователи напряжения или частоты. В зависимости от применения преобразователем может служить выпрямитель, инвертор, преобразующий переменный ток в постоянный ток промышленной частоты, и преобразователь, изменяющий частоту переменного напряжения и тока.

В последнее время используют активные выпрямители, которые также обеспечивают возможность рекуперации (меняют направление потока мощности и возвращают энергию в сеть переменного тока).

В настоящее время полупроводниковые преобразователи можно встретить практически в каждом электрическом устройстве, в импульсных источниках питания для компьютеров и другой бытовой технике, преобразователях частоты компактных люминесцентных ламп, аккумуляторных батареях, в микроволновых печах или плитах с индукционным нагревом. Одним из наиболее важных применений полупроводниковых преобразователей являются регулируемые электроприводы, обеспечивающие значительное повышение КПД, динамического воздействия, устойчивости, точности и срока службы привода.

Умножитель напряжения представляет собой преобразователь напряжения, состоящий из диодов и конденсаторов, который преобразует напряжение переменного тока в напряжение постоянного тока, в несколько раз превышающее его значение. Схема соединена таким образом, что один полупериод переменного тока обеспечивает зарядку конденсаторов, соединенных параллельно, а второй (противоположный по знаку) полупериод обеспечивает разряд конденсаторов, соединенных последовательно. При наличии двух диодов и конденсатора на выходе формируется напряжение в два раза, превышающее напряжение на входе. Повторение этой принципиальной схемы в каскаде позволяет получить на выходе значительно более высокое напряжение. Умножитель напряжения был использован в качестве дешевой и небаритной замены трансформатора, где имеется низкое потребление тока при высоком напряжении. Примером может служить старая электрическая ловушка для насекомых, в которой напряжение питающей сети (220 В) преобразуется в несколько тысяч вольт, используемых для гибели насекомых. Кроме того, в некоторых телевизорах умножитель напряжения используется в качестве источника предварительной нагрузки для экрана. Эта схема используется также в физике и в случае необходимости эффективного создания высокого напряжения постоянного тока, поскольку она обеспечивает оптимальное пространственное распределение напряжения. В идеальном случае на одном уровне напряжение соответствует двойной амплитуде напряжения источника, от которого он питается.

Устройство, работающее по этому принципу, называется каскадным осциллятором.

Как правило, схема, работающая по этому принципу, называется зарядовым насосом и используется в электронике и везде, где необходим дешевый блок питания с низким уровнем мощности. Например как преобразователи уровней для стандартного последовательного порта RS232, такие как схема MAX232.

Они были использованы в приемниках без трансформаторов с напряжением сети 110-125 В, где напряжение переменного тока недостаточно для достижения относительно высокого постоянного напряжения.

Выпрямитель представляет собой электрическое устройство, которое преобразует электрическую энергию переменного тока в электрическую энергию постоянного тока. Поскольку для работы электрических схем необходим постоянный ток, а переменный ток используется для распределения электроэнергии, то выпрямитель, как правило, является частью электрических устройств и бытовых электроприборов, работающих от электросети. Выпрямители зачастую используются в системах электроснабжения электрических тяговых транспортных средств (например, двигателей электровозов, трамваев, троллейбусов и вагонов метро). Сегодня полупроводниковые выпрямители на основе кремния используются практически повсеместно и почти полностью заменили другие устройства. Возможно появление новых устройств на основе карбида кремния, преимуществом которых будет являться возможность эксплуатации при более высокой температуре.

Комплексный однопортовый резонансный контур образован параллельным или последовательным соединением конденсатора и катушки. При определенной резонансной частоте емкостное и индуктивное сопротивления выравниваются, и колебательный контур ведет себя на этой частоте как активное сопротивление. Состояние контура, возникающее при резонансной частоте, называется резонансом. Резонанс - это явление, при котором на определенной частоте колебательный контур повышает ток в последовательном контуре или значительно увеличивает напряжение в параллельном контуре. Последовательный резонансный контур имеет резонансную частоту при самом низком импедансе. Параллельный резонансный контур имеет резонансную частоту при самом высоком импедансе. Контур на этой частоте имеет только активное сопротивление.

Имеются две электрические детали, способные накапливать энергию: конденсатор - накапливает электростатическую энергию, катушка - накапливает магнитную энергию.

Соединим обе детали с образованием электрического LC-контура, зарядим конденсатор и соединим его с катушкой. При замыкании конденсатора накоротко через катушку он начинает разряжаться, при этом резкое возрастание тока отсутствует (катушка наводит противодействующее напряжение), конденсатор разряжается (его энергия уменьшается); протекание повышенного электрического тока через катушку способствует созданию усиленного магнитного поля (а также увеличению энергии в катушке), конденсатор разряжается (напряжение уменьшается до нуля), обеспечивая передачу всей энергии на катушку. На обкладках конденсатора отсутствует иной электрический заряд, способствующий возбуждению тока, тем не менее ток не падает до нуля, поскольку катушка сохраняет текущее состояние (ток) и индуцирует ток, протекающий в том же направлении, что и в начале, при этом конденсатор заряжается до полярности, противоположной первоначальной (энергия поступает от катушки обратно в конденсатор). Ток постепенно уменьшается, а напряжение на конденсаторе возрастает, происходит зарядка конденсатора до того же напряжения, но противоположной полярности (энергия передается от катушки обратно в конденсатор), и это повторяется в обратном направлении.

Бифилярную катушку в электротехнике определяют как катушку, выполненную из двойного провода (двух одновременно намотанных проводов). При соединении двух проводов с одной стороны ток в соседних проводниках будет протекать в противоположных направлениях. Результирующие магнитные поля нейтрализуют друг друга, компенсируя взаимное влияние друг на друга. Такие катушки используют при производстве проволочных резисторов с очень низкой паразитной индуктивностью.

Использование двух проводников в качестве отдельных катушек трансформатора позволяет получить трансформатор с крайне низкой индуктивностью рассеяния. Бифилярные, а также многообмоточные трансформаторы отличаются, в частности, хорошими характеристиками передачи импульсов. Эти характеристики полезны, например, при работе двух коммутирующих транзисторов. Проводники такого трансформатора наматываются параллельно и в конечном счете взаимно скручены. Недостатком является увеличение емкости таких тесно связанных катушек. В настоящее время бифилярные катушки используют в качестве дроссельных катушек для различных фильтров напряжения и компенсирующих элементов. Характеристики каждой катушки определяются геометрическими характеристиками. Поверхность сердечника катушки влияет на передаваемую мощность, диаметр провода и материал оказывают влияние на величину сопротивления и протекающий ток, а число витков влияет на величину выходного напряжения.

В настоящее время используют различные формы электрического нагрева. Прямое преобразование электрической энергии в тепловую обеспечивается с помощью сопротивления, включенного в электрический контур. В этих устройствах нагревательные элементы с сопротивлением, питаемые переменным напряжением и током, используются в качестве нагрузки. Этот принцип используется в устройствах с терморезистором, например электрических котлах, которые, как правило, пытаются от сети с напряжением переменного тока частотой 50 Гц. Также появился ряд установок, работающих на напряжении постоянного тока, которые считаются наиболее эффективными. Они более экономичны с точки зрения термического сопротивления вследствие отсутствия постоянной вибрации и изменений температуры.

В сегодняшних установках мы столкнулись со все возрастающей потребностью в тепловой мощности как существующих, так и вновь устанавливаемых и произведенных систем теплоснабжения. Кроме того, мы продемонстрировали сокращение времени нагрева и достижение более высоких температур при сравнительном и постоянном входных сигналах. В некоторых технологических процессах это привело к повышению КПД производственных процессов. В объектах коммерческой недвижимости и жилых помещениях это создает более высокий уровень температурного комфорта, несмотря на недостаточный обогрев, за счет сокращения времени нагрева и повышения температуры во внутренних помещениях при одновременном снижении потребляемой мощности.

Сущность изобретения

Задача изобретения состоит в создании преобразователя с осциллятором, который изменяет поток напряжения и тока на выходе преобразователя и увеличивает время их действия на подключенные нагрузки.

Решение поставленной задачи обеспечивается преобразователем с осциллятором, соединенным с источником переменного напряжения посредством первой входной фазной клеммы и нейтрального провода или второй входной фазной клеммы, отличающимся тем, что он содержит первую входную фазную

клемму преобразователя для соединения фазы, соединенной посредством первого узла с катодом первого диода и с анодом второго диода, при этом первый диод имеет анод, соединенный посредством третьего узла с анодом третьего диода и первой выходной клеммой преобразователя, а катод третьего диода соединен посредством четвертого узла с анодом четвертого диода и нейтральным проводом или со второй входной фазной клеммой преобразователя, а также второй выходной клеммой преобразователя, при этом четвертый диод имеет катод, который соединен с третьей выходной клеммой преобразователя и, посредством второго узла, с катодом второго диода, а между вторым узлом и третьим узлом соединены один или несколько взаимно параллельных контуров осциллятора, включающих в себя бифилярную катушку с первой обмоткой и второй обмоткой, и по меньшей мере один конденсатор.

Преобразователь с осциллятором согласно изобретению может иметь три варианта конструкции, отличающихся компоновкой контура осциллятора. В первом варианте контур осциллятора соединен таким образом, что первый конец первой обмотки бифилярной катушки соединен с третьим узлом посредством первого конденсатора, а первый конец второй обмотки бифилярной катушки соединен с третьим узлом напрямую; при этом другой конец первой обмотки бифилярной катушки соединен непосредственно со вторым узлом, а другой конец второй обмотки бифилярной катушки соединен со вторым узлом посредством второго конденсатора. Такой контур представляет собой контур LC-CL типа.

В втором варианте контур осциллятора соединен таким образом, что первые концы первой и второй обмоток бифилярной катушки соединены непосредственно с третьим узлом, а другие концы первой и второй обмоток бифилярной катушки соединены со вторым узлом посредством по меньшей мере одного конденсатора. Такой контур представляет собой контур LC типа.

В третьем варианте контур осциллятора соединен таким образом, что первые концы первой и второй обмоток бифилярной катушки соединены непосредственно с третьим узлом, другой конец первой обмотки бифилярной катушки соединен со вторым узлом посредством первого конденсатора, а другой конец второй обмотки бифилярной катушки соединен со вторым узлом посредством второго конденсатора. Такой контур представляет собой контур LC-LC типа.

Таким образом, этот преобразователь выполнен на основе осциллятора CL, LC-LC или CL-CL типа, имеющего индуктивную связь с бифилярной катушкой, соединенной с серединой моста Грэца, и меняет поток напряжения и тока на выходе в соответствии с изложенным ниже.

Вариант реализации контура осциллятора, в котором первые концы первой и второй обмоток бифилярной катушки соединены непосредственно с третьим узлом, а другие концы первой и второй обмоток бифилярной катушки соединены со вторым узлом посредством по меньшей мере одного конденсатора (контур осциллятора CL типа), является наиболее простым в изготовлении. Он также обеспечивает возможность подключения системы конденсаторов, расположенных последовательно, параллельно или последовательно-параллельно, например для получения заданной общей емкости контура осциллятора. На практике такой контур оказался менее мощным, чем контур CL-LC типа.

Вариант реализации контура осциллятора, в котором первый конец первой обмотки бифилярной катушки соединен с третьим узлом посредством первого конденсатора, первый конец второй обмотки бифилярной катушки соединен с третьим узлом напрямую; другой конец первой обмотки бифилярной катушки соединен непосредственно со вторым узлом, а другой конец второй обмотки бифилярной катушки соединен со вторым узлом посредством второго конденсатора (контур осциллятора CL-LC типа), оказывает после подключения наиболее благоприятное влияние на нагрузку.

