



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1737665 A1

(51)5 Н 02 М 3/335

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

1714992

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4834889/07

(22) 04.06.90

(46) 30.05.92. Бюл. № 20

(71) Нижегородский научно-исследовательский институт радиосвязи

(72) С.Ю.Панфилов, И.В.Полетаев и М.Г.Тылес

(53) 621.314.57 (088.8)

(56) Электроника, 1977, № 7, с. 56-57, рис. 3.

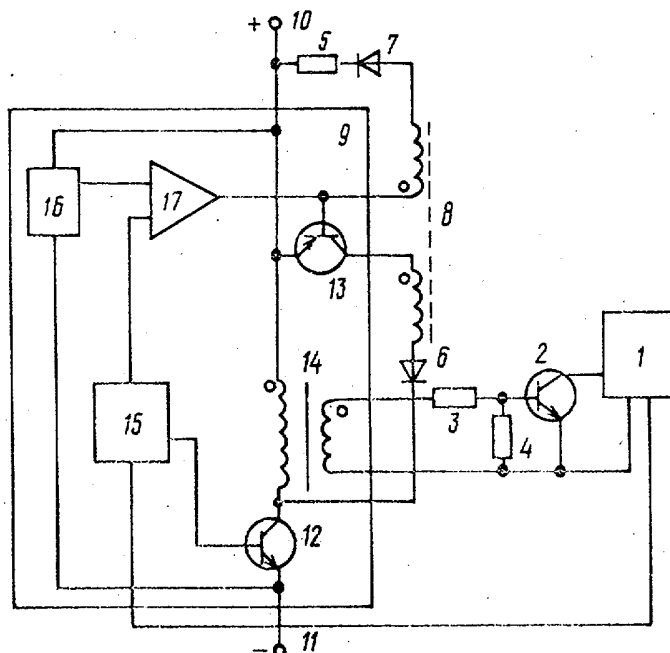
Авторское свидетельство СССР

№ 1422388, кл. Н 03 К 17/60, 1988.

(54) СТАБИЛИЗИРОВАННЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ

(57) Использование: вторичные источники питания радиоэлектронной аппаратуры.

Сущность изобретения: устройство содержит силовую часть 1, ключевой транзистор 2, резисторы 3 и 4, диоды 6 и 7, дроссель-трансформатор 8, блок 9 управления, содержащий транзистор 12, дополнительный транзистор 13, трансформатор 14, широтно-импульсный модулятор 15, делитель 16 напряжения и пороговый элемент 17. За счет исключения база-коллекторной связи и формирования выключающего импульса тока ключевого транзистора заданной длительности через первичную обмотку трансформатора блока управления обеспечивается повышение КПД и надежности преобразователя при общем упрощении его схемы. 2 ил.



Фиг. 1

(19) SU (11) 1737665 A1

Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано при создании вторичных источников питания радиоэлектронной аппаратуры.

Известен электронный транзисторный ключ, содержащий ключевой транзистор, три диода, три резистора и блок управления, включающий в себя транзистор, трансформатор с тремя обмотками, резистор и диод.

Недостатком данного устройства является значительная задержка выключения ключевого транзистора вследствие протекания паразитного отпирающего тока в базовой цепи из-за наличия барьерной емкости фиксирующего диода D3. Из-за протекания этого тока увеличивается время спада ключевого транзистора Q1, увеличиваются динамические потери и, следовательно, снижаются КПД и надежность электронного транзисторного ключа. Кроме того, это устройство характеризуется низкими частотными свойствами (или быстродействием). Это объясняется тем, что ключевой транзистор Q1 имеет большие времена выключения из-за пассивного его выключения.

Наиболее близким к предлагаемому является электронный транзисторный ключ, содержащий блок управления с трансформаторным выходом, ключевой транзистор, токозадающий резистор, первый диод, фиксирующий диод, обратный диод, накопительный дроссель-трансформатор и два резистора, причем анод обратного диода подключен к базе ключевого транзистора, первый вывод токозадающего резистора соединен с первым выходом блока управления, а второй вывод – с анодом фиксирующего диода, коллектор ключевого транзистора через нагрузку соединен с первой шиной питания, а эмиттер – с второй шиной питания и вторым выходом блока управления, первичная обмотка накопительного дросселя-трансформатора включена между катодом фиксирующего диода и коллектором ключевого транзистора, а его вторичная обмотка подключена к база-эмиттерному переходу ключевого транзистора через последовательно соединенные первый диод и первый резистор, второй резистор включен между анодом фиксирующего диода и базой ключевого транзистора, катод обратного диода соединен с первым выходом блока управления.

