



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013105035/07, 06.02.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.02.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 06.02.2013

(43) Дата публикации заявки: 20.08.2014 Бюл. № 23

(45) Опубликовано: 10.08.2015 Бюл. № 22

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: ЧЕТТИ П. Проектирование ключевых источников электропитания, Москва ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ, 1980 сс.15, 16, 67-70, Рис.1.6, 3.1, 3.2. МОРОЗОВ А.Г. Электротехника, электроника и импульсная техника, учебник для вузов, Москва "Высшая школа", 1987, с.61, 62, рис.2.16. Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры под ред. НАЙВЕЛЬТА Г.С., Москва, Радио и (см. прод.)

Адрес для переписки:

690022, г.Владивосток, просп. 100-летия
Владивостока, 159, Институт химии ДВО РАН,
зав. отделом интеллектуальной собственности
Ивлюшкиной О.Н.

(72) Автор(ы):

Линевич Эдвид Иванович (RU),
Тимофеев Андрей Викторович (RU),
Линевич Дмитрий Эдвидович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

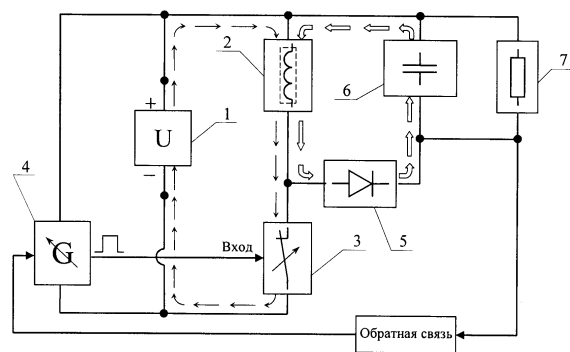
Линевич Эдвид Иванович (RU),
Тимофеев Андрей Викторович (RU),
Линевич Дмитрий Эдвидович (RU)

(54) СПОСОБ ГЕНЕРАЦИИ ЭНЕРГИИ И ИНДУКТИВНЫЙ ГЕНЕРАТОР ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к сильнотоковой импульсной технике и может быть использовано в качестве вторичного источника электрической мощности для питания нагрузок. Согласно изобретению, через последовательно включенные индуктивный накопитель энергии, первичный источник питания и коммутатор электрической цепи пропускают ток накачки индуктивного накопителя энергии и после достижения током накачки заданного значения размыкают общую цепь коммутатором, а энергию импульса

экстратока размыкания выводят в нагрузку, причем для увеличения отношения энергии экстратока размыкания к энергии тока накачки первичным источником питания выполняют электрическую цепь, содержащую активное сопротивление и индуктивность накопителя с такими значениями номиналов, при которых длительность тока накачки меньше постоянной времени индуктивного накопителя на заданную величину. Технический результат - повышение эффективности. 3 ил.



← Ток накачки накопителя 2 при замыкании коммутатора 3
 ⇌ Ток разряда накопителя 2 при размыкании коммутатора 3

Фиг. 1

(56) (продолжение):

связь, 1985, сс.59, 468-472. SU1686509A1, 23.10.1991. SU1728928A1, 23.04.1992. CN101944754A, 12.01.2011

R U 2 5 5 8 6 9 3 C 2

R U 2 5 5 8 6 9 3 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2013105035/07, 06.02.2013**(24) Effective date for property rights:
06.02.2013

Priority:

(22) Date of filing: **06.02.2013**(43) Application published: **20.08.2014** Bull. № 23(45) Date of publication: **10.08.2015** Bull. № 22

Mail address:

**690022, g. Vladivostok, prosp. 100-letija Vladivostoka,
159, Institut khimii DVO RAN, zav. otделом
intellektual'noj sobstvennosti Ivljushkinoj O.N.**

(72) Inventor(s):

**Linevich Ehdvid Ivanovich (RU),
Timofeev Andrej Viktorovich (RU),
Linevich Dmitrij Ehdvidovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Linevich Ehdvid Ivanovich (RU),
Timofeev Andrej Viktorovich (RU),
Linevich Dmitrij Ehdvidovich (RU)**

(54) **POWER GENERATION METHOD AND INDUCTANCE OSCILLATOR FOR ITS IMPLEMENTATION**

(57) Abstract:

