



(19) RU⁽¹¹⁾ 2 073 303⁽¹³⁾ C1
(51) МПК⁶ H 02 M 7/537, 3/337

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 93042883/07, 30.08.1993

(46) Дата публикации: 10.02.1997

(56) Ссылки: 1. Авторское свидетельство СССР N 1394358, кл. H 02 M 3/335, 1988. 2. Авторское свидетельство N 1568183, кл. H 02 M 7/537, 1988.

(71) Заявитель:

Горянский Игорь Семенович

(72) Изобретатель: Горянский Игорь Семенович

(73) Патентообладатель:

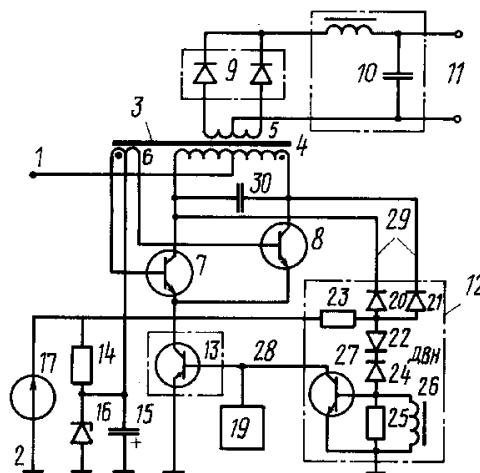
Горянский Игорь Семенович

(54) ДВУХТАКТНЫЙ РЕГУЛИРУЕМЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ В ПОСТОЯННОЕ

(57) Реферат:

Использование: изобретение относится к электротехнике. Сущность изобретения: преобразователь постоянного напряжения в постоянное содержит два вывода для подключения входного напряжения: первый и второй общий, трехобмоточный трансформатор, первичная обмотка которого имеет средний вывод, соединенный с первым выводом для подключения входного напряжения, а ее крайние выводы соединены с коллекторами двух имеющихся силовых транзисторов, эмиттеры которых соединены в общую точку, выходной выпрямитель и фильтр, через которые вторичная обмотка трансформатора соединена с выводами для подключения нагрузки, датчик высокого напряжения, транзисторный ключ, резистор цепи запуска силовых транзисторов, конденсатор и источник смещения, при этом третья обмотка трансформатора выполнена со средним выводом, соединенным через конденсатор с общим выводом, а ее крайние выводы соединены с базами соответствующих силовых транзисторов, к общему выводу также подключены отрицательный вывод источника смещения и через транзисторный ключ эмиттеры силовых транзисторов резистор цепи запуска силовых транзисторов подключен между положительным выводом источника смещения и общей точкой соединения конденсатора и среднего вывода третьей обмотки трансформатора, датчик высокого напряжения двумя своими входами подключен к выводам одной из обмоток силового трансформатора, а выходом - к управляющему электроду транзисторного ключа. В предложенном устройстве силовые транзисторы включены по схеме с общей базой и их коммутация посредством размыкания эмиттера расширяет область безопасной работы транзисторов в 1,5-2 раза,

чем значительно повышается надежность в момент переключения. Кроме того, в отличие от прототипа выключение транзисторов в предложенном устройстве производится в момент выхода их из насыщения, когда заряд избыточных носителей в коллекторной области транзисторов отсутствует, чем обеспечивается практически полное исключение динамических потерь. Кроме того, за счет автоматического симметрирования режима перемагничивания силового трансформатора в устройстве не требуется принятия дополнительных мер по исключению подмагничивания силового трансформатора. Кроме того, управление преобразователем осуществляется постоянным сигналом, что наряду с отсутствием элементов, чувствительных к наводкам и помехам, обеспечивает высокую помехозащищенность устройства при его предельной схмотехнической простоте. 4 з.п.ф-лы, 2 ил.



