

Источник питания импульсного типа содержит входной контур, выполненный с возможностью подключение к первичному источнику электрической энергии, силовой контур, содержащий катушку индуктивности, два электронных ключа, выполненные с возможностью периодического соединения концов катушки индуктивности с входным контуром, и генератор периодических импульсов, выход которого соединен с входами электронных ключей с обеспечением синхронной работы указанных электронных ключей, а также контур нагрузки, связанный с катушкой индуктивности. Входной контур содержит два независимых выпрямительных блока, при этом выходные полюса одного из выпрямительных блоков соединены с концами катушки индуктивности через указанные электронные ключи, аналогичные выходные полюса второго выпрямительного блока соединены с концами катушки индуктивности через конденсаторы равной емкости, а период импульсов генератора является кратным периода автоколебаний в силовом контуре.

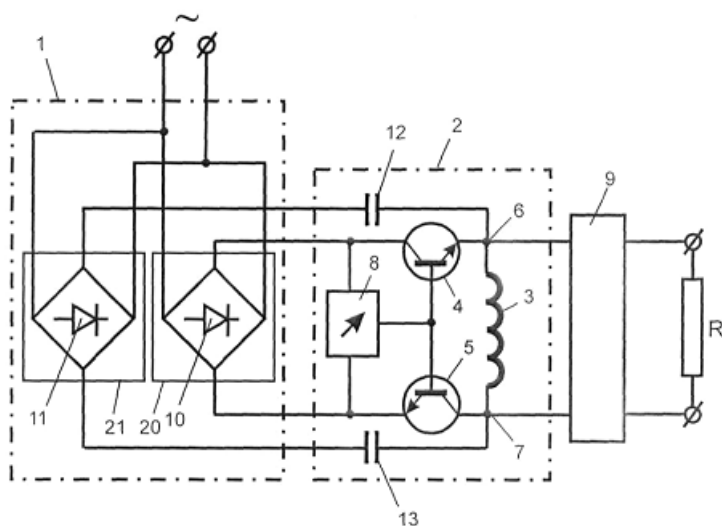


Fig. 6

Полезная модель относится к устройствам преобразования входной электрической энергии в исходную электрическую энергию с требуемыми параметрами для питания соответствующих потребителей электрической энергии, в частности к импульсным источникам питания.

Импульсные источники питания нашли широкое распространение в электротехнике и энергетике. В импульсных источниках питания для генерации выходного напряжения используется эффект накопления энергии в катушках индуктивности с последующей передачей накопления энергии до потребителя. С помощью ключевого элемента к катушке индуктивности периодически подводят входное напряжение. Импульсный ток, протекающий при этом через катушку, обеспечивает накопление энергии в ее магнитном поле на каждом импульсе. Запасенная таким образом энергия из катушки передается в нагрузку непосредственно или через вторичную обмотку трансформатора. Указанная схема позволяет существенно повысить коэффициент полезного действия устройства, так как в схеме отсутствуют силовые элементы, рассеивающие электрическую мощность, кроме самой нагрузки. Ключевые элементы работают в режиме насыщения и рассеивают незначительную мощность только в достаточно короткие временные интервалы. Повышение частоты переключения ключей позволяет существенно увеличить мощность и улучшить массогабаритные характеристики устройства.

Примером (аналогом) импульсного источника питания является общеизвестная схема, которая широко используется в электротехнике

Источник питания содержит катушку индуктивности, которая подключена к первичному источнику электрической энергии (входная электрическая энергия) и соединена с клеммами выходного напряжения (выходная электрическая энергия), которая передается на соответствующую нагрузку. Подключение катушки индуктивности к первичному источнику энергии выполнено путем соединения одного из концов катушки индуктивности с одним из полюсов первичного источника электрической энергии через электронный ключ и непосредственного соединения второго конца катушки индуктивности со вторым полюсом первичного источника электрической энергии. Вход электронного ключа соединен с выходом генератора однополярных импульсов.

С помощью электронного ключа к катушке индуктивности периодически подводится полное напряжение первичного источника электрической энергии. Импульсный ток, протекающий через катушку индуктивности при включении электронного ключа, за счет самоиндукции, возникающей при выключении электронного ключа, обеспечивает накопление энергии в магнитном поле катушки на каждом импульсе. Запасенная таким образом энергия самоиндукции в виде электрических импульсов передается с катушки индуктивности в контур нагрузки. Таким образом осуществляется преобразование электрической энергии первичного источника в выходную электрическую энергию импульсного источника питания.

Общими признаками аналога и полезной модели: источник питания импульсного типа, содержащий входной контур, выполненный с возможностью подключения к первичному источнику электрической энергии, силовой контур, содержащий катушку индуктивности, электронный ключ, выполненный с возможностью периодического соединения катушки индуктивности с входным контуром, генератор периодических импульсов, выход которого соединен с входом электронного ключа, а также контур нагрузки, соединенного с концами катушки индуктивности.

Особенности коммутации катушки индуктивности с первичным источником энергии (периодическое подключение катушки индуктивности к первичному источнику энергии путем соединения одного из концов катушки индуктивности с одним из полюсов первичного источника электрической энергии через электронный ключ при непосредственном соединении второго конца катушки индуктивности со вторым полюсом первичного источника электрической энергии) ограничивает эффективность преобразования электрической энергии первичного источника в выходную электрическую энергию импульсного источника питания.

Как ближайший аналог выбран источник питания системы электрического отопления, известное по патенту Украины на изобретение № 79817, МПК F24D 13/00, дата подачи заявки 25.02.2013.

Источник питания содержит катушку индуктивности, входной контур, через который катушка индуктивности подключена к первичному источнику электрической энергии, контур нагрузки, через который катушка индуктивности подключена к нагрузке, электронные ключи и генератор однополярных импульсов. Катушка индуктивности подключена к первичному источнику электрической энергии путем соединения ее концов с разноименными полюсами первичного источника электрической энергии через электронные ключи. Выход генератора однополярных импульсов соединен с входами электронных ключей с обеспечением синхронной работы (синхронного включения/выключения) электронных ключей.

Источник питания может содержать средства передачи части выходной энергии из контура нагрузки к входному контуру, что может обеспечивать режим самодоживления системы при отключении первичного источника электрической энергии.