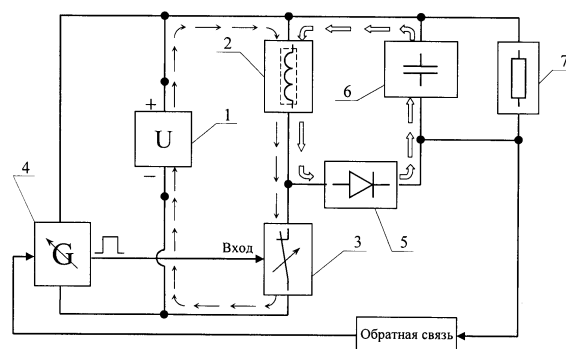
FIELD: electricity.

SUBSTANCE: invention is referred to heavy-current pulse engineering and may be used as the secondary power source to supply loads. According to the invention, through in-series inductive energy storage, the primary power supply source and switch of an electric circuit pumping current of the inductive energy storage is passed and upon reaching of the preset value for pumping current the common circuit is opened by the switch and pulse of opening extra-current is fed to the load, at that in order to increase ratio of opening extra-current energy to pumping current energy of the primary power supply source the electric circuit is made with active resistance and inductance of the storage with such rated values, at which duration of pumping current is less than response time of the inductive energy

storage per a preset value.

EFFECT: improving efficiency.

3 dwg



← Ток накачки накопителя 2 при замыкании коммутатора 3
⇐ Ток разряда накопителя 2 при размыкании коммутатора 3

Фиг.1

Изобретение относится к силовотокковой импульсной технике и может быть использовано в качестве вторичного источника электрической мощности для питания преимущественно активных нагрузок.

5 Известно описание способа работы генератора импульсных токов на основе индуктивных накопителей энергии с размыкателем тока и активной нагрузкой, в котором индуктивный накопитель включают последовательно с первичным источником питания и коммутатором, а после достижения заданной величины тока в накопителе, коммутатором размыкают цепь тока. При этом мощность импульса экстратока, возникающего в момент размыкания, увеличивается по сравнению с мощностью
10 источника питания. Полученную таким образом энергию импульса подают в нагрузку (Пичугина М.Т. Мощная импульсная энергетика. - Томск: Изд-во ТПУ. - 98 с. УДК621.316.9.001.4).

В современных индуктивных накопителях для повышения мощности импульса предпочитают увеличивать напряжение U первичного источника. В настоящее время
15 его приходится повышать до десятков и более киловольт. Это является большим недостатком известного способа.

Известен индуктивный генератор, содержащий последовательно соединенные первичный источник энергии, линию передачи тока, индуктивный накопитель энергии с внешним и внутренним электродами и, по меньшей мере, один плазменный
20 прерыватель тока с плазмообразующей системой, а также нагрузку, подключенную параллельно ему через линию передачи энергии, при этом плазменный прерыватель тока расположен на наружной поверхности внешнего электрода индуктивного накопителя и содержит вакуумируемый корпус, являющийся внешним электродом прерывателя, и внутренний электрод, соединенные соответственно с внешним и
25 внутренним электродами индуктивного накопителя (пат. RU №2169442, опубл. 20.06.2001 г.).

Известный индуктивный генератор имеет тот же главный недостаток, что и описанный выше. Как известный генератор, так и все другие, подобные ему, из-за
30 высокого напряжения опасны в эксплуатации, являются сложными и дорогими системами, поэтому непригодны для серийного производства и широкого использования.

Задачей предлагаемого изобретения является повышение эффективности индуктивного генератора в широком диапазоне мощностей. Заявляемое изобретение обеспечивает технический результат, заключающийся в том, что энергию импульсов индуктивного генератора увеличивают главным образом не за счет повышения
35 напряжения первичного источника, а за счет увеличения им (генератором) отношения энергии импульса экстратока размыкания к энергии импульса тока накачки.