Фиг.1



RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 073 303** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) Int. Cl.⁶ **H 02 M 7/537, 3/337**

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 93042883/07, 30.08.1993

(46) Date of publication: 10.02.1997

(71) Applicant:
Gorjanskij Igor' Semenovich

(72) Inventor: Gorjanskij Igor' Semenovich

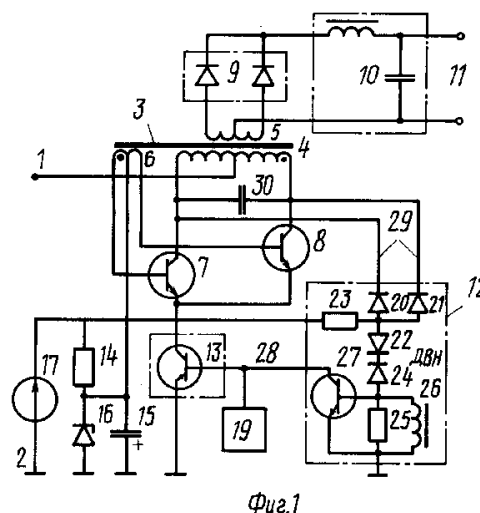
(73) Proprietor:
Gorjanskij Igor' Semenovich

(54) CONTROLLABLE TWO-STROKE DC-TO-DC CONVERTER

(57) Abstract:

FIELD: electrical engineering. SUBSTANCE: DC converter has two leads for input voltage: first and second-common, three-winding transformer, output rectifier and filter, high voltage transducer, transistor switch, resistor for triggering power transistors, capacitor and source of bias. Center tap of the transformer primary is connected with the first input voltage lead and its ends are connected with collectors of two power transistors the emitters of which are joined in one point. The secondary of the transformer is connected with load terminals through the output rectifier and the filter. The third winding of the transformer is center tapped and this tap is connected with common output, while its ends are connected with bases of respective power transistors. Connected to the common output are also output of the bias source and emitters of the power transistors, the last through the transistor switch. The power transistor triggering circuit resistor is cut in between the positive output of the bias source and common point of connection of the capacitor and the center lead of the third winding of the transformer. Two inputs of the high voltage transducer are connected to the leads of one of the windings of the power transformer, while its output to control electrode of the transistor switch. Power transistors of the proposed device are connected in common-base circuit and their commutation through braking off the emitter contributes to 1.5 to 2 times enlargement of

the region of safe operation of the transistors thus making the moment of switching more reliable. The power transistors close at the moment, when they recover from saturation and collector area of the transistors is free of extra carriers charge. The converter is controlled by constant signal and is free of noise sensitive elements. EFFECT: practically excluded dynamic losses, no need in additional measures to exclude biasing of power transformer due to automatic reversal of power transformer magnetization, high noise protection, simple circuit engineering. 2 dwg, 5 cl



Изобретение относится к электротехнике, а именно к источникам вторичного электропитания.

Известен одноконтный преобразователь постоянного напряжения [1] в котором силовой биполярный транзистор включен по схеме с общей базой, а в цепь эмиттера введен транзисторный ключ, служащий также регулятором тока. Размыкание эмиттера производится по сигналу датчика высокого напряжения в момент выхода силового транзистора из насыщения. Указанный режим управления характеризуется предельно низкими коммутационными потерями, простотой схемотехнической реализации и высокой надежностью.

Недостатком одноконтного преобразователя напряжения является ограниченная мощность нагрузки. Двухконтные схемы, реализующие указанный принцип управления, автору не известны.

Наиболее близким по технической сущности к изобретению является преобразователь постоянного напряжения в постоянное [2] содержащий два вывода: первый и второй общий для подключения входного напряжения, трехобмоточный трансформатор, первичная обмотка которого имеет средний вывод, соединенный с первым выводом для подключения входного напряжения, а ее крайние выводы соединены с коллекторами первого и второго силовых транзисторов, эмиттеры которых подключены к общему выводу, выходной выпрямитель и фильтр, через которые вторичная обмотка трансформатора соединена с выводами для подключения нагрузки, девять диодов, первый и второй из которых подключены встречно-параллельно силовым транзисторам, пять резисторов, три коммутирующих транзистора, базы первого и второго из которых через первый и второй резисторы соединены с эмиттером третьего коммутирующего транзистора, а их выходы шунтируют входы соответствующих силовых транзисторов, выводы третьей обмотки силового трансформатора через третий и четвертый резисторы, шунтированные соответственно третьим и четвертым диодами, соединены с базами силовых транзисторов, пятый и шестой диоды включены соответственно между общим выводом и выводами третьей обмотки трансформатора, к этим же выводам анодами подключены седьмой и восьмой диоды, катоды которых соединены и через девятый диод соединены с коллектором третьего коммутирующего транзистора, девятый резистор подключен к базе первого силового транзистора.