Генератор генерирует периодические однополярные импульсы. Указанные импульсы подаются на входы электронных ключей с обеспечением синхронной работы (синхронного включения/выключения) электронных ключей. С помощью электронных ключей, периодически на

короткое время до катушки индуктивности подается полное напряжение первичного источника электрической энергии. При протекании тока через катушку индуктивности при включенных электронных ключах вокруг катушки образуется электромагнитное поле с заданным энергетическим потенциалом. При размыкании электронных ключей в катушке индуцируется ЭДС самоиндукции (при убывании тока в катушке возникает ЭДС самоиндукции, препятствующей убыванию тока). Энергия самоиндукции накапливается в магнитном поле индуктивной катушки на каждом импульсе. Запасенная таким образом энергия самоиндукции в виде электрических импульсов передается из индуктивной катушки к нагрузке при закрытых электронных ключах.

Источник питания может содержать средства передачи части выходной энергии из контура нагрузки к входному контуру для обеспечения режима самоподживления при отключении первичного источника электрической энергии.

Передача электрической энергии из индуктивности в нагрузку может осуществляться известными методами: непосредственно с катушки или через вторичную обмотку выходного трансформатора (с гальванической развязкой) с последующим выпрямлением, если это нужно.

Общими признаками ближайшего аналога и полезной модели, которая заявляется, являются: источник питания импульсного типа, содержащий входной контур, выполненный с возможностью подключения к первичному источнику электрической энергии, силовой контур, содержащий катушку индуктивности, два электронных ключей, которые выполнены с возможностью периодического соединения концов катушки индуктивности с входным контуром, и генератор периодических импульсов, выход которого соединен с входами электронных ключей с обеспечением синхронной работы указанных электронных ключей, а также контур нагрузки, связанный с концами катушки индуктивности.

Особенностью указанной схемы импульсного источника питания, в качестве ближайшего аналога, является коммутация катушки индуктивности с первичным источником электрической энергии путем периодического соединения/разъединения ее концов с разноименными полюсами первичного источника электрической энергии через два электронных ключа, работающие в режиме синхронного включения/выключения. Такая схема импульсного источника питания повышает эффективность преобразования электрической энергии первичного источника в выходную электрическую энергию, однако не исчерпывает дальнейшие возможности увеличения эффективности указанного преобразования электрической энергии.

В основу полезной модели поставлена задача повышения эффективности преобразования электрической энергии первичного источника в выходную электрическую энергию импульсного источника питания.

Поставленная задача решается тем, что в источнике питания импульсного типа, которое содержит входной контур, выполненный с возможностью подключения к первичному источнику электрической энергии, силовой контур, содержащий катушку индуктивности, два электронных ключей, которые выполнены с возможностью периодического соединения концов катушки индуктивности с входным контуром, и генератор периодических импульсов, выход которого соединен с входами электронных ключей с обеспечением синхронной работы указанных электронных ключей, а также контур нагрузки, связанный с катушкой индуктивности, в соответствии с полезной моделью, входной контур содержит два независимых выпрямительных блока, при этом выходные полюса одного из выпрямительных блоков соединены с концами катушки индуктивности через указанные электронные ключи, аналогичные выходные полюса второго выпрямительного блока соединены с концами катушки индуктивности через конденсаторы равной емкости, а период импульсов генератора является кратным периода автоколебаний в силовом контуре.

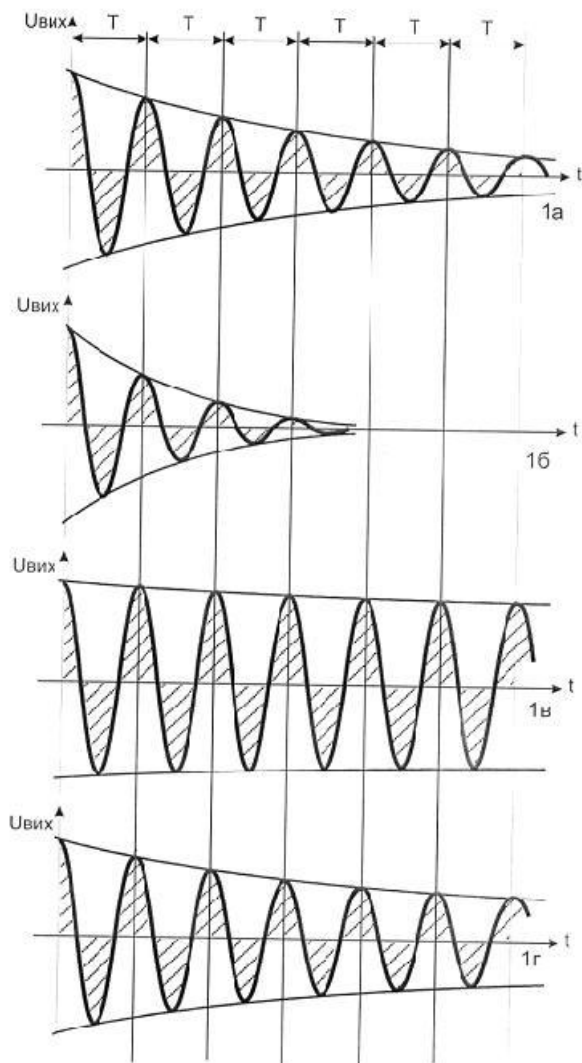
Указанные признаки являются существенными признаками полезной модели, потому являются необходимыми и достаточными для достижения технического результата - повышение эффективности преобразования электрической энергии первичного источника в выходную электрическую энергию импульсного источника питания.

Схема источника питания выбрана как ближайший аналог, работающий в режиме вынужденных колебаний, вызванных периодическим внешним воздействием. Такой источник питания представляет собой так называемый релаксационный осциллятор (не гармонический осциллятор), в котором колебания отличаются от гармонических колебаний и могут иметь прямоугольную, треугольную, трапециевидную и другие формы. В таком осцилляторе амплитуда и частота колебаний определяются величиной и частотой внешнего периодического воздействия, характеристиками инерционности и диссипации колебательной системы.

В предложенной схеме реализован автоколебательный режим работы с использованием резонансных характеристик силового контура, с управлением процессами возникновения и поддержания автоколебаний в силовом контуре источника питания. При этом под автоколебаниями подразумеваются затухающие колебания в диссипативной динамической системе, поддерживаемые за счет энергии периодического внешнего действия. В такой системе (так называемый гармонический диссипативный осциллятор) при одинаковой величине диссипации и энергии, поступающей в систему, устанавливаются автоколебания на частоте, близкой к резонансной частоте данного осциллятора, их форма становится близкой к гармонической, а амплитуда тем больше, чем больше величина периодического внешнего воздействия. На автоколебаниях основан принцип действия большого количества технических устройств, в том числе принцип действия различных генераторов электрических и электромагнитных колебаний, применяемых в электротехнике.