Технический результат достигается предлагаемым способом генерации энергии в индуктивном накопителе энергии и ее выводом в нагрузку, согласно которому через
40 последовательно включенные индуктивный накопитель энергии, первичный источник питания и коммутатор электрической цепи пропускают ток накачки индуктивного накопителя энергии и после достижения током накачки заданного значения размыкают общую цепь коммутатором, а энергию импульса экстратока размыкания выводят в нагрузку, причем для увеличения отношения энергии импульса экстратока размыкания к энергии тока накачки первичным источником питания, выполняют электрическую
45 цепь, содержащую активное сопротивление и индуктивность накопителя с такими значениями номиналов, при которых длительность импульса тока накачки становится меньше постоянной времени индуктивного накопителя на заданную величину.

Изобретение поясняется фигурами 1-3. На фиг. 1 изображена схема индуктивного

генератора, на фиг. 2 изображена схема соединения катушек индуктивностей генератора, на фиг. 3 изображены графики электрических сигналов, поясняющих работу индуктивного генератора: (а) - импульсы напряжения, приложенные к индуктивному накопителю энергии; (б) - импульсы тока накачки; (в) - вид импульсов напряжения без конденсатора и с подключенным конденсатором.

Введены цифровые обозначения: 1 - первичный источник электропитания; 2 - индуктивный накопитель энергии; 3 - коммутатор электрической цепи; 4 - блок управления коммутатором; 5 - блок диодов; 6 - вторичный накопитель энергии; 7 - нагрузка генератора; 8 - электромагнитные экраны.

Введены следующие буквенные обозначения: W_R - энергия импульса накачки (это активная энергия, затрачиваемая источником электропитания), W_L - энергия импульса экстратока размыкания (это реактивная энергия индуктивного накопителя), K - количество индуктивных цепей (в частности, количество катушек индуктивности) в индуктивном накопителе 2; U - напряжение; U_{Π} - напряжение первичного источника питания 1; U_{kR} - амплитуда импульса напряжения на индуктивном накопителе 2, содержащего одну катушку индуктивности, при разряде на нагрузку 7 без конденсатора 6; U_{kC} - амплитуда импульса напряжения на индуктивном накопителе 2, содержащего одну катушку индуктивности, при разряде на нагрузку 7, зашунтированную конденсатором 6; U_{SR} - амплитуда импульса напряжения на индуктивном накопителе 2, содержащего K катушек индуктивностей, при разряде на нагрузку 7 без конденсатора 6; U_{SC} - амплитуда импульса напряжения на индуктивном накопителе 2, содержащего K катушек индуктивностей, при разряде на нагрузку 7, зашунтированную конденсатором 6; I - ток; I_k - максимальная амплитуда тока накачки индуктивного накопителя 2, содержащего одну катушку индуктивности; I_S - максимальная амплитуда тока накачки индуктивного накопителя 2, содержащего K катушек индуктивностей; k - график изменения тока накачки индуктивного накопителя 2, содержащего одну катушку индуктивности; S - график изменения тока накачки индуктивного накопителя 2, содержащего K катушек индуктивности; t - длительность замкнутого положения коммутатора 3; t_3 - длительность размыкания коммутатора 3; L - индуктивность одной катушки индуктивности; R - активное сопротивление одной катушки индуктивности; n - коэффициент кратности (безразмерное число); $e=2,7182818$ - математическая константа.

На фиг. 1 изображена схема индуктивного генератора, в которой реализован предлагаемый способ генерации энергии. Генератор работает следующим образом. Включают первичный источник питания 1, начинает работать блок управления 4, на выходе которого появляются прямоугольные импульсы длительностью t , период повторения которых равен T . Эти импульсы поступают на управляющий вход коммутатора 3, который срабатывает при появлении первого импульса и замыкает цепь для тока накачки индуктивного накопителя 2. Напряжение U_{Π} первичного источника 1 прикладывается к выводам индуктивного накопителя 2. В цепи возникает ток накачки I индуктивного накопителя 2, который нарастает по экспоненциальному закону. Через промежуток времени t действие управляющего импульса прекращается и по его спаду (по заднему фронту) длительностью t_3 коммутатор 3 размыкает цепь. При этом возникает экстраток размыкания, который выводят с помощью блока диодов 5 во вторичный накопитель энергии 6 (конденсатор), в результате, последний заряжается. Процесс вывода энергии, накопленной в индуктивном накопителе 2, занимает

промежуток времени t_3 , который равен продолжительности размыкания коммутатора 3. Время t_3 практически совпадает с длительностью заднего фронта импульса управления. В течение промежутка времени t_3 коммутатор 3 полностью размыкает цепь накачки и одновременно, в течение времени t_3 , энергия, накопленная в индуктивном накопителе 2, сбрасывается через блок диодов 5 в конденсатор 6. Далее, конденсатор 6 разряжается через нагрузку 7. Описанный цикл повторяется с периодом T прихода импульсов, которые выдает блок управления 4.