Основным недостатком известного устройства являются низкая надежность силовых транзисторов, катоды которых соединены и через девятый диод соединены с коллектором третьего коммутирующего транзистора, девятый резистор подключен к базе первого силового транзистора.

Основным недостатком известного устройства являются низкая надежность силовых транзисторов, включенных по схеме с общим эмиттером, и значительные коммутационные потери. Причиной этого является выключение силовых транзисторов из насыщенного состояния, характеризуемого наличием значительного заряда избыточных

носителей в коллекторной области силового транзистора. Существенным недостатком известного решения является также необходимость применения дополнительных мер по исключению подмагничивания силового трансформатора - главной проблемы двухконтных преобразователей.

Целью изобретения является упрощение устройства, повышение его помехозащищенности, надежности и КПД.

Поставленная цель достигается тем, что в устройство, содержащее два вывода для подключения входного напряжения: первый и второй общий, трехобмоточный трансформатор, первичная обмотка которого имеет средний вывод, соединенный с первым выводом для подключения входного напряжения, а ее крайние выводы соединены с коллекторами двух имеющихся силовых транзисторов, эмиттеры которых соединены в общую точку, выходной выпрямитель и фильтр, через которые вторичная обмотка трансформатора соединена с выводами для подключения нагрузки, датчик высокого напряжения, транзисторный ключ, резистор цепи запуска силовых транзисторов, введены конденсатор и источник смещения, при этом третья обмотка трансформатора выполнена со средним выводом, соединенным через конденсатор с общим выводом, а ее крайние выводы соединены с базами соответствующих силовых транзисторов, к общему выводу также подключены отрицательный вывод источника смещения и через транзисторный ключ эмиттеры силовых транзисторов, резистор цепи запуска силовых транзисторов подключен между положительным выводом источника смещения и общей точкой соединения конденсатора и среднего вывода третьей обмотки трансформатора, датчик высокого напряжения двумя своими входами подключен к выводам одной из обмоток силового трансформатора, а выходом к управляющему электроду транзисторного ключа.

При этом возможны два способа управления преобразователем напряжения. Первый, когда управление осуществляется путем регулирования коммутируемого тока ключа, для чего в устройство введены стабилизатор, включенный параллельно конденсатору, и блок регулирования отпирающего сигнала, подключенный к управляющему электроду транзисторного ключа. Второй способ заключается в регулировании среднего базового тока силовых транзисторов, для чего в устройство введен параллельно конденсатору регулирующий элемент, например транзистор.

Кроме того, датчик высокого напряжения своими входами подключен к крайним выводам первичной обмотки силового трансформатора и содержит три диода, соединенные анодами, два резистора, стабилизатор, дроссель и биполярный транзистор, между базой и эмиттером которого подключены в параллель первый резистор и дроссель, второй резистор включен между положительным выводом источника смещения и анодами диодов, катоды двух диодов являются входами датчика высокого напряжения, а катод третьего диода соединен через стабилизатор с

базой транзистора, эмиттер которого подключен к общему выводу, а коллектор является выходным выводом датчика высокого напряжения.

В отличие от прототипа в предложенном устройстве силовые транзисторы включены по схеме с общей базой и их коммутация посредством размыкания эмиттера расширяет область безопасной работы транзисторов в 1,5-2 раза, чем значительно повышается надежность в момент переключения. Кроме того, в отличие от прототипа выключение силовых транзисторов в предложенном устройстве производится в момент выхода их из насыщения, когда заряд избыточных носителей в коллекторной области транзисторов отсутствует, чем обеспечивается практически полное исключение динамических потерь. Кроме того, за счет автоматического симметрирования режима перемагничивания силового трансформатора в предложенном устройстве в отличие от прототипа не требуется принятия дополнительных мер по исключению подмагничивания силового трансформатора. Кроме того, управление преобразователем осуществляется постоянным, а не импульсным как у прототипа сигналом, что наряду с отсутствием элементов, чувствительных к наводкам и помехам, обеспечивает высокую помехозащищенность предложенного устройства. Кроме того, схема предложенного устройства оказывается существенно проще чем у прототипа.