Вариант реализации контура осциллятора, в котором первые концы первой и второй обмоток бифилярной катушки соединены напрямую с третьим узлом, другой конец первой обмотки бифилярной катушки соединен со вторым узлом посредством первого конденсатора, а другой конец второй обмотки бифилярной катушки соединен со вторым узлом посредством второго конденсатора (контур осциллятора CL-CL типа), лишен преимущества временного распределения эффекта взаимной индукции бифилярной катушки и поэтому менее эффективен после подключения, чем контур CL-LC типа.

В предпочтительном варианте реализации изобретения полное емкостное сопротивление XC всех соединенных конденсаторов (в контуре осциллятора CL типа) или емкостное сопротивление конденсаторов в отдельных ветвях контура осциллятора XC1 и XC2 (контур осциллятора CL-LC и CL-CL типа) равно произведению целой части числа $\pi/2$ на величину индуктивного сопротивления XL бифилярной катушки, содержащей первую и вторую обмотки. В этом случае получают наиболее предпочтительное изменение величины напряжения и тока. Однако проведенные измерения показывают, что благоприятное изменение может быть получено даже при отклонении от указанного соотношения, обусловленном, например, допуском на изготовление катушек и конденсаторов или отсутствием катушек и конденсаторов с требуемыми параметрами, при благоприятном изменении величины тока и напряжения, даже при условии, когда полное емкостное сопротивление XC всех соединенных конденсаторов (в контуре осциллятора CL типа) или емкостное сопротивление конденсаторов XC1 и XC2 в отдельных ветвях контура осциллятора (т.е. при наличии одного конденсатора в каждой ветви, емкостное сопротивление первого конденсатора и емкостное сопротивление второго конденсатора; в контуре осциллятора CL-LC и CL-CL типа) равно произведению целой части числа $\pi/2$ умноженному на величину индуктивного сопротивления XL

бифильярной катушки $\pm 20\%$.

Еще одной особенностью изобретения является то, что система, содержащая преобразователь с осциллятором, как описано выше, и нагрузку, отличается тем, что первая нагрузка соединена с первой выходной клеммой преобразователя и второй выходной клеммой преобразователя, а вторая нагрузка соединена со второй выходной клеммой преобразователя и третьей выходной клеммой преобразователя, при этом сопротивление первой нагрузки равно сопротивлению второй нагрузки $\pm 20\%$. В идеальном случае сопротивления нагрузок одинаковы. Однако на практике они могут отличаться из-за несогласованности и допусков на изготовление, а также аналогичных явлений. Увеличивающееся различие между нагрузками приводит к снижению эффективности системы, состоящей из преобразователя с осциллятором, соединенного с нагрузкой. Опытным путем доказано, что разность значений сопротивления должна быть в пределах $\pm 20\%$, нагрузка может состоять из нескольких частичных нагрузок, при этом должно быть соблюдено требование к суммарной нагрузке.

Благодаря подключению контура осциллятора LC-CL типа к середине моста Грэца с двумя одинаковыми нагрузками, соединенными параллельно с третьим и четвертым диодами, и использованию свойств бифильярной катушки с индуктивной связью, выполненной в зависимости от заданных параметров, начальные напряжение и ток разделяются на положительные и отрицательные волны (импульсы). Эти импульсы проходят через контур в разное время. Во втором и третьем узлах, т.е. в местах, где контур осциллятора соединен с мостом Грэца, входные импульсы разделены на две части. Первая часть входного импульса поступает непосредственно к нагрузке. Таким образом, если импульс положительный, то он проходит от второго узла ко второй нагрузке, а если импульс отрицательный, то он проходит от третьего узла к первой нагрузке. Вторая часть входного импульса проходит к контуру осциллятора. При этом первый, например положительный, импульс со стороны второго узла проходит через последовательно-параллельный контур осциллятора в третий узел. В контуре осциллятора импульс разделяется на(в) две параллельные ветви. Таким образом, импульс появляется одновременно на первом конденсаторе первой ветви и на второй обмотке бифильярной катушки во второй ветви, а благодаря индукционной связи бифильярной катушки также и на первой обмотке бифильярной катушки в первой ветви (в этой точке без пассивного использования бифильярной катушки). Далее импульс поступает на второй конденсатор второй ветви и одновременно на уже активную первую обмотку бифильярной катушки в первой ветви. Эти импульсы объединяются за контуром CL-LC, и импульс проходит к пятому узлу, где он вновь разделяется, причем первая его часть поступает непосредственно на первую нагрузку, а вторая часть проходит через третий диод ко второй нагрузке, которая уже частично насыщена импульсом, исходящим непосредственно от второго узла. Длительность каждого входного импульса определяется периодом π длительности входного напряжения. Благодаря заданным должным образом значениям XL и XC , контур осциллятора работает в предпочтительном режиме на частоте, определяемой частотой входного напряжения. Значения индуктивного сопротивления XL и емкостного сопротивления XC всегда должны рассчитываться на основе параметров входного напряжения, его частоты и по значениям сопротивления первой и второй нагрузок, при этом в идеальном случае это означает, что $XC_1=XC_2=XL\times n\times \pi/2$. Весь процесс в контуре осциллятора всегда повторяется при периодическом чередовании положительных и отрицательных импульсов. Процесс повторения импульсов в контуре способствует восстановлению импульсов в CL-LC контуре благодаря точным значениям параметров элементов схемы и точному расчету времени. Кроме того, длительность суммарного воздействия сигналов напряжения и тока на нагрузки в течение периода 2π продлевается на весь период $\pi-3\pi$. Она равна сумме длительностей, в течение которых отдельные конденсаторы разряжаются, каждый в течение $1/4\pi$ в CL-LC контуре, т.е. в общей сложности для двух конденсаторов и двух импульсов, положительного и отрицательного, $4\times 1/4\pi$.

В CL-CL контуре, состоящем из двух ветвей контура осциллятора с идентичным расположением конденсаторов и первой и второй обмоток бифильярной катушки, сигнал делится на две части, которые проходят через отдельные ветви таким же образом, как и в классическом CL контуре, только импульс находится под влиянием индуктивной связи бифильярной катушки.

Прохождение сигналов через осциллятор в контуре CL обеспечивается проще. В этом случае сигнал ведет себя как в последовательном CL контуре, однако импульсы оказывают взаимное влияние друг на друга вследствие индуктивной связи бифильярной катушки.

В предпочтительном варианте сопротивление первой нагрузки и сопротивление второй нагрузки равны индуктивному сопротивлению бифильярной катушки. Опытным путем было доказано, что допустимое отклонение составляет примерно 20%. На практике предпочтительнее выбрать параметры преобразователя, т.е. индуктивное сопротивление используемой бифильярной катушки и емкостное сопротивление используемых конденсаторов, с учетом предполагаемой нагрузки. Как правило, сопротивления общих нагрузок варьируются в диапазоне от 12 до 150 Ом. Функциональные возможности преобразователя были экспериментально доказаны в нагревательных приборах с высоким содержанием железа, например из сплава KANTHAL.

Число витков бифильярной катушки L в преобразователе с осциллятором или в сложной системе преобразователя с осциллятором и нагрузкой варьируется в диапазоне 50-6000.

При необходимости соединения нагрузки с низким сопротивлением и высокой токовой нагрузкой используют двухконтурный осциллятор, в котором два одинаковых последовательно-параллельных контура осциллятора соединены параллельно с третьим и четвертым диодом. В этом случае для сопротивлений первой и второй нагрузки применяется соотношение $R1=R2=XL$ первого контура, $=XL$ второго контура.

При необходимости подключения трехфазного устройства или для обеспечения равномерно распределенной нагрузки отдельных фаз соединяют три преобразователя с осциллятором в каскад таким образом, что преобразователь 1 включен между фазами L1 и L2, преобразователь 2 включен между фазами L2 и L3, а преобразователь 3 включен между фазами L3 и L1.

Преобразователь с осциллятором согласно изобретению может быть подключен к питающей сети 230 В/50 Гц или питающей сети 400 В/50 Гц. Конечно, он также подходит для другой питающей сети, например 120 В/60 Гц, или, в конечном счете, любой иной. Емкостное сопротивление конденсаторов и индуктивное сопротивление бифилярной катушки зависят от частоты источника питания. Эти значения можно получить из известных соотношений, где

$$XC \text{ равно } \frac{1}{2\pi} \times \text{частота} \times \text{емкость}, \text{ а}$$

$$XL \text{ равно } 2\pi \times \text{частота} \times \text{индуктивность}.$$

На практике это означает, что для получения предпочтительного варианта системы преобразователя, соединенного с нагрузкой, необходимо учитывать частоту напряжения питающей сети и выбирать бифилярную катушку с соответствующей индуктивностью согласно заданным нагрузкам и известной частоте, а также выбирать конденсаторы соответствующей емкости.

Краткое описание чертежей

Прилагаемые чертежи иллюстрируют сущность изобретения, где

на фиг. 1 показана схема однофазного соединения преобразователя и осциллятора CL-LC типа согласно изобретению;

на фиг. 2а показана схема однофазного соединения системы преобразователь-осциллятор CL-LC типа, соединенной с нагрузкой, согласно изобретению;

на фиг. 2б показана схема двухфазного соединения системы преобразователь-осциллятор CL-LC типа, соединенной с нагрузкой, согласно изобретению;

на фиг. 3 показана схема соединения системы преобразователь - два осциллятора CL-LC типа, соединенной с нагрузкой, согласно изобретению;

на фиг. 4 показана схема трехфазного соединения трех систем преобразователь-осциллятор CL-LC типа, соединенных с нагрузкой, согласно изобретению;

фиг. 5 иллюстрирует опытные работы по размещению шести преобразователей с осциллятором CL-LC типа в печи согласно изобретению;

на фиг. 6 показана схема опытной установки - испытательный стенд с подогревом воздуха, выполненный по стандартной схеме, без преобразователя и осциллятора согласно изобретению;

на фиг. 7 показана схема опытной установки, состоящей из преобразователя с осциллятором CL-LC типа согласно изобретению, размещенной на входе испытательного стенда с подогревом воздуха;

на фиг. 8 показан график роста температур, измеренных в испытательном стенде с подогревом воздуха с преобразователем и без преобразователя;

на фиг. 9 показан график роста температур, измеренных в испытательном стенде с подогревом воздуха, при наличии преобразователя и без преобразователя;

на фиг. 10 показан график измеренных значений в испытательном стенде с подогревом воздуха с преобразователем в установленном режиме;

на фиг. 11 показана схема соединения преобразователя с осциллятором LC типа согласно изобретению;

на фиг. 12 показана схема соединения системы преобразователь-осциллятор LC типа с нагрузкой согласно изобретению;

на фиг. 13 показана схема соединения преобразователя с осциллятором LC-LC типа согласно изобретению;

на фиг. 14 показана схема соединения системы, состоящей из преобразователя с осциллятором LC-LC типа, соединенной с нагрузкой, согласно изобретению;

на фиг. 15 показан график роста напряжений, измеренных на входе нагрузки, соединенной в соответствии с фиг. 2а;

на фиг. 16 показан график роста напряжений, измеренных на нагрузках, соединенных в соответствии с фиг. 2а;

на фиг. 17 показан график роста токов, измеренных на входе и на нагрузках, соединенных в соответствии с фиг. 2а;

на фиг. 18 показан график роста тока, измеренного на нагрузках, соединенных в соответствии с фиг. 2а;

на фиг. 19 показан график роста напряжений и тока, измеряемых на входе и на нагрузке R2, в схеме согласно фиг. 2а, 230 В/50 Гц, принятой за стандартную;

на фиг. 20 показан график роста напряжений и тока, измеряемых на нагрузке R2, в схеме согласно фиг. 2а, 230 В/50 Гц, принятой за стандартную;

на фиг. 21 показан рост напряжения, тока и сопротивления нейтрального провода в схеме согласно фиг. 2а;

на фиг. 22 показана тестовая блок-схема соединения системы преобразователь-осциллятор с трехфазным распределителем питания, соединенным с нагрузкой;

на фиг. 23 показан график роста зависимости температуры и входной мощности от времени в соответствии с фиг. 22.