В предлагаемом способе генерации увеличивают энергию импульса экстратока размыкания цепи относительно энергии импульса тока накачки:

$$W_L / W_R = n \quad (1),$$

где $W_L = L \cdot I^2 / 2$, $W_R = I^2 \cdot R \cdot t$, n - числовой коэффициент. Раскроем члены в (1):

$1/2 \cdot L \cdot I^2 / I^2 \cdot R \cdot t = n$ и сократив на ток I^2 , получим следующее выражение

$$L / 2R \cdot t = n \quad (2).$$

Из (1) и (2) следует, что в электрической цепи, для увеличения коэффициента n , необходимо уменьшать длительность импульса накачки t . Таким образом, для реализации технического результата, длительность импульса накачки должна удовлетворять условию:

$$t \leq L / 2R \cdot n \quad (3),$$

где $L / 2R$ - постоянная времени индуктивности.

Рассмотрим процесс осуществления способа подробнее. Предположим, что электрическая цепь содержит индуктивный накопитель 2 с одной катушкой индуктивностью L и активным сопротивлением R . Когда к выводам катушки приложен импульс напряжения U_{II} первичного источника 1, то через нее идет экспоненциально нарастающий ток, который описывается известным выражением

$$I = \frac{U_{II}}{R} \left(1 - \frac{1}{e^{t/L/R}} \right). \quad (4)$$

При этом увеличивается энергия, запасенная в катушке

$$W_L = \frac{L U_{II}^2}{2R^2} \left(1 - \frac{1}{e^{t/L/R}} \right)^2, \quad (5)$$

где W_L - энергия магнитного поля катушки.

Тот же самый ток I , который увеличивает энергию W_L , одновременно расходует энергию первичного источника на активном сопротивлении R цепи, в частности, R равно сопротивлению катушки, если сопротивлением остальной части цепи можно пренебречь:

$$W_R = R \cdot I^2 \cdot t = \frac{U_{II}^2}{R} t \left(1 - \frac{1}{e^{t/L/R}} \right)^2, \quad (6)$$

где W_R - затраченная энергия.

Найдем отношение запасенной энергии в катушке к энергии, затраченной на активном сопротивлении R за время t . Для этого разделим выражение (5) на (6):

$$\frac{W_L}{W_R} = \frac{L}{2Rt} = n,$$

где n - числовой коэффициент. Полученное выражение совпадает с результатом (2), а значит верно и соотношение (3).

Следует заметить, что уменьшение длительности t импульса накачки приводит к уменьшению величины энергии W_L , которая подается в нагрузку: см. (5); фиг. 3.

С точки зрения промышленной применимости изобретения, генератор с выходной мощностью, составляющей микроватты, максимум - милливатты, малопригоден.

В известных способах генерации импульсов индуктивными генераторами, для увеличения энергии импульса, как уже говорилось, повышают напряжение U_{Π} первичного источника, так как очевидно, что если уменьшать t , то надо и уменьшать индуктивность L , но тогда будет уменьшаться и энергия W_L .

В предлагаемом способе, для увеличения выхода энергии индуктивный накопитель можно выполнить в виде системы (набора) индуктивных цепей (в частности, в виде набора катушек индуктивности), выполненных с одинаковыми индуктивностями L и одинаковыми активными сопротивлениями R , соединенными параллельно одноименной полярностью, при этом взаимоиндукцию между ними устраняют, например, электромагнитными экранами.

При параллельном соединении таких индуктивностей L суммарная индуктивность L_S и суммарное активное сопротивление R_S будут равны

$$L_S = \frac{L}{K}, \quad (7)$$

$$R_S = \frac{R}{K}, \quad (8)$$

где K - количество индуктивностей.

Если подставить L_S и R_S в соотношение (3),

$t \leq \frac{L_S}{2R_S n} = \frac{L}{2Rn}$, то видно, что оно не изменилось, а это значит, что величина коэффициента n в соотношении (1) и (2) не зависит от количества K индуктивных цепей, выполненных по предлагаемому способу.