Источник питания, выбранный как ближайший аналог, также может работать в автоколебательном режиме, так как его силовой контур имеет собственную емкость и индуктивность, определяющие частоту автоколебаний (резонансную частоту) силового контура. При подаче одиночного импульса энергии в силовой контур (кратковременное подключение катушки индуктивности к первичному источнику электрической энергии) в силовом контуре возникают затухающие гармонические автоколебания. Период затухания автоколебаний зависит от диссипативных характеристик контура и величины нагрузки. При уменьшении добротности контура или при увеличении нагрузки период затухания автоколебаний будет уменьшаться.

Отличительной особенностью источника питания, что заявляемому является то, что концы катушки 20 индуктивности силового контура дополнительно подключены к одному из выпрямительных блоков первичного контура через конденсаторы равной емкости. Это позволяет поддерживать автоколебания в силовом контуре постоянным синхронным "подпитке" энергией, поступающей от первичного источника электроэнергии в силовой контур через указанные конденсаторы.



Фиг. 1

**фиг. 1-Источник питания импульсного типа, графики автоколебаний в силовых контурах ближайшего аналога и полезной заявляемой модели при подаче одиночного импульса энергии.**

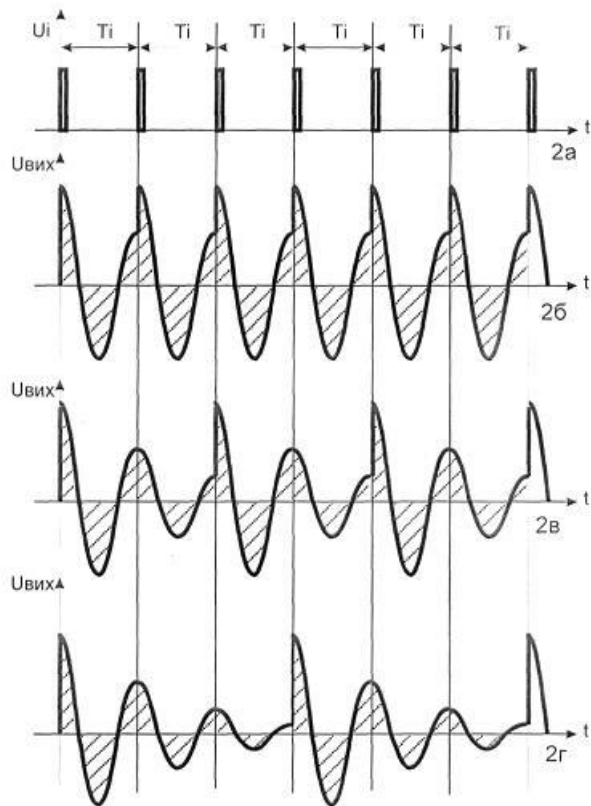
На фиг. 1 показаны графики автоколебаний в силовых контурах по ближайшему аналогу и в полезной заявляемой модели при подаче одиночного импульса энергии, где  $T$  - текущее время,  $U_{\text{вых}}$  - напряжение на катушке индуктивности,  $T$  - период автоколебаний (1а - автоколебания в силовом контуре по ближайшему аналогу без нагрузки, 1б - автоколебания в силовом контуре по ближайшему аналогу с нагрузкой, 1в - автоколебания в силовом контуре полезной заявляемой модели без нагрузки, 1г - автоколебание в силовом контуре полезной заявляемой модели с нагрузкой).

Как видно из фиг. 1, затухание автоколебаний в силовом контуре по ближайшему аналогу происходит значительно быстрее, чем в силовом контуре заявляемой полезной модели, в котором автоколебания поддерживаются синхронной "подпиткой" энергией через указанные конденсаторы.

Для поддержания автоколебаний необходима периодическая подача импульсов энергии в силовой контур источника питания. Особенностью заявляемого источника питания является то, что период импульсов генератора, управляющего открытием / закрытием ключей, соединяющих катушку индуктивности силового контура с первичным источником энергии, является кратным периоду автоколебаний в силовом контуре. Такое выполнение позволяет поддерживать автоколебания в силовом контуре путем подвода энергии по двум каналам: постоянное синхронное "подпитки"

энергией от одного из выпрямительных блоков через указанные конденсаторы и периодическое "подпитки" энергией от второго выпрямительного блока при периодическом подключении катушки индуктивности к второго выпрямительного блока через электронные ключи.

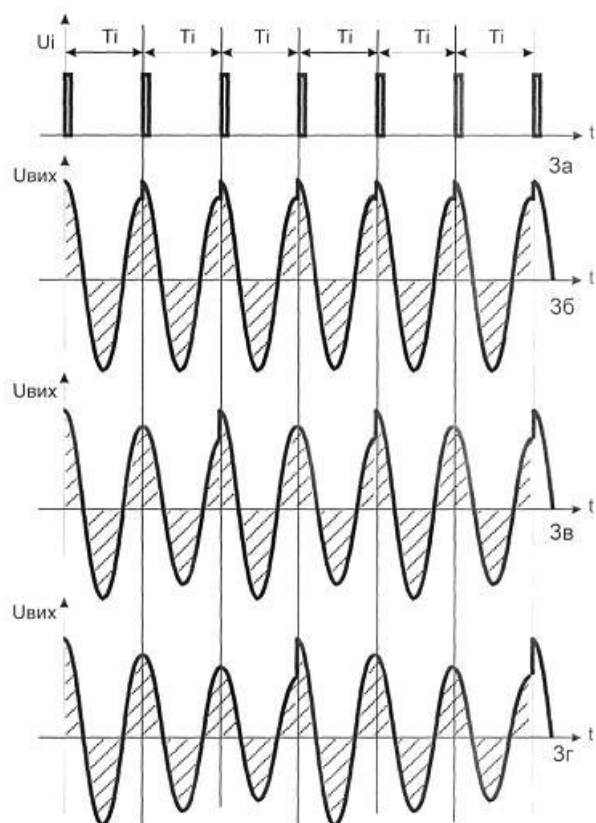
Для качественной оценки эффективности преобразования электрической энергии первичного источника в выходную электрическую энергию импульсного источника питания ниже графически показаны процессы возникновения и поддержания автоколебаний в ближайшем аналоге и полезной модели, которая заявляется, где  $t$  - текущее время,  $U_{\text{вих}}$  - напряжение на катушке индуктивности,  $T_i$  - период импульсов генератора.