Осуществление изобретения

На фиг. 1а показана схема соединения преобразователя с осциллятором CL-LC типа согласно примеру осуществления изобретения. В месте первой входной фазной клеммы 5 фазы преобразователя с осциллятором параллельно соединены посредством первого узла 9 с катодом первого диода 1, а также к аноду второго диода 2, при этом анод первого диода 1 соединен посредством третьего узла 11 с анодом третьего диода 3, а также первой выходной клеммой 17 преобразователя, причем катод третьего диода 3 соединен посредством четвертого узла 12 с анодом четвертого диода 4, а также нейтральным проводом 15 (фиг. 1а), либо с второй входной фазной клеммой 16 (не показана) преобразователя и со второй выходной клеммой 18 преобразователя, а катод четвертого диода 4 соединен с третьей выходной клеммой 19 преобразователя, а также с катодом второго диода 2 посредством второго узла 10, что позволяет получить стандартную схему моста Грэца. Между вторым узлом 10 и третьим узлом 11 соединен один контур 20 осциллятора, который, кроме того, содержит бифилярную катушку 6 с первой обмоткой 21 и второй обмоткой 22 и два конденсатора. Контур 20 осциллятора соединен таким образом, что первый конец первой обмотки 21 бифилярной катушки 6 соединен с третьим узлом 11 посредством первого конденсатора 7, а первый конец второй обмотки 22 бифилярной катушки 6 соединен с третьим узлом 11 напрямую; при этом другой конец первой обмотки 21 бифилярной катушки 6 соединен напрямую со вторым узлом 10, а другой конец второй обмотки 22 бифилярной катушки 6 соединен со вторым узлом 10 посредством второго конденсатора 8.

На фиг. 2а и 2б показана схема соединения системы, состоящей из преобразователя с осциллятором CL-LC типа, соединенной с нагрузкой согласно изобретению. Конструктивное исполнение преобразователя такое же, как показано на фиг. 1а, и дополнено нагрузками следующим образом. Первая нагрузка 13 соединена с первой выходной клеммой 17 и второй выходной клеммой 18 преобразователя, а вторая нагрузка 14 соединена со второй выходной клеммой 18 и третьей выходной клеммой 19 преобразователя, при этом сопротивление первой нагрузки 13 равно сопротивлению второй нагрузки $14 \pm 20\%$. В примере осуществления настоящего изобретения нагрузки выполнены в виде керамического нагревательного элемента, на котором расположены два одинаковых сопротивления величиной 30 Ом. Емкостные сопротивления первого конденсатора 7 и второго конденсатора 8 равны произведению $3\pi/2$ на значение индуктивного сопротивления бифилярной катушки 6, в данном случае индуктивное сопротивление бифилярной катушки 6 равно 30Ω и емкостное сопротивление каждого конденсатора 7 и 8 составляет $94,2 \Omega$.

Второй пример осуществления системы, состоящей из преобразователя и осциллятора CL-LC типа, соединенной с нагрузкой согласно изобретению, соединен таким же образом, как и в первом примере осуществления изобретения (соответствует схеме, показанной на фиг. 2). В этом примере нагрузки 13 и 14 также выполнены в виде керамического нагревательного элемента, сопротивления которого в данном случае составляют 26Ω . Индуктивное сопротивление бифилярной катушки 6 равно 26Ω , а емкостное сопротивление каждого конденсатора 7 и 8 составляет $81,64 \Omega$.

На фиг. 3 показан предпочтительный пример осуществления системы, состоящей из преобразователя, соединенного с нагрузкой, согласно изобретению. В этом случае преобразователь снабжен двумя контурами осциллятора CL-LC типа, что оказалось предпочтительным вариантом в случае необходимости подключения нагрузок с низким сопротивлением и большим током нагрузки. В этом примере осуществления изобретения два одинаковых и взаимно параллельных контура осциллятора CL-LC типа соединены параллельно со вторым узлом 10 и третьим узлом 11.

На фиг. 4 показана схема трехфазного соединения трех систем, состоящих из преобразователя и осциллятора, соединенных с нагрузкой согласно изобретению. В этом случае используются три преобразователя с осцилляторами CL-LC типа, при этом с каждым преобразователем соединены две нагрузки. Три преобразователя с осциллятором соединены в каскад, так что преобразователь 1 соединен между фазами L1 и L2, преобразователь 2 соединен между фазами L2 и L3, а преобразователь 3 соединен между фазами L3 и L1.

Преимущества обеих схем подключения преобразователя согласно изобретению были проверены в нескольких практических применениях.

На фиг. 5 показана блок-схема трехфазного соединения с опытной установкой на печи. Преобразователь с осциллятором был в опытном порядке установлен в хлебопекарной печи Ревент для работы в стандартном режиме. Эта печь оснащена 27 стандартными нагревательными резистивными элементами Backer S 1136 сопротивлением 21Ω . Температура в печи, работающей в постоянном трехсменном режиме, поддерживается на уровне 105°C . Перед размещением партии хлебобулочных изделий пустую печь разогревают до 205°C (режим 1), а после размещения изделий в печи нагрев увеличивают до стандартной

температуры выпекания 280°C (режим 2). В стандартной схеме печи, т.е. без использования преобразователей, все резистивные элементы используются для нагрева. При нагреве печи с использованием преобразователя с осциллятором согласно изобретению 6 преобразователей с осцилляторами CL-LC типа были соединены в каскад, причем каждый из них снабжен бифилярной катушкой с индуктивным сопротивлением XL, равным 21 Ω, и двумя конденсаторами с емкостным сопротивлением XC1 и XC2 = 65,9 Ω (50 мКФ), соединенными как показано на фиг. 5. Каждый преобразователь с осциллятором соединен с источником питания посредством собственного электрометра и общего контактора. Печь снабжена датчиком температуры, который управляет работой контактора. По мере распространения горячего воздуха, обеспечивалась принудительная циркуляция с помощью вентилятора. Только 12 нагревательных элементов использовались для нагрева (к каждому преобразователю были подключены 2 нагревательных резистивных элемента).

Повторные измерения проводились до установки преобразователя (стандартное исполнение) и после установки 6 преобразователей (соединение с преобразователем), всегда в одном и том же режиме выпекания и при одинаковом количестве выпекаемых изделий.

Измерялся рост температуры от 105 до 205°C (режим 1), а затем еще одно повышение температуры от 217 до 280°C (режим 2). Также замеряли время и потребляемую мощность.

Измерение в стандартном варианте конструкции, т.е. без подключенного преобразователя

Таблица 1

Режим 1 стандартного варианта конструкции

Время	Температура °C	Потребляемая мощность кВт
7:07	105	
7:14	205	7,3

Общее время нагрева пустой печи от 105 до 205°C в стандартном варианте конструкции при измеренной входной мощности 62,5 кВт/ч составило 7 мин, а потребляемая мощность составила 7,3 кВт.

Таблица 2

Режим 2 стандартного варианта конструкции

Время	Температура °C	Потребляемая мощность кВт
7:17	217	
7:26	280	10,8

Общее время нагрева печи с размещенными в ней хлебобулочными изделиями от 217 до 280°C в стандартном варианте конструкции при измеренной входной мощности 72 кВт/ч составило 9 мин, при этом потребляемая мощность составила 10,8 кВт.

Измерение в схеме с преобразователем

Таблица 3

Режим 1 в схеме с преобразователем

Время	Температура °C	Потребляемая мощность кВт
8:14	105	
8:22	205	5,9

Общее время нагрева печи с размещенными в ней хлебобулочными изделиями от 105 до 205°C в схеме с подключенными преобразователями при измеренной входной мощности 44,25 кВт/ч составило 8 мин, при этом потребляемая мощность составила 5,9 кВт.

Таблица 4

Режим 2 в схеме с преобразователем

Время	Температура °C	Потребляемая мощность кВт
8:28	217	
8:39	280	8,9

Общее время нагрева печи с размещенными в ней хлебобулочными изделиями от 217 до 280°C в схеме с подключенными преобразователями при измеренной входной мощности 48,54 кВт/ч составило 11 мин, при этом потребляемая мощность составила 8,9 кВт.

В экспериментальной схеме с преобразователем в режиме 1, в отличие от стандартной схемы, экономится 19,7 % энергии, при этом время нагрева незначительно возрастает с 7 до 8 мин. В режиме 2, в отличие от стандартной схемы, экономится 17,9 % энергии, при этом время нагрева возрастает с 9 до 11 мин.

С помощью данной экспериментальной установки была доказана эффективность промышленной применимости преобразователя в пекарнях.

Еще одним примером опытного использования (на чертежах не показан) преобразователя является его использование в сауне.

В схеме был использован нагреватель для сауны SAVO 18 кВт, в котором установлены 9 нагревательных элементов 2 кВт/230 В/26 Ω. В схеме для сауны использовались два преобразователя согласно изобретению, соединенные в каскад. К каждому преобразователю подключены два элемента 2 кВт/230 В/26 Ω. Преобразователи с осцилляторами были одинаковыми, емкостное сопротивление конденсаторов составляло 83 Ω (40 мкФ), а индуктивное сопротивление катушек составляло 26,5 Ω.

В течение одной недели неоднократно проводили измерения в стандартной схеме, т.е. без подключения преобразователей.

Средняя потребляемая мощность в течение первого цикла в заданный день при нагреве пустой сауны от 41 до 92°C достигала 14 кВт. Во время работы уже нагретой сауны (темперирование) средняя потребляемая мощность составила 69,13 кВт/день.

В схеме с использованием преобразователей и нагреве с помощью четырех резистивных нагревательных элементов измерения проводились на ежедневной основе на протяжении одного месяца:

Средняя потребляемая мощность в течение первого цикла в заданный день при нагреве пустой сауны от 41 до 92°C достигала 8,91 кВт. Во время работы уже нагретой сауны (темперирование) средняя потребляемая мощность составила 55,215 кВт/день.

Это означает, что экономия энергии, при использовании преобразователя при первом нагреве сауны, всегда проводимом в одинаковых условиях, составила в среднем 36%, в то время как экономия энергии в ходе обычной работы в течение всего дня составляет около 20 %.

Элементы управления (термостаты и реле времени) в обоих случаях имели одинаковые установки. Кроме того, управление сауной осуществлялось одним и тем же блоком управления с одной и той же программой.

Третьей опытной установкой, используемой для тестирования преобразователя согласно изобретению, является монтаж преобразователя на испытательном стенде с подогревом воздуха.

Сравнительное определение эффективности подключенного резистивного нагревательного элемента проводилось на испытательном стенде с подогревом воздуха, один раз с преобразователем (см. фиг. 6) и один раз без преобразователя (см. фиг. 7). Измерительный блок содержит трубу длиной 180 см, состоящую из двух коаксиально расположенных труб из цинка, первой диаметром 200 мм и второй диаметром 300 мм, при этом пространство между трубами заполнено теплоизоляцией, а труба расположена на вентиляторе производительностью 800 м³ воздуха/ч. В трубе закреплен керамический резистивный нагревательный элемент, имеющий следующие электрические характеристики: 32 Ω/150 В.

Напротив вентилятора расположен датчик температуры, который измеряет температуру воздуха на входе. Другой датчик температуры крепится в трубе для измерения температуры на выходе. Этот датчик расположен на расстоянии примерно 1 м от конца нагревательного элемента.

Сначала измеряли температуру воздуха на выходе при подключенных преобразователях, перед которыми был расположен ваттметр. При нагреве в этой схеме сначала измеряли мощность и температуру воздуха на входе, а также температуру воздуха на выходе. При значении входной мощности по ваттметру 2280 Вт измеряли температуру на входе и выходе. При измерении без преобразователя позади регулировочного трансформатора располагался ваттметр, на котором было указано то же значение входной мощности, как при первом измерении, т.е. 2280 Вт. Затем были измерены значения входной и выходной мощности. В обоих случаях резистивный элемент был один и тот же.