Таким образом, перечисленные признаки заявляемого объекта являются существенными, поскольку каждый из них необходим, а их совокупность достаточна для достижения поставленной цели упрощения устройства, повышения его надежности, помехозащищенности и КПД.

На фиг. 1 и 2 приведены варианты схем предложенного устройства.

Оно содержит входные выводы 1 и 2, причем вывод 2 является общим, силовой трансформатор 3 с первичной 4, вторичной 5 и третьей обмоткой 6, силовые транзисторы 7 и 8, выходной выпрямитель 9, выходной фильтр 10, выводы для подключения нагрузки 11, датчик высокого напряжения (ДВН) 12, транзисторный ключ 13, резистор цепи запуска 14, конденсатор 15, стабилитрон 16, источник смещения 17, регулирующий элемент 18, блок регулирования отпирающего сигнала 19, управляющий электрод 28 транзисторного ключа 13, входные выводы 29 ДВН. Средний вывод обмотки 4 соединен с выводом 1, а крайние ее выводы с коллекторами силовых транзисторов 7 и 8 и входными выводами 29 ДВН. Обмотка 5 через выпрямитель 9 и фильтр 10 соединена с выходными выводами 11. Общая точка соединения эмиттеров транзисторов 7 и 8 через транзисторный ключ 13 подключена к общему выводу 2, к которому также подключен через конденсатор 15 средний вывод обмотки 6, крайние выводы которой подключены соответственно к базам силовых транзисторов 7 и 8. Резистор цепи запуска 14 включен между общей точкой соединения среднего вывода обмотки 6 с конденсатором 15 и положительным выводом источника смещения 17, отрицательный вывод которого подключен к общему выводу 2.

ДВН 12 содержит три диода 20, 22,

соединенные анодами, резисторы 23 и 25, стабилитрон 24, дроссель 26, транзистор 27. Катоды диодов 20 и 21 соединены с входными выводами ДВН 19, а аноды через резистор 23 с положительным выводом источника смещения 17. Между базой и эмиттером транзистора 27 подключены в параллель резистор 25 и дроссель 26. Катод диода 22 через стабилитрон 24 подключен к базе транзистора 27, эмиттер которого подключен к общему выводу 2, а коллектор к управляющему электроду 28 ключа 13.

Возможны два способа управления преобразователем, отличающиеся расположением в схеме регулирующего элемента.

При первом способе управления параллельно конденсатору 15 подключен стабилитрон 16, а к управляющему электроду 28 транзисторного ключа 13 подключен выход блока регулирования отпирающего сигнала.

При подаче напряжения на входные выводы преобразователя силовые транзисторы 7 и 8 заперты, также заперты диоды 20 и 21 ДВН, ток от источника смещения 17, протекающий через резистор 14 цепи запуска, начинает заряжать конденсатор 15, в результате чего потенциал на базах силовых транзисторов 7 и 8 также повышается. Одновременно ток от источника смещения 17, протекающий через резистор 23, диод 22 и стабилитрон 24 в базу транзистора 27, отпирает его, шунтируя базу транзисторного ключа 13, удерживая его в запертом состоянии. Под действием положительного потенциала на базе транзистора 27 происходит увеличение тока дросселя 26 до момента, пока весь ток от источника смещения, протекающий через резистор 23, диод 22 и стабилитрон 24, не замкнется в цепь дросселя 26, и транзистор 27 не закроется. После запираания транзистора 27 транзисторный ключ 13 отпирается и энергия, накопленная к этому времени в конденсаторе 15, вызывает регенеративное отпирание (за счет положительной обратной связи с обмотки 6) одного из силовых транзисторов 7 или 8, и преобразователь запускается. После отпирания одного из силовых транзисторов потенциал его коллектора падает ниже порогового напряжения стабилитрона 24, и ток резистора 23 переключается в цепь одного из открывшихся диодов 20, 21. Ток дросселя 26, протекая до полного его вывода в прежнем направлении, вызывает форсированное запираание транзистора 27. Предположим транзистор 7 открыт, при этом под действием положительного потенциала на его базе от обмотки 6 в его эмиттерной цепи протекает постоянный ток, определяемый сопротивлением транзисторного ключа 13, а его ток базы замыкается через диод 16. При постоянной величине отпирающего сигнала на выходе блока 19 ток эмиттера постоянен, а коллекторный ток транзистора 7 возрастает за счет тока намагничивания силового трансформатора до тех пор, пока транзистор не выйдет из насыщения и потенциал его коллектора не достигнет порогового уровня стабилитрона 24. После этого диод 21 запирается и ток резистора 23 переключается в цепь базы транзистора 27, что вызывает его отпирание и приводит к запираанию