Если подставить значение суммарной индуктивности L_S и значение суммарного активного сопротивления R_S в соотношение для энергии (5), накопленной в индуктивном накопителе в течение времени t , и получаем

$$\text{следующий результат } W_L = \frac{LU_{\Pi}^2}{2R^2} K \left(1 - \frac{1}{e^{L/R}} \right)^2, \quad (9)$$

который показывает, что индуктивный накопитель 2, выполненный в виде указанного набора из K индуктивностей L , в течение времени накачки t накапливает энергию в K раз больше чем с одной индуктивностью L .

Для удобства расчетов в формуле (9) заменим время t его выражением из формулы

$$(2): t = \frac{L}{2Rn},$$

$$W_L = \frac{LU_{\Pi}^2 K}{2R^2} \left(1 - \frac{1}{e^{1/2n}} \right)^2. \quad (10)$$

Аналогичной подстановкой R_S и L_S в соотношение (6) находим энергию, затраченную первичным источником в течение времени накачки t

$$W_R = \frac{U_H^2 t K}{R} \left(1 - \frac{1}{e^{1/2n}}\right)^2. \quad (11)$$

Из (10) находим необходимое количество K индуктивностей в накопителе

$$K = \frac{2W_L R^2}{L U_H^2 \left(1 - \frac{1}{e^{1/2n}}\right)^2}. \quad (12)$$

В качестве числового примера, определим необходимое количество K индуктивностей в составе индуктивного накопителя 2 по известным данным.

Дано: индуктивность одной катушки $L=0,2$ Гн; ее активное сопротивление $R=0,1$ Ом; зададим коэффициент $n=100$; напряжение первичного источника $U_H=200$ В; величина энергии индуктивного накопителя в импульсе $W_L=100$ Дж. Подставляем эти данные в формулу (12) и получаем ответ:

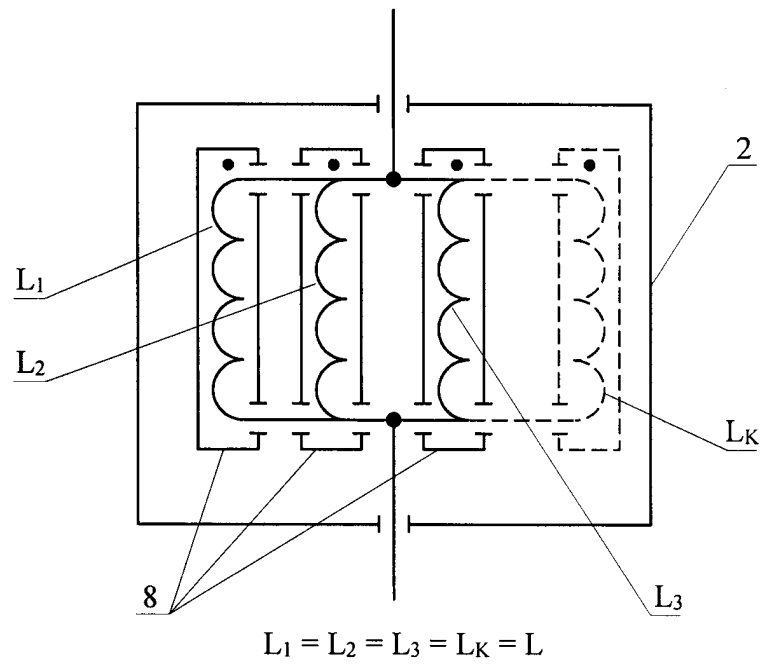
$$K = \frac{2 \cdot 100 \cdot 0,1^2}{0,2 \cdot 200^2 \left(1 - \frac{1}{e^{1/2 \cdot 100}}\right)^2} = 10.$$