Результаты первой серии поверочных измерений на испытательном
стенде с подогревом воздуха

При выполнении первых измерений на испытательном стенде с подогревом воздуха было задано
одинаковое время тестирования.

Результаты измерений следующие:

Время тестирования без преобразователя	2.400 сек.
Время тестирования с преобразователем	2.400 сек
Потребляемая энергия без преобразователя	2.320 кВт/ч
Потребляемая энергия с преобразователем	2.280 кВт/ч
Достигнутая разность температуры воздуха на входе/выходе без преобразователя	
	18,75 °C
Достигнутая разность температуры воздуха на входе/выходе с преобразователем	
	21.29 °C

Разность температур

2,54 °C, т.е. 13,52 %

Представленные результаты являются средним арифметическим пяти циклов измерения. Средние изменения температуры при наличии преобразователя сравнивались с изменениями температур без него.

В втором teste на испытательном стенде с подогревом воздуха та же самая заданная температура воздуха была получена при проведении обоих измерений.

В ходе этих измерений, внимание было сосредоточено на достижении той же самой температуры, как при использовании преобразователя, так и без него.

Средняя температура воздуха на выходе 36,1°C была выбрана в качестве эталонной температуры. Результаты измерений следующие:

Начальная температура без преобразователя	15,4 °C
Начальная температура с преобразователем	15,4 °C
Время достижения 36 °C без преобразователя	954 сек
Время достижения 36 °C с преобразователем	668 сек
Потребляемая энергия без преобразователя	614,8 Вт/ч
Потребляемая энергия с преобразователем	423,1 Вт/ч

Сэкономленная электроэнергия

31,19 %

В обоих случаях входная мощность составляла 2280 кВт, следовательно, можно сделать вывод, что для достижения одной и той же температуры на выходе потребовалось на 31,19% меньше потребляемой энергии. 3.

Установившийся режим:

Время тестирования без преобразователя	900 сек
Время тестирования с преобразователем	900 сек
Потребляемая энергия без преобразователя	580 Вт/ч
Потребляемая энергия с преобразователем	570 Вт/ч
Достигнутая разность температуры воздуха на входе/выходе без преобразователя	
	21,26 °C

Достигнутая разность температуры воздуха на входе/выходе с преобразователем

24,14 °C

Разность температур 2,89 °C, т.е. 15,40 %

Результаты, представленные в таблице, являются средним арифметическим пяти циклов измерения. Очевидно, что при той же входной мощности на выходе достигаются примерно на 15% более высокие температуры. Необходимо отметить, что наличие преобразователя обеспечивает на 10 Вт/ч меньшее потребление энергии. Результаты более наглядно показаны на графиках, приведенных на фиг. 8, 9 и 10.

На фиг. 11 в качестве примера показана схема соединения преобразователя и осциллятора LC типа в этом случае, согласно изобретению. Преобразователи с осцилляторами соединены с входной первой фазной клеммой 5 для обеспечения параллельного соединения фаз посредством первого узла 9 с катодом первого диода 1, а также с анодом второго диода 2, при этом анод первого диода 1 соединен посредством третьего узла 11 с анодом третьего диода 3 и с первой выходной клеммой 17 преобразователя, а катод третьего диода 3 соединен посредством четвертого узла 12 с анодом четвертого диода 4 и нейтральным проводом 15 (фиг. 1А) или второй входной фазной клеммой 16 преобразователя (не показана), а также со второй выходной клеммой 18, причем катод четвертого диода 4 соединен с третьей выходной клеммой 19 и посредством второго узла 10 с катодом второго диода 2, что позволяет получить стандартную схему моста Грэца. Между вторым узлом 10 и третьим узлом 11 соединен один контур 20 осциллятора, состоящий из бифилярной катушки 6 с первой обмоткой 21 и второй обмоткой 22 и двух конденсаторов. В этом случае контур 20 осциллятора соединен таким образом, что первый конец первой обмотки 21 бифилярной катушки 6 и первый конец второй обмотки 22 бифилярной катушки 6 соединены непосредственно с третьим узлом 11, а другие концы первой обмотки 21 бифилярной катушки 6 и второй обмотки 22 бифилярной катушки 6 соединены со вторым узлом 10 посредством по меньшей мере одного конденсатора.

На фиг. 12 показана схема соединения системы, состоящей из преобразователя и осциллятора, соединенной с нагрузкой согласно изобретению, в которой использован преобразователь, изображенный на фиг. 11.

На фиг. 13 показана схема соединения преобразователя и осциллятора LC-LC типа согласно изобретению. В этом случае, контур 20 осциллятора соединен таким образом, что первые концы первой обмотки 21 и второй обмотки 22 бифилярной катушки 6 присоединены непосредственно к третьему узлу 11, а другие концы первой обмотки 21 и второй обмотки 22 бифилярной катушки 6 соединены со вторым узлом 10 посредством первого конденсатора 7 и второго конденсатора 8 соответственно.

На фиг. 14 показана схема соединения системы, состоящей из преобразователя и осциллятора, соединенной с нагрузкой согласно изобретению, в которой использован преобразователь, изображенный на фиг. 13.

Чтобы получить представление о поведении системы преобразователь-осциллятор, соединенной с нагрузкой согласно изобретению, эти системы, показанные на фиг. 2а (контур типа CL-LC), фиг. 12 (LC типа) и фиг. 14 (LC-LC типа), снабжены цифровым осциллографом RIGOL. Преобразователи с осцилляторами, оснащенные бифилярными катушками с индуктивным сопротивлением 42 Ω и емкостным сопротивлением 66 Ω (50 мкФ), соединены с нагрузкой, выполненной в виде керамического элемента для нагрева воздуха напряжением 240 В, производства самоуправляющейся компании BECKER ELTOP, состоящего из двух сопротивлений, величиной 42 Ω и мощностью 1350 Вт каждый. В ходе измерений всех трех систем измерялись одни и те же потоки напряжения и тока.

На фиг. 15 показан график измеренного роста напряжения на входе и нагрузках. График демонстрирует рост напряжения на выходе преобразователя с осциллятором, представляющим собой обычную синусоиду, направление распространения которой начинается в нуле. В нагрузках на синусоиде оказывает влияние эффект, обусловленный свойствами преобразователя с осциллятором. Для лучшего понимания на фиг. 16 показан только рост напряжений на обеих нагрузках. Очевидно, что на выходе длитель-

ность действия напряжения на определенные нагрузки продлевается, а площадь, ограниченная функцией при росте напряжения на выходе преобразователя с осциллятором, больше (увеличивается). Таким образом, среднее значение напряжения на нагрузках выше среднего значения входного напряжения. Также следует отметить, что дублирование (совпадение) действий отдельных импульсов возникает на обеих нагрузках, которые, однако, разделены на входе с помощью выпрямителя.

В численном выражении это подразумевает следующее:

площадь, ограниченная функцией входного напряжения, составляет 111.384;

площадь, ограниченная функцией выходных напряжений, составляет 155.624;

Численная разница (абсолютная) составляет 44.240;

Разность в процентах составляет 39,7%.

На фиг. 17 показан график, иллюстрирующий измеренный сигнал тока на входе и на нагрузках. График демонстрирует рост тока на входе преобразователя и напряжений на обеих нагрузках. Очевидно, что время протекания токов в зависимости от напряжений на выходах также продлевается. Существует также совпадение длительностей действий разделенных по времени импульсов на выходе. В случае токов площадь, ограниченная функцией роста входного тока преобразователя с осциллятором, также больше. Для лучшего понимания график на фиг. 18 демонстрирует рост тока только на обеих нагрузках.

В численном выражении это означает следующее:

площадь, ограниченная функцией входного тока, составляет 1.381,6;

площадь, ограниченная функцией выходного тока, составляет 1.744,2;

разность цифровых значений (абсолютная) составляет 362,60;

разность в процентном выражении составляет 26,24%.

Еще один важный вывод вытекает из графика роста тока и напряжения на входе преобразователя с осциллятором, а также напряжения и тока на выходе (см. фиг. 19). Для упрощения понимания показана только одна нагрузка, а ток возрастает в 50 раз, при этом на фиг. 20 показаны отдельные графики напряжения и тока на нагрузке (ток снова возрастает в 50 раз). Очевидно, что фазовый сдвиг тока и напряжения на входе пренебрежимо мал, ток и напряжение вновь совпадают по фазе на нагрузках. Поэтому можно сделать вывод, что контур LC-CL работает в предпочтительном режиме, а нагрузки являются строго активными. На практике любой фазовый сдвиг означает уменьшение мощности преобразователя.

График (фиг. 21) демонстрирует рост напряжения, тока и сопротивления нейтрального провода в схеме, показанной на фиг. 2а.

На фиг. 22 показана блок-схема трехфазного соединения системы преобразователей с осцилляторами, соединенной с нагрузкой, которая в данном конкретном случае представлена тремя трехфазными нагревателями 34, 35 и 36. При тестировании функции преобразователя согласно изобретению измеряли входную мощность трехфазных нагревателей в двух конфигурациях (переменную составляющую тока, постоянную составляющую тока, максимальное значение тока, удвоенную амплитуду тока, переменную составляющую напряжения, постоянную составляющую напряжения, активную мощность, реактивную мощность, коэффициент мощности и частоту). Первая конфигурация представляет собой прямоеключение нагревательного элемента в трехфазную сеть, а вторая конфигурация представляет собой схему расположения системы преобразователей с осцилляторами между трехфазной сетью и нагревательными элементами. В то же время замеряли температуру на входах и выходах нагревательных элементов 34, 35 и 36 в шести точках, причем при проведении этого измерения использовали термопары Т-типа, соединенные с регистратором данных. Каждая из трех термопар была расположена отдельно на стороне выхода каждого нагревательного элемента 34, 35 и 36 и, таким образом, измеряли температуру воздуха на входе. Другие три термопары были аналогично расположены на стороне выхода нагревательных элементов 34, 35 и 36 и, таким образом, измеряли температуру воздуха на выходе. Вариант конструкции термопар обеспечивал возможность быстрого реагирования, соединение термопар было выполнено безболочным. Интервал записи термопар составлял одну секунду. Для измерения входной мощности (тока и напряжения) использовали трехканальный анализатор, в котором один канал служил для измерения одной фазы. Данные измерялись в течение десяти минут и записывались со скоростью два значения в минуту. Измерение во время испытания проводилось профессиональными специалистами с помощью приборов, привязанных к стандартам в аккредитованных лабораториях.

Таблица 5

Измерения входной мощности в ходе тестирования функциональных возможностей изобретения

Измеряемые величины/ соединения	Без подключения системы преобразователей с осцилляторами	С подключением системы преобразователей с осцилляторами
Ток фазы 1 (A)	22,4	25,1
Ток фазы 2 (A)	22	24,2
Ток фазы 3 (A)	21,8	25,4
Напряжение P1-N (V)	236,39	236,74
Напряжение P2-N (V)	235,6	236,32
Напряжение P3-N (V)	234,8	234,68
Коэффициент мощности фазы 1 (-)	0,99	0,967
Коэффициент мощности фазы 2 (-)	0,99	0,973
Коэффициент мощности фазы 3 (-)	0,99	0,973
Полная активная мощность (Вт)	15600	17129

Таблица 6

Температура в отсутствие системы преобразователей с осцилляторами			
Время (мин)	Средние температуры на выходе	Средние температуры на выходе	Разность температур
0:00:00	30,38	29,35	1,03
0:01:00	50,59	29,63	20,96
0:02:00	70,65	30,05	40,60
0:03:00	82,41	30,54	51,87
0:04:00	89,10	30,66	58,44
0:05:00	92,64	30,97	61,67
0:06:00	94,44	31,07	63,37
0:07:00	96,38	31,30	65,08
0:08:00	97,43	31,61	65,82
0:09:00	97,48	31,53	65,95
0:09:55	98,08	31,88	66,20

Таблица 7

Температура при наличии системы преобразователей с осцилляторами			
Время (мин)	Средние температуры на выходе	Средние температуры на выходе	Разность температур
0:00:00	30,53	29,53	1,00
0:01:00	54,73	30,05	24,68
0:02:00	81,11	30,57	50,54
0:03:00	97,18	31,50	65,68
0:04:00	103,92	31,56	72,36
0:05:00	107,83	31,96	75,87
0:06:00	108,94	32,01	76,93
0:07:00	110,32	31,89	78,43
0:08:00	110,11	32,17	77,93
0:09:00	110,59	32,21	78,38
0:09:55	110,74	32,34	78,40

На фиг. 23 показан график зависимости увеличения разности температур термопар, расположенных на стороне выхода, и соответствующей входной мощности от времени в соответствии с фиг. 22.