транзисторного ключа 13, размыкающего цепь эмиттера силовых транзисторов на период длительности фронта коллекторного напряжения. Незначительный заряд избыточных носителей через базу, обмотку 6 и конденсатор 15 выводится из силового транзистора. Под действием индуктивности рассеяния силового трансформатора происходит переполюсовка напряжения на обмотках силового трансформатора. По достижении потенциалом коллектора силового транзистора 8 порогового уровня стабилитрона 24 отпирается диод 20, а транзистор 27 запирается, снимая блокировку отпирающего транзисторного ключа 13. Далее процессы повторяются. Регулированием отпирающего сигнала на выходе блока 19 осуществляется изменение тока коллектора силовых транзисторов, а следовательно, и тока нагрузки преобразователя. Диод 22 служит для исключения протекания инверсного тока через цепи ДВН. Стабилитрон 16 служит, во-первых, для ограничения напряжения заряда конденсатора 15 при первом включении, а, во-вторых, выполняет функцию защиты элементов преобразователя в режимах аварийного пробоя силовых транзисторов.

Параллельно первичной обмотке силового трансформатора может быть подключен конденсатор 30, который осуществляет затягивание фронта напряжения силовых транзисторов относительно спада тока, чем обеспечивается уменьшение как коммутационных потерь, так и излучаемых помех. Однако, поскольку в предложенном устройстве интервал коммутации высоковольтных силовых транзисторов предельно мал и составляет всего 100 200 нс, емкость конденсатора 30 также весьма мала и в большинстве случаев ее роль с успехом выполняет собственная емкость первичной обмотки.

Если входное напряжение преобразователя изменяется в пределах от $E_{\min}$ до $E_{\max}$, то число витков базовых полуобмоток 6 следует выбирать из условия $W_6 = W_4 \cdot \Delta U_{\Sigma} / E_{\min}$,

где W_4 число витков первичной полуобмотки 4,

$\Delta U_{\Sigma} \cong 1,8 \text{ В}$ сумма падений напряжения

на БЭ-переходе силового транзистора $\cong 0,8 \text{ В}$ на КЭ-переходе транзисторного ключа 13 $\cong 0,2 \text{ В}$ и на диоде 16 $\cong 0,8 \text{ В}$.

При этом потери мощности в транзисторном ключе 13 при $E_{\max}$ и коммутируемом токе $P_H / E_{\max}$ окажутся приблизительно равны

$$\Delta P \cong P_H / E_{\max} \cdot (E_{\max} \cdot W_6 / W_4 - 1,6 \text{ В}) =$$

$P_H \cdot (1,8 / E_{\min} - 1,6 / E_{\max})$. Так, например, при $P_H = 500 \text{ Вт}$, $E_{\min} = 240 \text{ В}$ и $E_{\max} = 340 \text{ В}$ получаем $\Delta P = 1,4 \text{ Вт}$.

Если коэффициент передачи по току силовых транзисторов равен β , то потери мощности в транзисторном ключе 13 можно уменьшить почти в β раз при втором способе управления преобразователем, когда транзисторный ключ 13 насыщен, а взамен стабилитрона 16 включен регулирующий элемент, например биполярный транзистор, регулирующий средний базовый ток силовых

транзисторов.

В практической схеме КПД сетевого преобразователя, выполненного по схеме фиг. 1, оказался выше на 10% а по схеме фиг.2 на 12% выше по сравнению с прототипом.

Таким образом, предложенные включения приводят к заявленной цели: упрощение устройства, повышение его КПД, надежности и помехозащищенности.