Фиг. 2

**Фиг. 2 - Источник питания импульсного типа, графики автоколебаний в силовом контуре ближайшего аналога при периодической подаче импульсов энергии.**

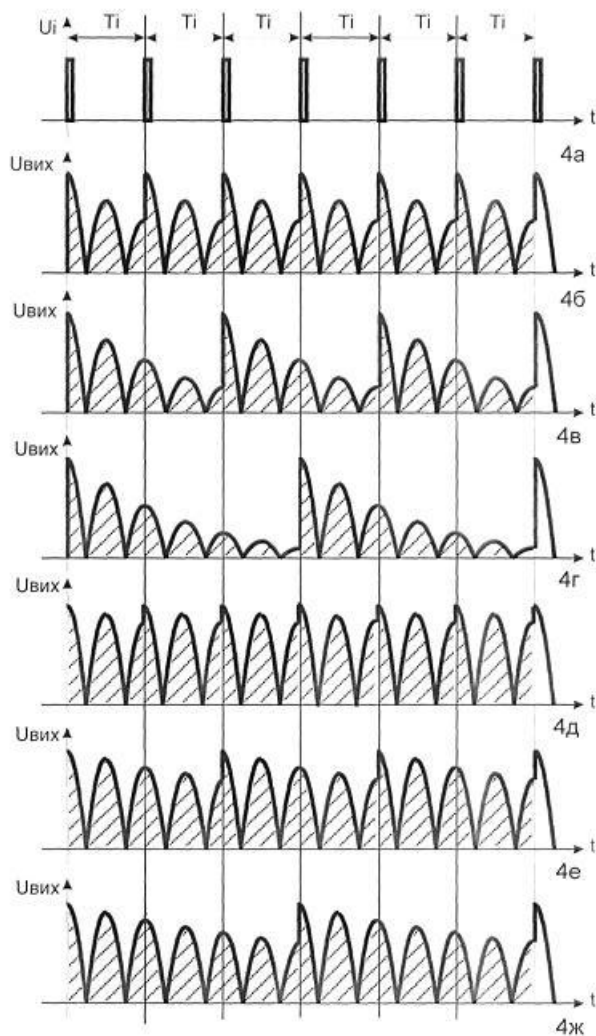
Так, на фиг. 2 показаны графики автоколебаний в силовом контуре с ближайшим аналогом с нагрузкой при периодической подаче импульсов энергии в силовой контур путем периодического соединения концов катушки индуктивности с входным контуром через электронные ключи, управляемые генератором периодических импульсов. Период импульсов генератора (периодичность открытия электронных ключей или периодичность подачи импульсов энергии в силовой контур) выбран кратным периоду автоколебаний в силовом контуре (2а - импульсы генератора, 2б - период следования импульсов генератора равна периоду автоколебаний, 2в - период следования импульсов генератора равна двум периодам автоколебаний, 2г - период следования импульсов генератора равна трем периодам автоколебаний).



Фиг. 3

**Фиг. 3-Источник питания импульсного типа, графики автоколебаний в силовом контуре полезной заявляемой модели при периодической подаче импульсов энергии.**

На фиг. 3 показаны аналогичные графики автоколебаний в силовом контуре заявляемой полезной модели (3а - импульсы генератора, 3б - период прохождения импульсов генератора равен периоду автоколебаний, 3в-период прохождения импульсов генератора равен двум периодам автоколебаний, 3г-период прохождения импульсов генератора равен трем периодам автоколебаний).



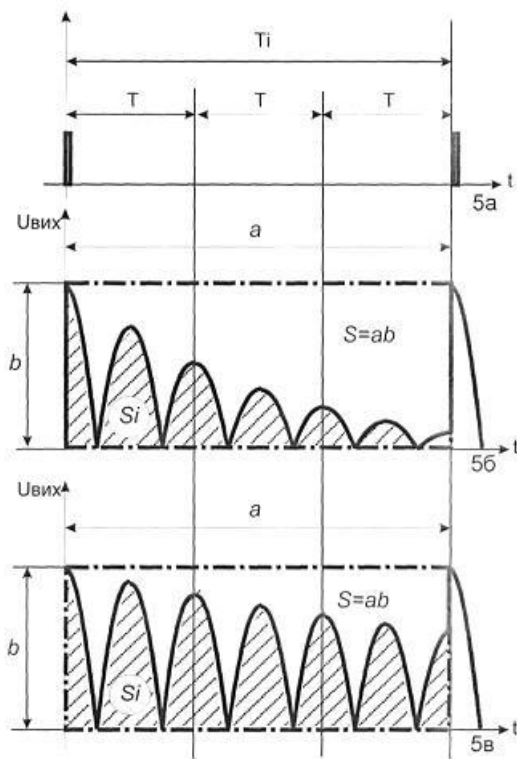
Фиг. 4

**Фиг. 4 - Источник питания импульсного типа, графики напряжения на катушке индуктивности после выпрямления.**

На фиг. 4 показаны графики выходного напряжения (напряжения на катушке индуктивности) после выпрямления (4а - импульсы генератора, 4б - ближайший аналог, период прохождения импульсов генератора равен периоду автоколебаний, 4в - ближайший аналог, период прохождения импульсов генератора равен двум периодам автоколебаний, 4г - ближайший аналог, период прохождения импульсов генератора равен трем периодам автоколебаний, 4д - полезная заявляемая модель, период прохождения импульсов генератора равен периоду автоколебаний, 4е – полезная заявляемая модель, период прохождения импульсов генератора равен двум периодам автоколебаний, 4ж – полезная заявляемая модель, период прохождения импульсов генератора равен трем периодам автоколебаний).

Как критерий эффективности преобразования электрической энергии первичного источника в выходную электрическую энергию импульсного источника питания может быть площадь, ограниченная кривой напряжения на графике выходного напряжения (напряжения на катушке индуктивности) в заданный период времени после выпрямления. Чем больше указана площадь, тем больше эффективность преобразования электрической энергии.





Фиг. 5

**Фиг. 5-Источник питания импульсного типа, графики сравнения эффективности преобразования энергии в полезной заявляемой модели с ближайшим аналогом.**

На фиг. 5 Для сравнения показаны графики эффективности преобразования энергии в полезной заявляемой модели и в ближайшем аналоге (5а - график импульсов генератора, 5б - график выходного напряжения в ближайшем аналоге, 5в - график выходного напряжения в полезной заявляемой модели). На графиках обозначены:  $t$  - текущее время,  $U_{\text{вых}}$  - выходное напряжение,  $T$  - период гармонических колебаний,  $T_i$  - период следования импульсов генератора,  $S_{ab}$  - площадь прямоугольника со сторонами  $a$ ,  $b$  ( $a$  равно периоду следования импульсов генератора,  $b$  равна максимальному значению амплитуды выходного напряжения),  $S_i$  - элементарные площади, ограниченные кривой выходного напряжения. Период прохождения импульсов генератора равен трем периодам гармонических автоколебаний.