Особое внимание было удалено получению одинаковых значений входной мощности при проведении измерений в обеих конфигурациях. Как видно из табл. 5, полученное значение полной входной мощности в конфигурации второй системы с подключенными преобразователями лишь на 9,8% выше этого значения в первой конфигурации системы без подключения преобразователей, а коэффициент мощности находится в пределах нормы и установленных пределов.

Тем не менее, значения табл. 6 и 7 свидетельствуют о более высоком градиенте температуры, полученным во второй конфигурации системы с преобразователями при вышеупомянутой входной мощности. Измерение проводилось в закрытом помещении в течение 9 мин и 55 с. Сначала измерение проводили в первой конфигурации системы без преобразователей. Температуру на входе измеряли с помощью трех термопар и усредняли, при этом в начале измерения среднее значение всех значений температуры на входе составляло 29,35°C, а в конце составляло 31,88°C, что было вызвано нагревом воздуха в закрытом помещении. Температуру на выходе также измеряли с помощью трех термопар, а затем усредняли, при этом в начале измерения средние значения температуры на выходе составляли 30,38°C, а в конце составляли 98,08°C. Общая разность между температурами на входе и температурами на выходе в начале измерения составляла 1,03°C, а в конце измерения составляла 66,20°C.

Затем проводили измерения во второй конфигурации системы без преобразователей. В начале измерения среднее значение температур на входе достигало 29,53°C, а в конце составляло 32,34°C, что вновь было вызвано общим нагревом окружающего воздуха в закрытом помещении. Среднее значение температур на входе достигало 30,53°C, а в конце составляло 110,74°C. Общая разность между температурами на входе и температурами на выходе в начале измерения достигала 1,00°C, а в конце измерения составляла 78,40°C.

Из вышесказанного следует, что общая разность температур, полученных в ходе измерений на входе и выходе, на 18,4% выше при подключении преобразователей, чем в схеме без преобразователей. В схеме без преобразователей максимальная разность температур на входе и на выходе составляет около 66°C, при этом значение 66°C впервые достигается через 7 мин и 46 с, а в схеме с преобразователями максимальная разность температур при измерении на входе и на выходе составляет около 78°C, при этом значение разности 66°C достигается через 3 мин и 4 с. В этом опыте энергия, потребляемая для достижения той же самой температуры 66°C, в схеме без преобразователей составляла 2003 Вт/ч, а в схеме с преобразователями составляла 864 Вт/ч. При достижении этой температуры экономия времени составила 59%, а экономия энергии составила 57%.

Промышленная применимость

Преобразователь с осциллятором и система преобразователь-осциллятор, соединенная с нагрузкой, согласно изобретению, предназначены для повышения КПД электрических устройств.

Перечень номеров позиций

- 1 - первый диод;
- 2 - второй диод;
- 3 - третий диод;
- 4 - четвертый диод;
- 5 - первая входная фазная клемма преобразователя;
- 6 - бифилярная катушка;
- 7 - первый конденсатор;
- 8 - второй конденсатор;
- 9 - первый узел;
- 10 - второй узел;
- 11 - третий узел
- 12 - четвертый узел;
- 13 - первая нагрузка;
- 14 - вторая нагрузка;
- 15 - нейтральный провод;
- 16 - вторая входная фазная клемма преобразователя;
- 17 - первая выходная клемма преобразователя;
- 18 - вторая выходная клемма преобразователя;
- 19 - третья выходная клемма преобразователя;
- 20 - контур осциллятора;
- 21 - первая обмотка;
- 22 - вторая обмотка;
- 23 - пятый узел;
- 24 - третья фаза;
- 25 - коммутационное устройство;
- 26 - токовый канал 1;
- 27 - токовый канал 2;
- 28 - токовый канал 3;
- 29 - токовый канал 4;
- 30 - канал напряжения 1;
- 31 - канал напряжения 2;
- 32 - канал напряжения 3;
- 33 - система преобразователи-осцилляторы;
- 34 - нагревательный элемент 1;
- 35 - нагревательный элемент 2;
- 36 - нагревательный элемент 3.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Преобразователь с осциллятором, соединенный с источником переменного тока посредством первой входной фазной клеммы (5) и нейтрального провода (15) или второй входной фазной клеммы (16), отличающийся тем, что он содержит первую входную фазную клемму (5) преобразователя для соединения фазы посредством первого узла (9) с катодом первого диода (1) и с анодом второго диода (2), при этом анод первого диода (1) соединен посредством третьего узла (11) с анодом третьего диода (3) и с первой выходной клеммой (17) преобразователя; катод третьего диода (3) соединен посредством четвертого узла (12) с анодом четвертого диода (4) и нейтральным проводом (15) или второй входной фазной клеммой (16) преобразователя и со второй выходной клеммой (18) преобразователя; катод четвертого диода (4) соединен с третьей выходной клеммой (19) преобразователя и посредством второго узла (10) с катодом второго диода (2); а между вторым узлом (10) и третьим узлом (11) соединены один или несколько взаимно параллельных контуров (20) осцилляторов, включающих в себя бифилярную катушку (6) с первой обмоткой (21) и второй обмоткой (22), и по меньшей мере один конденсатор, причем

контур (20) осциллятора соединен таким образом, что первая обмотка (21) бифилярной катушки (6) посредством первого конденсатора (7) и первый конец второй обмотки (22) бифилярной катушки (6) соединены с третьим узлом (11); при этом другой конец первой обмотки (21) бифилярной катушки (6) и другой конец второй обмотки (22) бифилярной катушки (6) посредством второго конденсатора (8) соединены со вторым узлом (10), или

контур (20) осциллятора соединен таким образом, что первые концы первой обмотки (21) бифилярной катушки (6) и второй обмотки (22) бифилярной катушки (6) соединены непосредственно с третьим

узлом (11), а другие концы первой обмотки (21) бифилярной катушки (6) и второй обмотки (22) бифилярной катушки (6) посредством по меньшей мере одного конденсатора соединены со вторым узлом (10); или

контур (20) осциллятора соединен таким образом, что первые концы первой обмотки (21) бифилярной катушки (6) и второй обмотки (22) бифилярной катушки (6) соединены непосредственно с третьим узлом (11), а другой конец первой обмотки (21) бифилярной катушки (6) посредством первого конденсатора (7) и другой конец второй обмотки (22) бифилярной катушки (6) посредством второго конденсатора (8) соединены со вторым узлом (10).

2. Преобразователь по п.1, в котором емкостное сопротивление конденсаторов в отдельных ветвях контура (20) осциллятора равно произведению целой части числа $\pi/2$ на величину индуктивного сопротивления (XL) бифилярной катушки (6), содержащей первую обмотку (21) и вторую обмотку (22) $\pm 20\%$.

3. Преобразователь по п.1, в котором полное емкостное сопротивление (XC) конденсаторов, соединенных в контур (20) осциллятора, равно произведению целой части числа $\pi/2$ на величину индуктивного сопротивления (XL) бифилярной катушки (6), содержащей первую обмотку (21) и вторую обмотку (22) $\pm 20\%$.

4. Преобразователь по п.2, в котором емкостное сопротивление первого конденсатора (7) равно емкостному сопротивлению второго конденсатора (8) и равно произведению целой части числа $\pi/2$ на величину индуктивного сопротивления (XL) бифилярной катушки (6), содержащей первую обмотку (21) и вторую обмотку (22).

5. Преобразователь по п.3, в котором полное емкостное сопротивление (XC) конденсаторов, соединенных в контур (20) осциллятора, равно произведению целой части числа $\pi/2$ на величину индуктивного сопротивления (XL) бифилярной катушки (6), содержащей первую обмотку (21) и вторую обмотку (22).

6. Преобразователь по любому из предшествующих пунктов, в котором два взаимно параллельных контура (20) осциллятора соединены между вторым узлом (10) и третьим узлом (11).

7. Система, содержащая преобразователь с осциллятором, согласно любому из предшествующих пунктов, в которой первая нагрузка (13) соединена с первой выходной клеммой (17) и второй выходной клеммой (18) преобразователя, а вторая нагрузка (14) соединена со второй выходной клеммой (18) и третьей выходной клеммой (19) преобразователя, при этом сопротивление первой нагрузки (13) равно сопротивлению второй нагрузки (14) $\pm 20\%$.

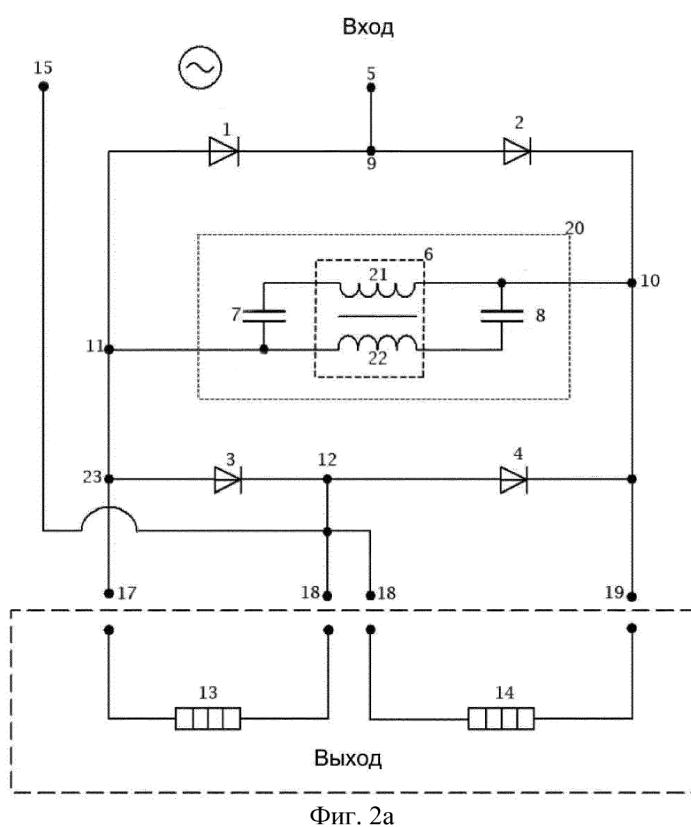
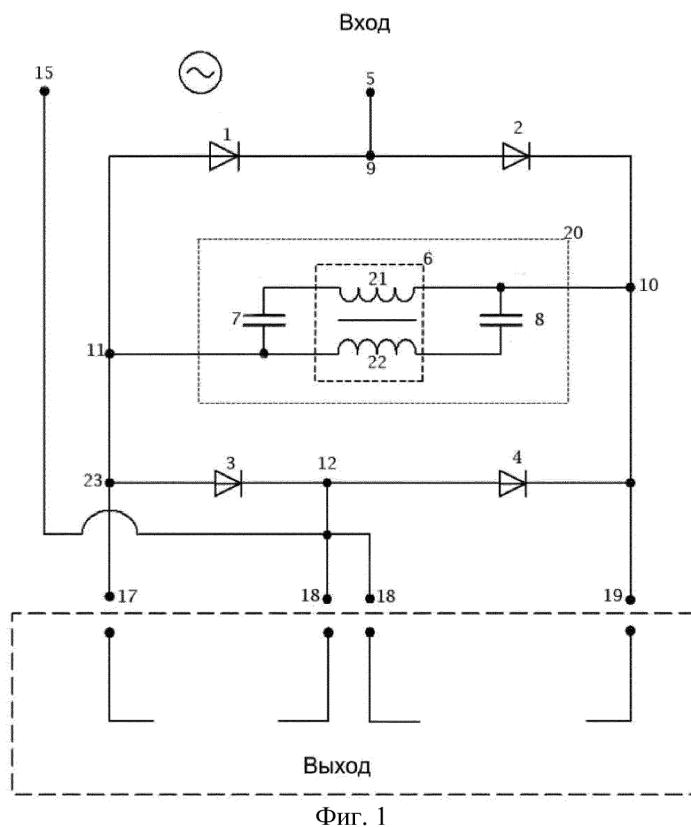
8. Система по п.7, в которой сопротивление первой нагрузки (13) равно сопротивлению второй нагрузки (14).