При этом длительность времени накачки, из соотношения (3), составляет

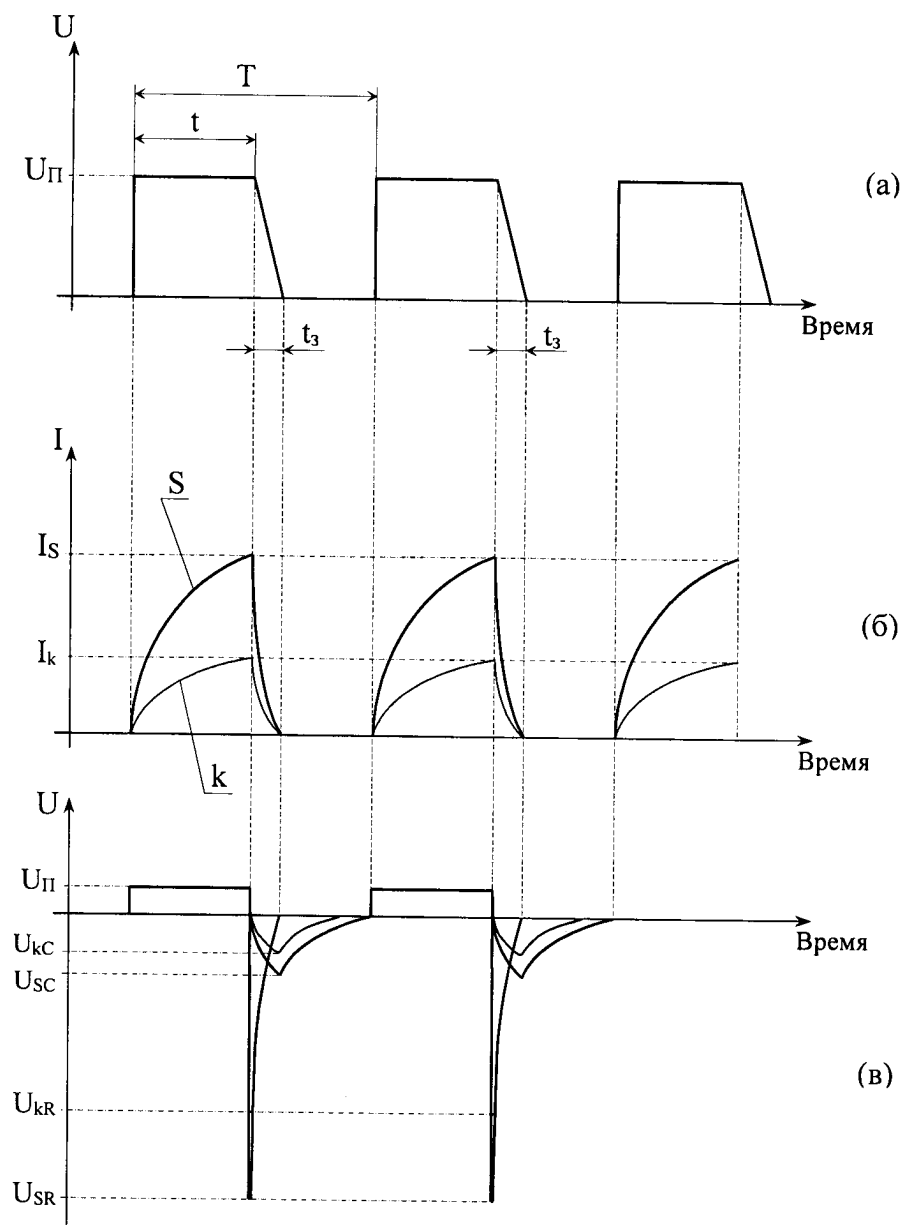
$$t = \frac{0,2}{2 \cdot 0,1 \cdot 100} = 0,01 \text{ сек.}$$

Формула изобретения

Способ генерации энергии в индуктивном накопителе энергии и ее вывода в нагрузку, согласно которому через последовательно включенные индуктивный накопитель энергии, первичный источник питания и коммутатор электрической цепи пропускают ток накачки индуктивного накопителя энергии и после достижения током накачки заданного значения размыкают общую цепь коммутатором, а энергию импульса экстратока размыкания выводят в нагрузку, отличающийся тем, что для увеличения отношения энергии импульса экстратока размыкания к энергии тока накачки первичным источником питания выполняют электрическую цепь, содержащую активное сопротивление и индуктивность накопителя с такими значениями номиналов, при которых длительность импульса тока накачки меньше постоянной времени индуктивного накопителя на заданную величину.



Фиг.2



Фиг.3