Отношение  $\sum S_i / S_{ab}$  определяет эффективность преобразования энергии первичного источника в выходную электрическую энергию импульсного источника питания. Чем выше указанное отношение, тем выше эффективность преобразования энергии.

Из приведенных графиков наглядно следует, что при прочих равных условиях эффективность преобразования энергии зависит: - от скорости затухания автоколебаний (логарифмический декремент затухания); - от периода следования импульсов генератора (периодичность подачи импульсов энергии в силовой контур); - в полезной модели, которая заявляется, эффективность преобразования энергии выше, чем в ближайшем аналоге.

Таким образом полезная модель позволяет повысить эффективность преобразования энергии при заданном периоде импульсов генератора или уменьшить период импульсов генератора при заданной эффективности преобразования энергии, что облегчает частотный режим работы электронных ключей, т. е. повышает надежность устройства.

Так как силовой контур имеет собственную емкость и индуктивность, которые определяются емкостными и индуктивными параметрами элементов силового контура (в том числе и емкостью конденсаторов, через которые концы катушки индуктивности соединены с одним из выпрямительных блоков входного контура), то, теоретически, автоколебания в силовом контуре могут возникать при любом значении емкости указанных конденсаторов и будут отличаться, в первую очередь, частотой автоколебаний. Естественно, что при низких частотах автоколебаний увеличиваются габариты устройства, а при слишком высоких частотах возникают проблемы надежности элементной базы устройства. Целесообразно емкость указанных конденсаторов определять из условия возникновения автоколебаний в силовом контуре с частотой в пределах 1-80 кГц, что приемлемо для большинства случаев практической реализации источника питания, что заявляется.

Как было указано выше, частота импульсов генератора (периодичность подключения катушки индуктивности к одному из выпрямительных блоков входного контура через электронные ключи) определяет эффективность преобразования энергии - чем выше указанная частота, тем выше эффективность. Но, в то же время, увеличение указанной частоты ухудшает частотный режим работы электронных ключей - повышается вероятность перегрева ключей и выхода их из строя, необходимость применения специальных высокочастотных элементов в ключах, необходимость особых средств охлаждения. На практике, в зависимости от величины нагрузки, коэффициент кратности периода импульсов генератора периода автоколебаний в контуре силового целесообразно выбирать в пределах 1-10.

Обмотку катушки индуктивности целесообразно выполнить бифиллярной с параллельной намоткой двух проводников с соединением конца одного проводника с началом другого. Такая катушка имеет высокую емкостную составляющую, что целесообразно для предложенной конструкции.

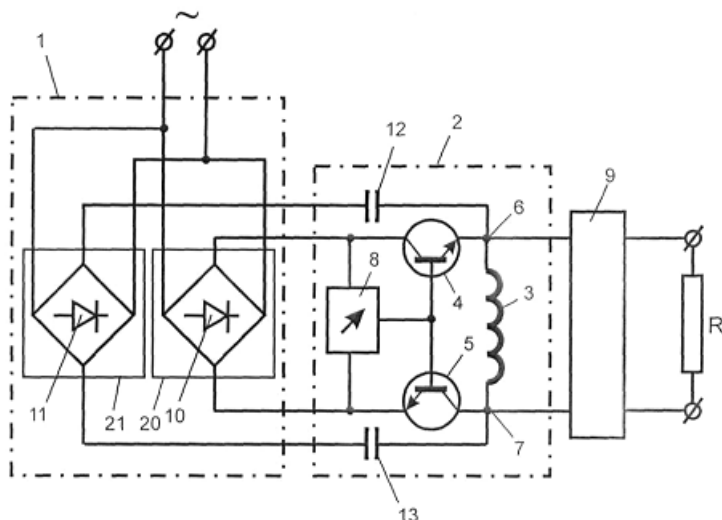
Катушка индуктивности может быть выполнена в виде первичной обмотки трансформатора, вторичная обмотка которого соединена с контуром нагрузки. Такое выполнение обеспечивает гальваническую развязку нагрузки с источником питания.

Указанный трансформатор целесообразно выполнить на тороидальном кольцевом сердечнике, что позволяет использовать как сердечник широко распространены ферритовые кольца с соответствующим диапазоном рабочих частот.

Выпрямительные блоки входного контура целесообразно экранировать от взаимного влияния путем размещения их в металлических экранах.

Источник питания может содержать линию самоподжигления, выполненную с возможностью соединения выхода контура нагрузки с входным контуром при отключенном источнике первичной энергии. Такой режим работы источников питания импульсного типа - режим самоподжигления - широко известный (например, генератор переменного напряжения по европейским патентом EP0262164, независимый энергетический устройство по международной заявке WO2008103129 и другие) и может применяться, в частности, для питания небольших нагрузок.

Ниже приводится подробное описание заявляемого источника питания импульсного типа со ссылками на чертежи.



Фиг. 6

**Фиг. 6 - Источник питания импульсного типа, принципиальная схема.**

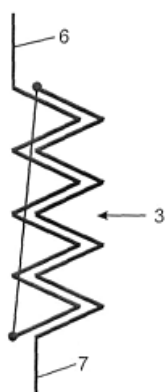
Сведения, подтверждающие возможность осуществления полезной модели Источник питания импульсного типа (фиг. 6) содержит входной контур 1, выполненный с возможностью подключения к первичному источнику электрической энергии, например к электрической сети переменного тока, силовой контур 2, содержащий катушку индуктивности 3, два электронных ключей 4 и 5, которые выполнены с возможностью периодического соединения концов 6, 7 катушки индуктивности 3 с входным контуром 1, генератор периодических импульсов 8, выход которого соединен с входами электронных ключей 4, 5 с обеспечением синхронной работы указанных электронных ключей 4, 5, а также контур нагрузки 9, связанный с катушкой индуктивности 3.

Входной контур 1 содержит два независимых выпрямительных блока 10 и 11, при этом выходные полюса одного из выпрямительных блоков (блока 10) соединены с концами 6, 7 катушки индуктивности 3 через указанные электронные ключи 4, 5, а аналогичные выходные полюса другого выпрямительного блока (блока 11) соединены с концами 6, 7 катушки индуктивности 3 через конденсаторы равной емкости 12, 13, входящих в состав силового контура 2. Период импульсов генератора 8 кратный периоду автоколебаний в силовом контуре 2.