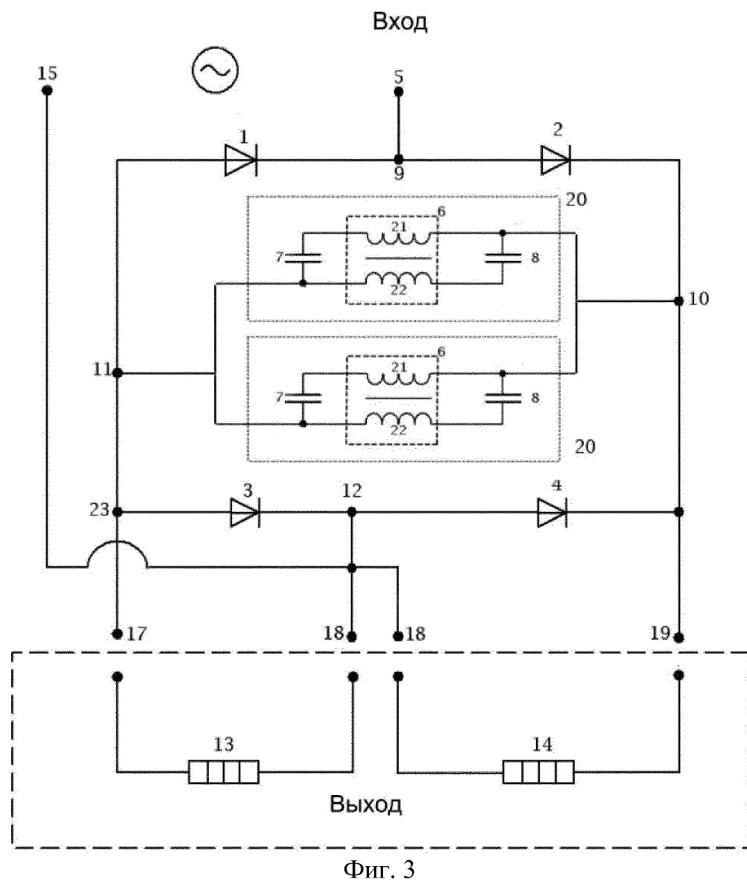
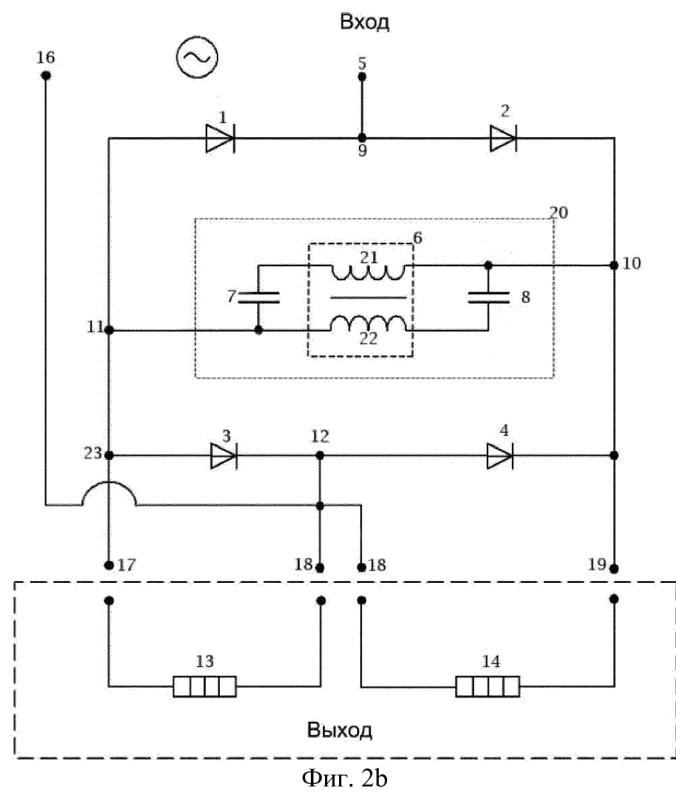
9. Система по п.7 или 8, в которой сопротивление нагрузок (13, 14) равно индуктивному сопротивлению (XL) бифилярной катушки (6) $\pm 20\%$.

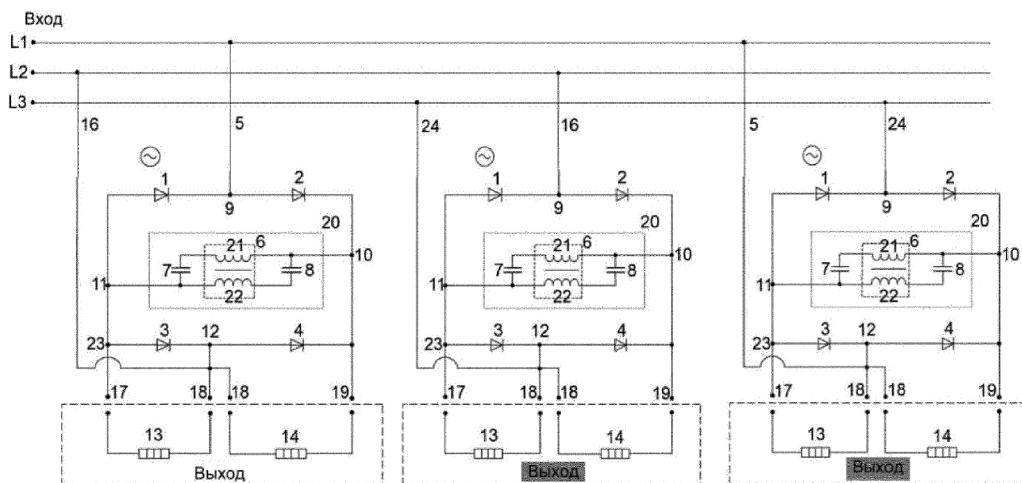
10. Система по любому пп.7-9, в которой сопротивление нагрузок (13, 14) варьируется от 12 до 150 Ом.

11. Система по любому пп.7-10, в которой число витков каждой обмотки бифилярной катушки (6) варьируется от 50 до 6000.

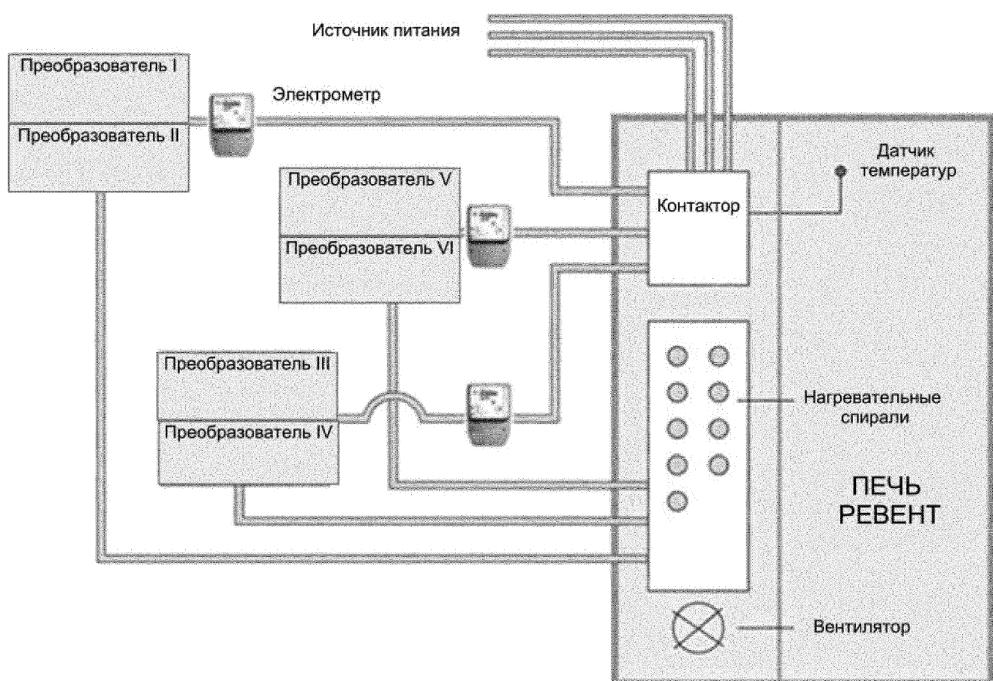
12. Трехфазная система, отличающаяся тем, что она состоит из трех систем по любому из пп.7-11, соединенных в каскад таким образом, что первый преобразователь с осциллятором соединен между первой входной фазной клеммой (5) преобразователя и второй входной фазной клеммой (16) преобразователя, второй преобразователь с осциллятором соединен между второй входной фазной клеммой (16) преобразователя и третьей входной фазной клеммой (24) преобразователя, а третий преобразователь с осциллятором соединен между третьей входной фазной клеммой (24) преобразователя и первой входной фазной клеммой (5) преобразователя.