Формула изобретения:

1. Двухтактный регулируемый преобразователь постоянного напряжения в постоянное, содержащий два вывода для подключения входного напряжения первый и второй общий, трехобмоточный трансформатор, первичная обмотка которого имеет средний вывод, соединенный с первым выводом для подключения входного напряжения, а ее крайние выводы соединены с коллекторами двух имеющихся силовых транзисторов, эмиттеры которых соединены в общую точку, выходной выпрямитель и фильтр, через которые вторичная обмотка трансформатора соединена с выводами для подключения нагрузки, датчик высокого напряжения, транзисторный ключ, резистор цепи запуска силовых транзисторов, отличающийся тем, что введены конденсатор и источник смещения, при этом третья обмотка трансформатора выполнена со средним выводом, соединенным через конденсатор с общим выводом, а ее крайние выводы соединены с базами соответствующих силовых транзисторов, к общему выводу также подключены отрицательный вывод источника смещения и, через транзисторный ключ, эмиттеры силовых транзисторов, резистор цепи запуска силовых транзисторов подключен между положительным выводом источника смещения и общей точкой соединения конденсатора и среднего вывода третьей обмотки трансформатора, датчик высокого напряжения двумя своими входами подключен к выводам одной из обмоток силового трансформатора, а выходом к управляющему электроду транзисторного ключа.

2. Преобразователь по п.1, отличающийся тем, что введен стабилизатор, включенный параллельно конденсатору, и блок регулирования отпирающего сигнала, подключенный к управляющему электроду транзисторного ключа.

3. Преобразователь по п.1, отличающийся тем, что параллельно конденсатору включен регулирующий элемент.

4. Преобразователь по п.3, отличающийся тем, что регулирующий элемент выполнен в виде транзистора.

5. Преобразователь по пп.2 или 3, отличающийся тем, что датчик высокого напряжения своими входами подключен к крайним выводам первичной обмотки силового трансформатора, и содержит три диода, соединенные анодами, два резистора, стабилитрон и биполярный транзистор, между базой и эмиттером которого включены в параллель первый резистор и дроссель, второй резистор включен между выходом источника смещения и анодами диодов, катоды двух диодов соединены с входами датчика высокого напряжения, а катод третьего диода соединен через стабилитрон с

базой транзистора, эмиттер которого
подключен к общему выводу, а коллектор к

выходному выводу датчика высокого
напряжения.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

RU 2073303 C1

RU 2073303 C1

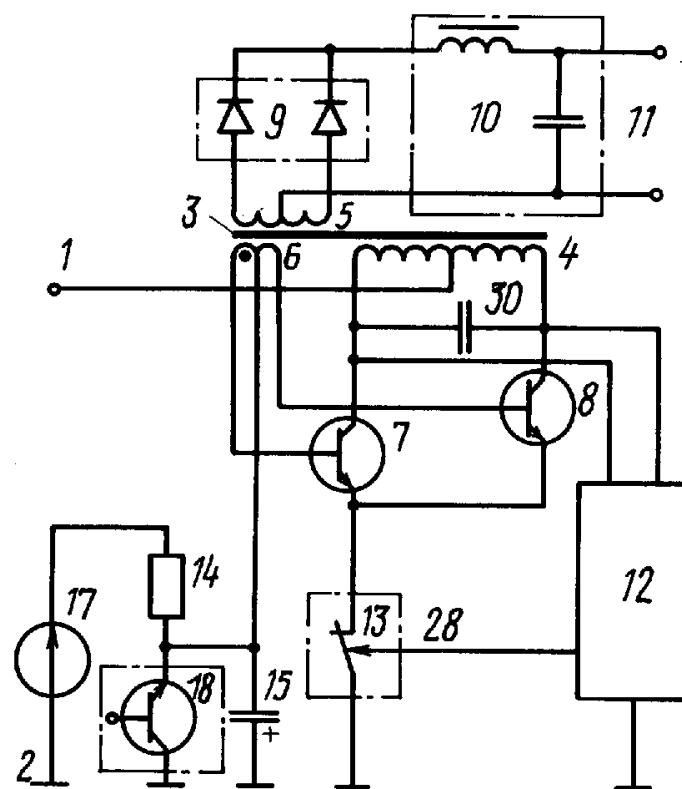


Fig. 2