Емкость указанных конденсаторов 12, 13 выбирают из условия возникновения автоколебаний в силовом контуре 2 с частотой в пределах 1-80 кГц.

Коэффициент кратности периода импульсов генератора 8 периода автоколебаний в силовом контуре 2 выбирают в пределах 1-10.

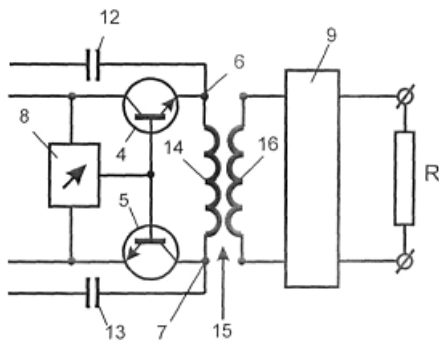
Обмотка катушки индуктивности 3 выполнена бифиллярной с параллельной намоткой двух проводников с соединением конца одного проводника с началом другого (фиг. 7).



Фиг. 7

**Фиг. 7 - Источник питания импульсного типа, намотка катушки индуктивности.**

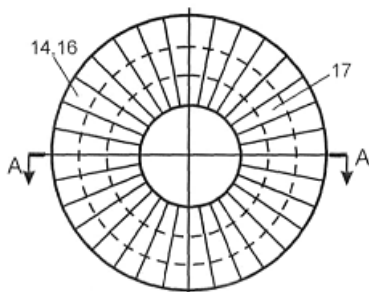
Катушка индуктивности 3 может быть выполнена в виде первичной обмотки 14 трансформатора 15, вторичная обмотка 16 которого соединена с контуром нагрузки 9 (фиг. 8).



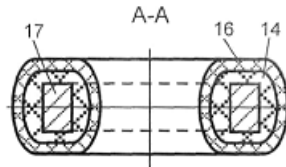
Фиг. 8

**Фиг. 8 - Источник питания импульсного типа, выполнение катушки индуктивности в виде первичной обмотки трансформатора.**

Трансформатор 15 может быть выполнен тороидальным с кольцевым сердечником 17 (фиг. 9, 10).



Фиг. 9



Фиг. 10

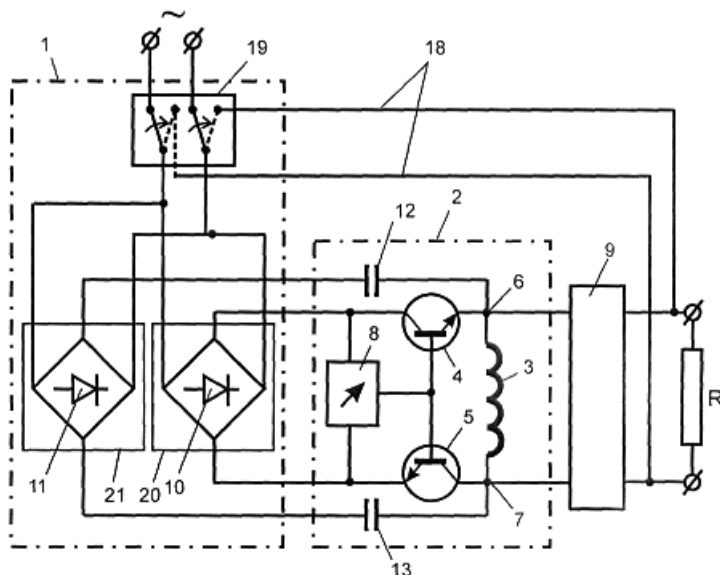
**Фиг. 9 - Источник питания импульсного типа, тороидальная исполнения трансформатора.**

**Фиг. 10 - Источник питания импульсного типа, разрез А-А на Фиг. 9.**

Источник питания может содержать линию самоподжигления 18, выполненную с возможностью соединения выхода контура нагрузки 9 с входным контуром 1 при отключенном источнике первичной энергии. Для переключения режимов работы (режим питания от источника первичной энергии, режим самоподжигления) во входном контуре 1 установлен переключатель 19 (фиг. 11).

Выпрямительные блоки 10, 11 входного контура 1 экранированы от взаимного воздействия металлическими экранами 20, 21 (фиг. 6, 11).

Контур нагрузки 9 может содержать выпрямитель, фильтры, частотный преобразователь, стабилизатор напряжения и другие известные узлы, необходимые для согласования выходных параметров 20 источника питания с параметрами питания конкретной нагрузки R (не показаны).



Фиг. 11

**Фиг. 11 - Источник питания импульсного типа, исполнение с линией самоподжигления.**

**Импульсный источник питания работает следующим образом.**

Устройство подключают к первичному источнику электрической энергии, например к сети переменного тока. Генератор 8 генерирует периодические однополярные импульсы. Частоту импульсов генератора 8 можно изменять. Указанные импульсы подаются на входы электронных ключей 4, 5 с обеспечением синхронной работы (синхронного включения/выключения) электронных ключей 4, 5. С помощью электронных ключей 4, 5 периодически, на короткое время в силовой контур 2 (к катушке индуктивности 3) подаются импульсы энергии от выпрямительного блока 10 входного контура 1. После подачи первого импульса энергии в силовом контуре 2 возникают затухающие гармонические электрические колебания, частота которых определяется емкостными и индуктивными характеристиками элементов силового контура 2. Степень затухания автоколебаний определяется диссипативными характеристиками колебательного контура, а также величиной нагрузки источника питания. Автоколебания в силовом контуре 2 поддерживаются постоянным синхронным "подпитке" энергией, поступающей в силовой контур 2 (к катушке индуктивности 3) от выпрямительного блока 11 входного контура 1 через конденсаторы 12, 13.

При следующем импульсе генератора 8 (при следующей подаче импульса энергии от выпрямительного блока 10 входного контура 1 в силовой контур 2) процессы возникновения и поддержания гармонических колебаний в силовом контуре 2 повторяются.

Таким образом, в источнике питания, что заявляется, гармонические автоколебания поддерживаются по двум "каналам" - постоянным синхронным "подпитке" энергией, поступающей в силовой контур 2 (к катушке индуктивности 3) от выпрямительного блока 11 входного контура 1 через конденсаторы 12, 13, и периодическим подключением силового контура 2 до выпрямительного блока 10 входного контура 1 с помощью электронных ключей 4, 5, управляемых генератором импульсов 8. Такое выполнение повышает эффективность преобразования электрической энергии первичного источника в выходную электрическую энергию импульсного источника питания.