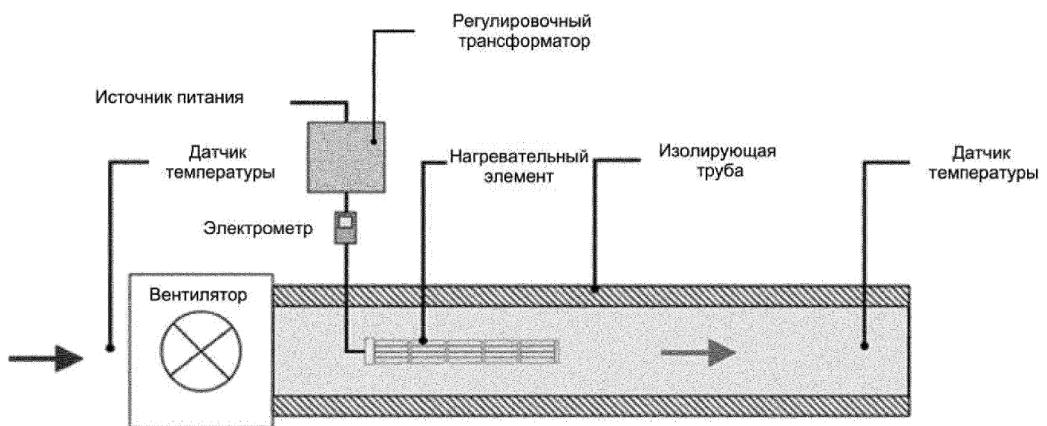




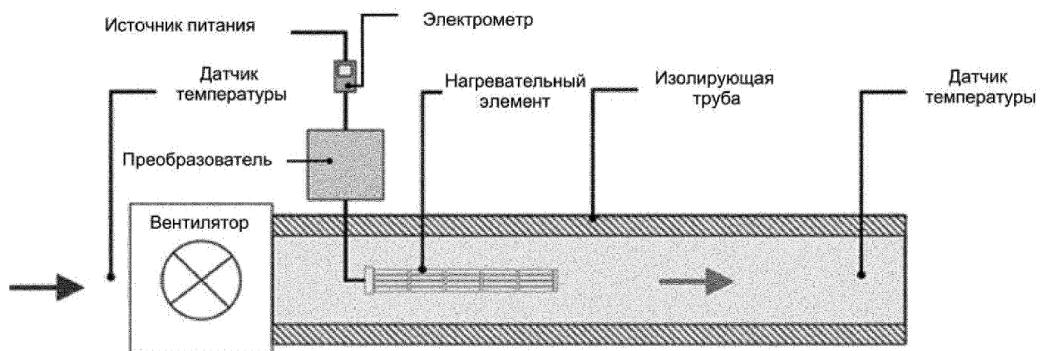
Фиг. 4



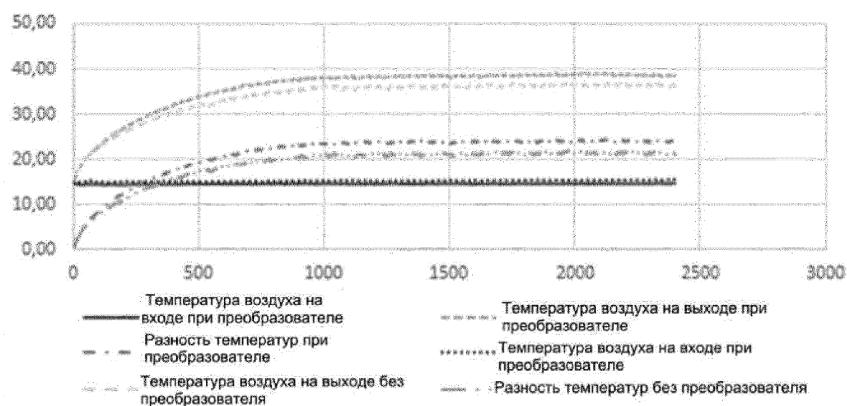
Фиг. 5



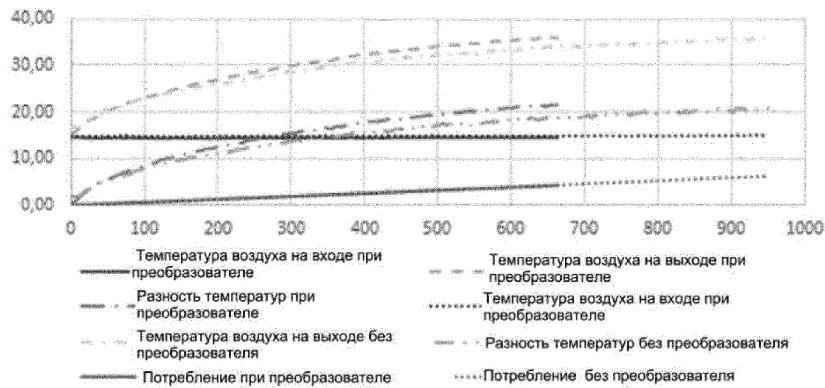
Фиг. 6



Фиг. 7

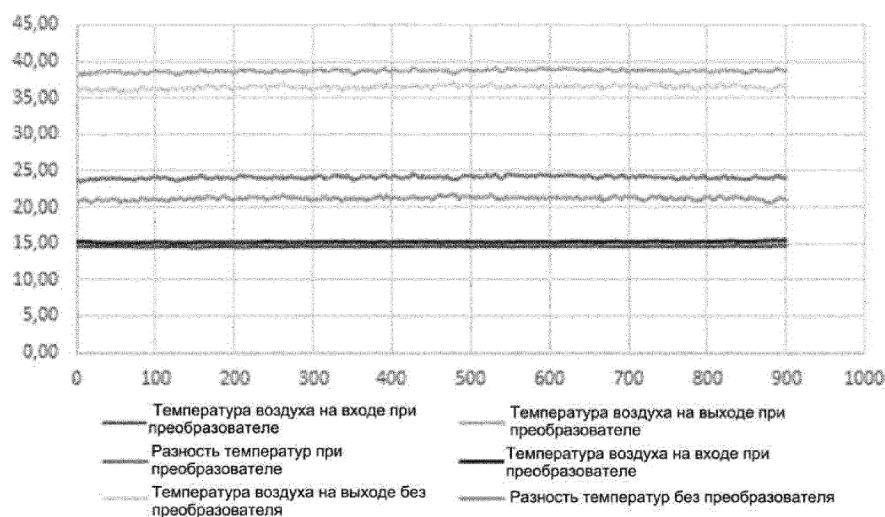
Общее время тестирования

Фиг. 8

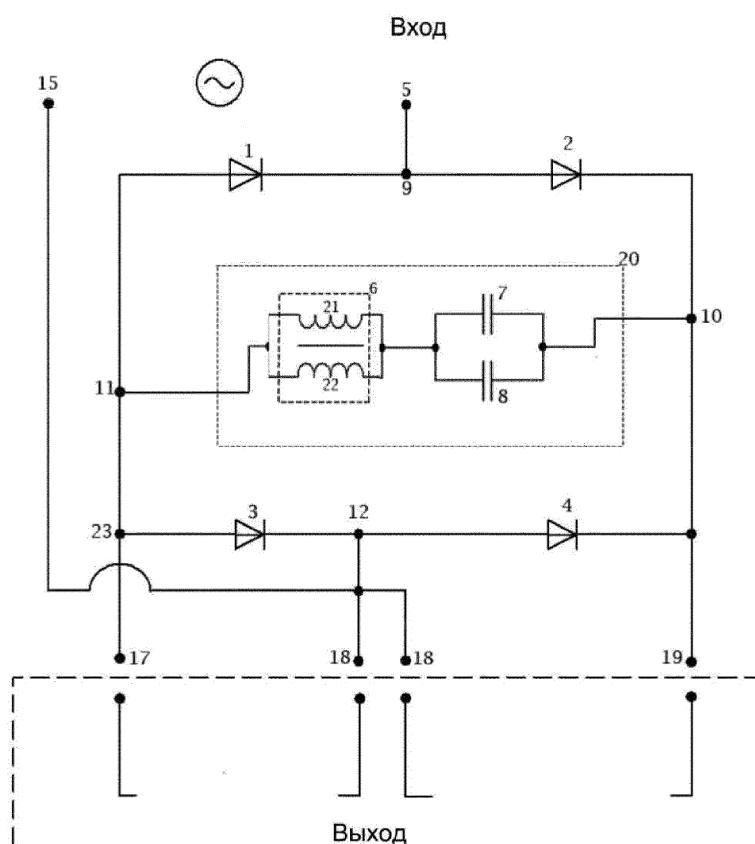
Исходное значение температуры 36°C

Фиг. 9

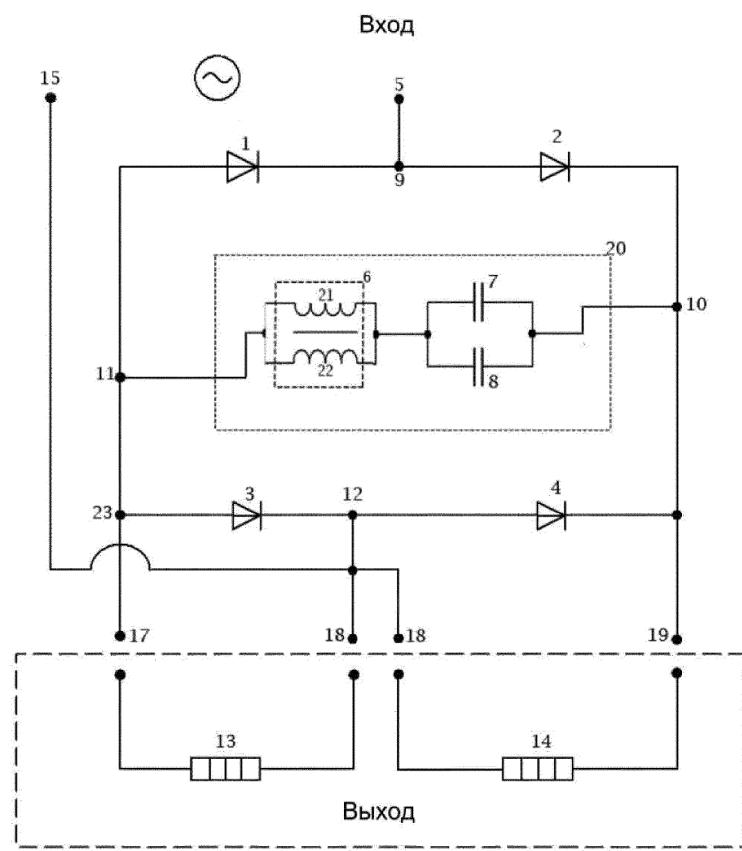
Установившийся режим



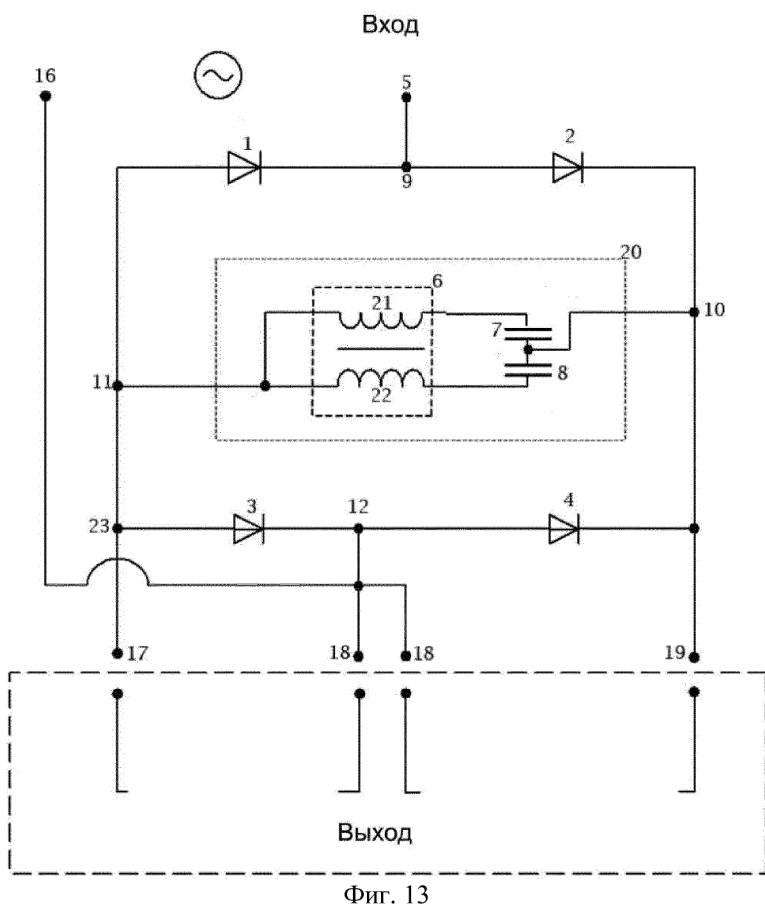
Фиг. 10



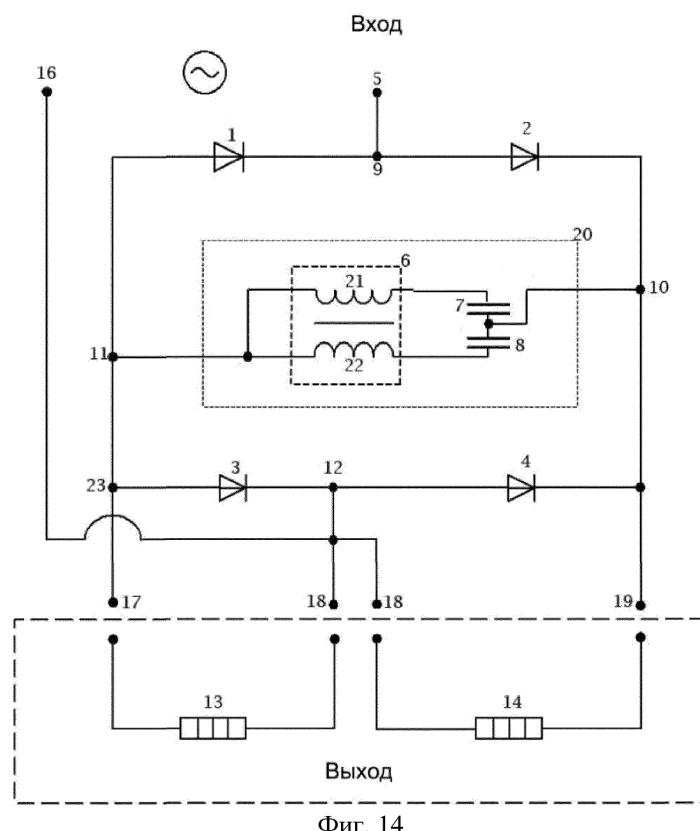
Фиг. 11



Фиг. 12

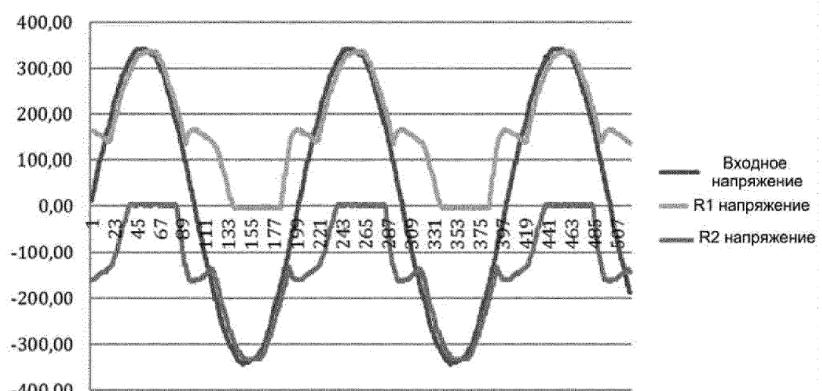


Фиг. 13



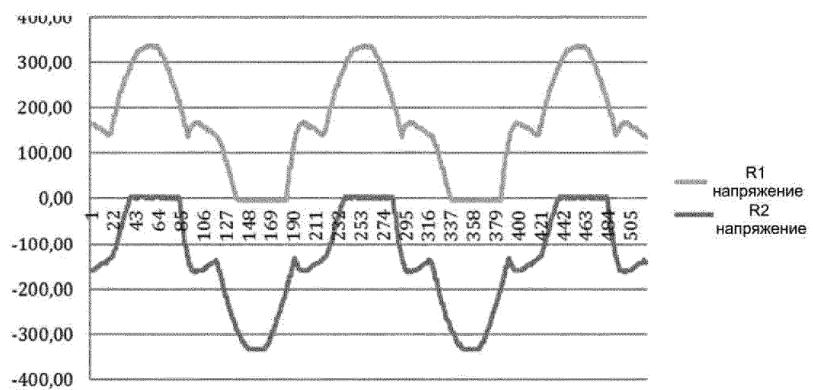
Фиг. 14

Рост напряжений на входе и нагрузках



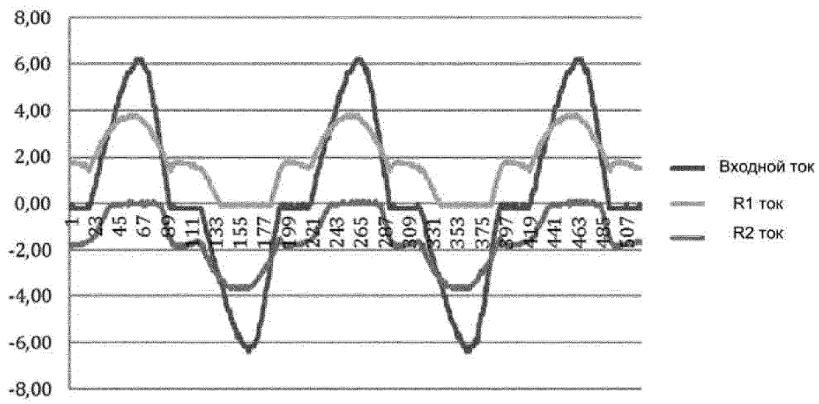
Фиг. 15