Примером практической реализации полезной модели является экспериментальный источник питания, принципиальная схема которого показана на фиг. 12. В основу экспериментального источника питания положены принципиальные схемы, показанные на фиг. 6, 8.

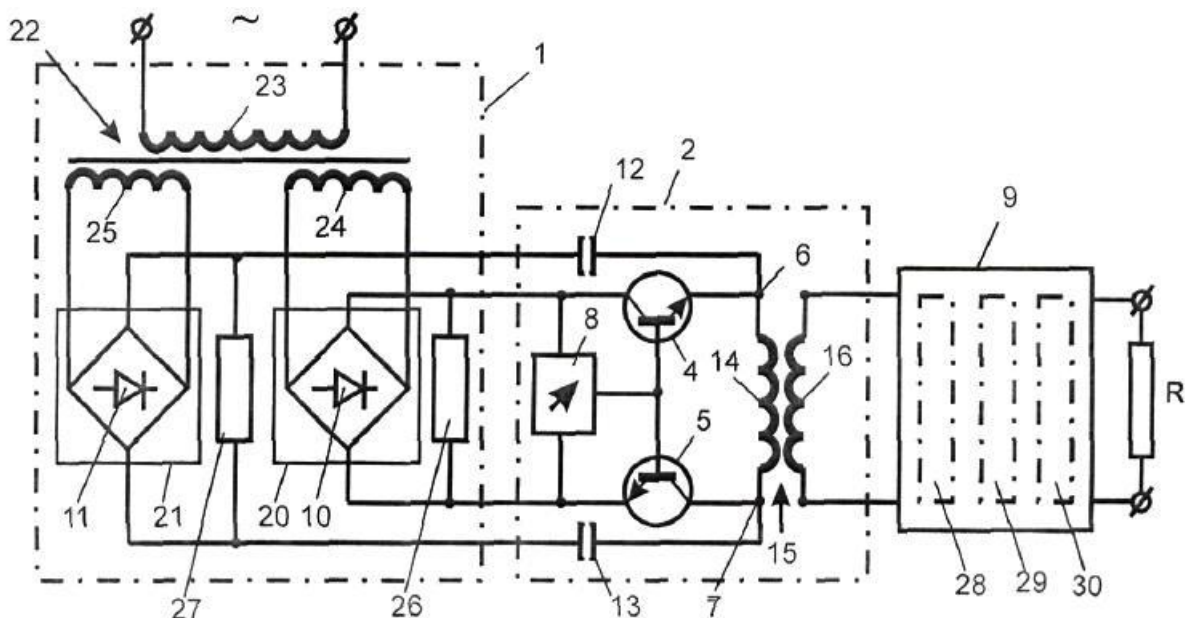


Fig. 12

**Фиг. 12 - Источник питания импульсного типа, принципиальная схема экспериментального источника питания.**

Входной контур 1 содержит входной трансформатор 22 с первичной обмоткой 23 и двумя вторичными обмотками 24, 25. Первичная обмотка 23 подключается к промышленной сети переменного тока (220 вольт, 50 герц). Вторичная обмотка 24 подключена к выпрямительному блоку 10. Вторичная обмотка 25 подключена к выпрямительному блоку 11. Таким образом входной трансформатор 22 обеспечивает гальваническую развязку устройства от сети и отдельное питание выпрямительных блоков 10, 11. На выходах выпрямительных блоков 10, 11 установлены вспомогательные блоки, соответственно 26, 27. Эти блоки могут содержать фильтры, стабилизаторы напряжения, умножители напряжения и другие устройства (не показаны), которые обеспечивают необходимые электрические параметры на выходах выпрямительных блоков 10, 11. В данном экспериментальном источнике питания на выходе выпрямительного блока 10 снабжена постоянное напряжение 300 вольт, мощность блока 1000 Ватт, на выходе выпрямительного блока 11 - постоянное напряжение 300 вольт, мощность блока 1000 Ватт.

Генератор периодических импульсов 8 выполнен на базе контроллера ATmega mega 2560, период следования импульсов в пределах от 122 Гц до 4 мГц, ширина импульсов от 25 микросекунд до 3 миллисекунд.

Электронные ключи 4 и 5 выполнены на транзисторах 1MBI 600 PX - 120 (ток в импульсе коллектор - эмиттер 600А при напряжении в импульсе 1200В). Условия охлаждения - пассивное (радиатор), рабочая температура не превышала 70 °С.

Емкость каждого из конденсаторов 2,5 мкф.

Катушка индуктивности выполнена в виде первичной обмотки 14 трансформатора 15. Как сердечник трансформатора 15 использовано ферритовое кольцо, внутренний диаметр 90 мм, внешний - 182 мм. Первичная обмотка 14 выполнена медным эмалированным проводом диаметром 2,00 мм, намотка бифилярна (параллельная намотка двух проводов с соединением конца одного провода с началом второго. Количество витков первичной обмотки 14-557. Вторичная обмотка 16 трансформатора 15 выполнена медным эмалированным проводом диаметром 2,00 мм, тип намотки - в два параллельных провода, многослойная (универсал), количество витков - 265.

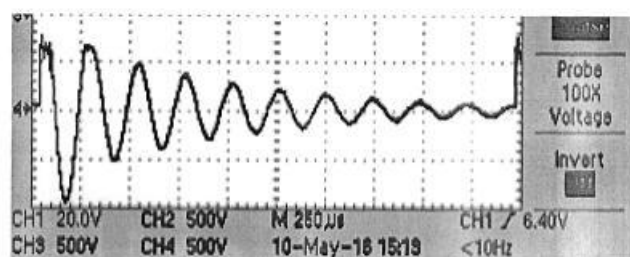


Контур нагрузки 9 может содержать выпрямитель 28, фильтр 29, частотный преобразователь 30 (показаны условно) и другие устройства, которые обеспечивают необходимые электрические параметры на выходе источника питания. В данном экспериментальном источнике питания на выходе снабжена постоянное напряжение 300 В.

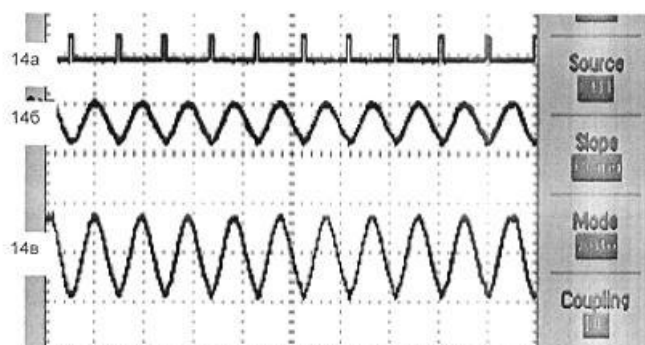
Как нагрузки R использовался ТЭН мощностью 5 кВт по постоянному току.

При указанных параметрах элементов схемы при подаче единичного импульса от генератора 8 на входы электронных ключей 4 и 5 (кратковременное подключение первичной обмотки 14 трансформатора 15 к выходу выпрямительного блока 10) в силовом контуре 2 возникают автоколебания с резонансной частотой 2,2 кГц.

На фиг. 13 показана реальная осциллограмма указанных автоколебаний в виде напряжения на первичной обмотке 14 трансформатора 15 при подаче единичного импульса генератора 8.



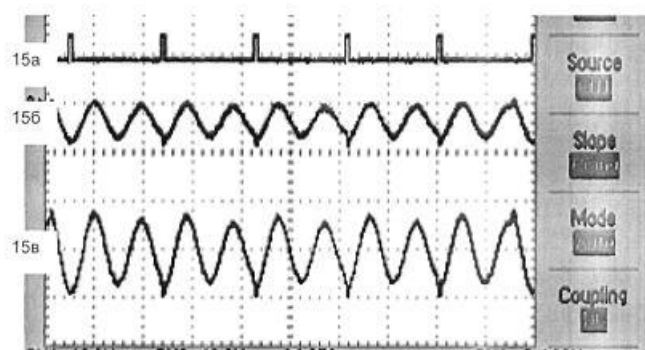
**Фиг. 13 - Источник питания импульсного типа, осциллограмма автоколебаний в силовом контуре экспериментального источника питания при подаче одиночного импульсов энергии...**



**Фиг. 14**

На фиг. 14 показана реальная осциллограмма автоколебаний, когда период следования импульсов генератора 8 равен одному периоду автоколебаний (14а - импульсы генератора 8, 14б - напряжение на конденсаторах 12, 13, 14в - напряжение на первичной обмотке 14 трансформатора 15).

**Фиг. 14 - Источник питания импульсного типа, осциллограмма автоколебаний в силовом контуре экспериментального источника питания, период следования импульсов генератора равен одному периоду автоколебаний.**



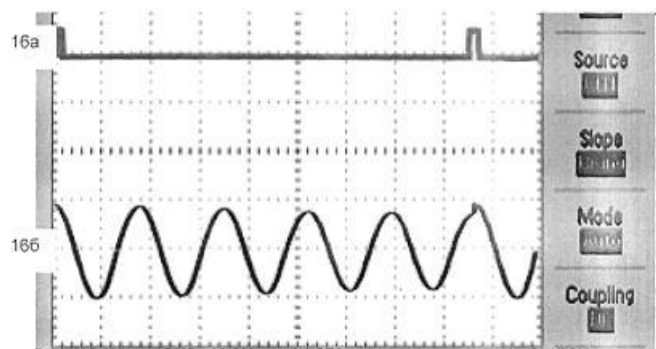
**Фиг. 15**

На фиг. 15 показана реальная осциллограмма автоколебаний, когда период следования импульсов генератора 8 равен двум периодам автоколебаний (15а - импульсы генератора 8, 15б - напряжение на конденсаторах 12, 13, 15в - напряжение на первичной обмотке 14 трансформатора 15).

**Фиг. 15 - Источник питания импульсного типа, осциллограмма автоколебаний в силовом контуре экспериментального**

**источника питания, период следования импульсов генератора равен двум периодам автоколебаний.**

На фиг. 16 показана реальная осциллограмма автоколебаний, когда период следования импульсов генератора 8 равен пяти периодам автоколебаний (16а - импульсы генератора 8, 16б - напряжение на первичной обмотке 14 трансформатора 15).



**Фиг. 16 - Источник питания импульсного типа, осциллограмма автоколебаний в силовом контуре экспериментального источника питания, период следования импульсов генератора равен двум периодам автоколебаний.**

**Фиг. 16**

Используя выше описанный критерий эффективности преобразования энергии первичного источника в выходную электрическую энергию импульсного источника питания (отношение  $\Sigma Si/Sab$ , фиг. 5) к осциллограммам, приведенным на фиг. 14, 15, 16, можно сделать вывод по высокой эффективности преобразования электрической энергии первичного источника энергии в выходную электрическую энергию источника питания.

#### ФОРМУЛА ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ

1. Источник питания импульсного типа, содержащий входной контур, выполненный с возможностью подключения к первичному источнику электрической энергии, силовой контур, содержащий катушку индуктивности, два электронных ключей, которые выполнены с возможностью периодического соединения концов катушки индуктивности с входным контуром, и генератор периодических импульсов, выход которого соединен с входами электронных ключей с обеспечением синхронной работы указанных электронных ключей, а также контур нагрузки, связанный с катушкой индуктивности, отличающееся тем, что входной контур содержит два независимых выпрямительных блока, при этом выходные полюса одного из выпрямительных блоков соединены с концами катушки индуктивности через указанные электронные ключи, аналогичные выходные полюса второго выпрямительного блока соединены с концами катушки индуктивности через конденсаторы равной емкости, а период импульсов генератора является кратным периода автоколебаний в силовом контуре.
2. Источник питания по п. 1, отличающееся тем, что емкость указанных конденсаторов определена при условии возникновения автоколебаний в силовом контуре с частотой в пределах 1-80 кГц.
3. Источник питания по п. 1, отличающееся тем, что коэффициент кратности периода импульсов генератора периода автоколебаний в силовом контуре выбран в пределах 1-10.
4. Источник питания по п. 1, отличающееся тем, что обмотка катушки индуктивности выполнена бифилярно с параллельной намоткой двух проводников с соединением одного конца проводника с началом второго.



5. Источник питания по п. 1, отличающееся тем, что катушка индуктивности представляет собой первичную обмотку трансформатора, вторичная обмотка которого соединена с контуром нагрузки.
6. Источник питания по п. 5, отличающееся тем, что трансформатор выполнен тороидальным.
7. Источник питания по п. 1, отличающееся тем, что выпрямительные блоки входного контура экранированные от взаимного влияния.
8. Источник питания по п. 1, отличающееся тем, что содержит линию самопідживлення, выполненную с возможностью соединения выхода контура нагрузки с входным контуром при отключенном источнике первичной энергии.