Рост напряжений на нагрузках



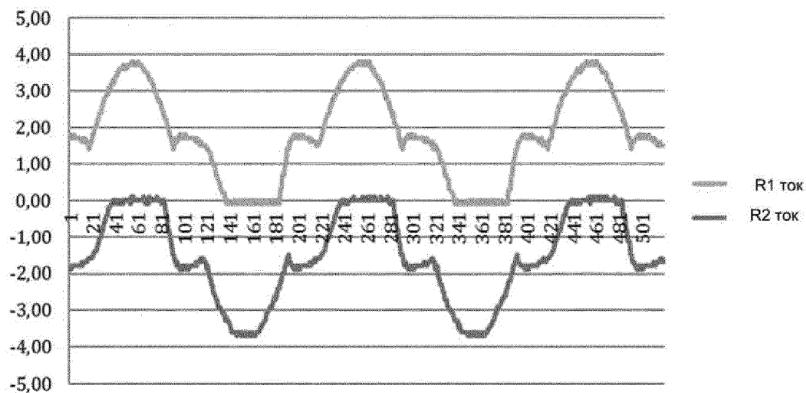
Фиг. 16

Рост токов на входе и нагрузках



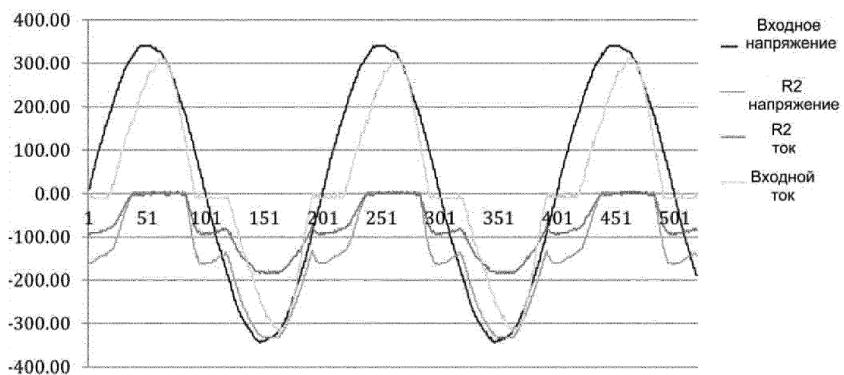
Фиг. 17

Рост токов на нагрузках



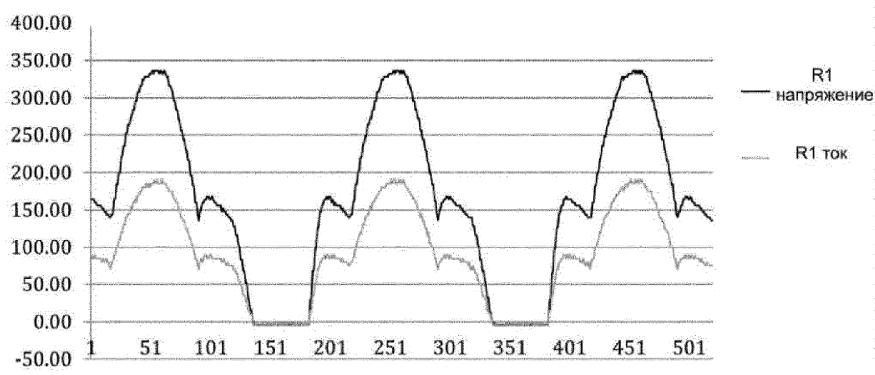
Фиг. 18

Рост входного напряжения и напряжения на R2, входного тока и тока на R2



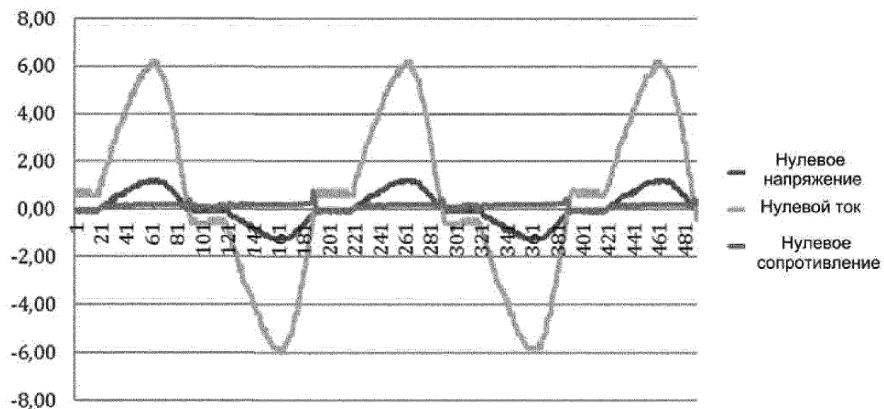
Фиг. 19

Рост напряжения и тока на одной нагрузке

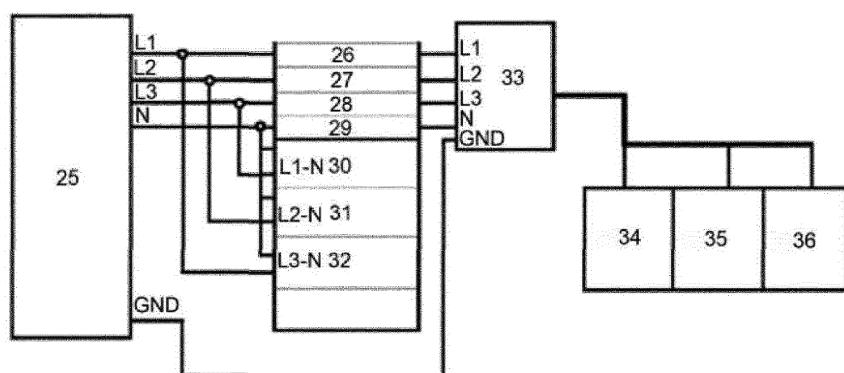


Фиг. 20

Рост напряжения, тока и сопротивления нейтрального провода

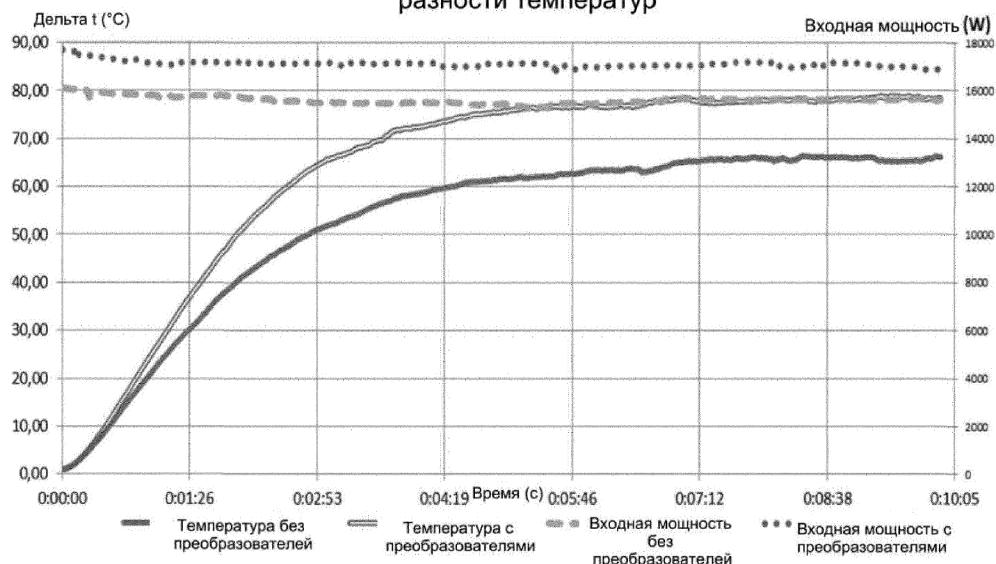


Фиг. 21



Фиг. 22

**Измерение входной мощности и
разности температур**



Фиг. 23



Евразийская патентная организация, ЕАПО

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2