Недостатками указанного ключа являются невысокие удельные массогабаритные показатели вследствие использования большого числа элементов, а также наличие дросселя-трансформатора, имеющего большие габариты для обеспечения надежной

гальванической развязки высоковольтной коллекторной и низковольтной базовой цепей ключевого транзистора 7, особенно при построении ключевых преобразователей напряжения промышленных сетей (220/380 В). Кроме того, этот электронный транзисторный ключ имеет низкий КПД из-за наличия токоограничительных цепей запаса энергии, а также характеризуется невысокими частотами преобразования, особенно при высоком напряжении на шинах питания, ограничиваемыми частотными свойствами фиксирующего диода.

Целью изобретения является повышение КПД и надежности.

На фиг. 1 приведена схема стабилизированного преобразователя постоянного напряжения; на фиг. 2 – диаграммы напряжений и токов, поясняющие работу схемы.

Стабилизированный преобразователь постоянного напряжения содержит силовую часть 1, ключевой транзистор 2, первый 3, второй 4 и третий 5 резисторы, первый 6 и второй 7 диоды, дроссель-трансформатор 8 с двумя обмотками, блок 9 управления, снабженный первым 10 и вторым 11 питающими входами, содержащий транзистор 12 и дополнительный транзистор 13, трансформатор 14, широтно-импульсный модулятор (ШИМ) 15 с генератором пилообразного напряжения с крутым срезом, делитель 16 напряжения и пороговый элемент 17. Первый выход блока 9 управления соединен с началом вторичной обмотки трансформатора 14 блока управления и первым выводом резистора 3, второй выход – с концом вторичной обмотки трансформатора 14 блока 9 управления и первым выводом резистора 4, эмиттером ключевого транзистора 2 и одним из входов силовой части 1, другой вход которого соединен с коллектором ключевого транзистора 2, а выход – с управляющим входом блока 9 управления, третий выход блока управления соединен с базой дополнительного транзистора 13, выходом порогового элемента 17 блока 9 управления и началом вторичной обмотки дросселя-трансформатора 8. Четвертый выход блока 9 управления соединен с коллектором дополнительного транзистора 13 блока управления и началом первичной обмотки дросселя-трансформатора 8, пятый выход блока 9 управления соединен с концом первичной обмотки трансформатора 14, коллектором транзистора 12 блока 9 управления и катодом диода 6, анод которого соединен с концом первичной обмотки дросселя-трансформатора 8. Вторые выводы резисторов 3 и 4 соединены с базой ключевого транзистора 2, конец вторичной обмотки дросселя-

трансформатора соединен с анодом диода 7, катод которого через резистор 5 соединен с первым питающим входом 10 блока 9 управления, с которым соединены начало первичной обмотки трансформатора 14, эмиттер дополнительного транзистора 13 и одним из входов делителя 16 напряжения, другой вход которого соединен с вторым питающим входом блока 11 управления, с которым соединен эмиттер транзистора 12. Вход ШИМ 15 соединен с управляющим входом блока 9 управления, первый выход – с базой транзистора 12, а второй выход – с первым входом порогового элемента 17, второй вход которого соединен с выходом делителя 16 напряжения.

На фиг. 2 позициями обозначены: напряжение 18 на первом выходе широтно-импульсного модулятора 15; напряжения 19 на первом и втором входах порогового элемента 17; напряжение 20 на выходе порогового элемента 17; напряжение 21 на переходе коллектор – эмиттер транзистора 12; ток 22 через первичную обмотку дросселя-трансформатора 8; ток 23 намагничивания (холостого тока) сердечника трансформатора 14, приведенный к первичной обмотке; ток 24 через вторичную обмотку дросселя-трансформатора 8; напряжение 25 на вторичной обмотке трансформатора 14; ток 26 через первичную обмотку трансформатора 14; ток 27 через вторичную обмотку трансформатора 14.

Сущность изобретения состоит в том, что за счет исключения база-коллекторной связи и формирования выключающего импульса тока ключевого транзистора заданной длительности через первичную обмотку трансформатора блока управления обеспечивается повышение КПД, надежности при общем упрощении схемы электронного транзисторного ключа стабилизированного преобразователя постоянного напряжения, расширение диапазона изменений питающих напряжений.

Стабилизированный преобразователь постоянного напряжения работает следующим образом.

ШИМ 15 с генератором пилообразного напряжения с крутым срезом блока 9 управления формирует управляющий сигнал для включения транзистора 12, длительность которого зависит от уровня выходного напряжения силовой части 1, например, t_0 – t_2 (см. эпюру 18 на фиг. 2). При этом на втором выходе ШИМ формируется пилообразное напряжение с крутым срезом, которое подается на первый вход порогового элемента 17. В соответствии с уровнем напряжения, формируемого с делителя 16 напряжения,

пороговый элемент 17 на выходе имеет низкий уровень напряжения в интервалы времени t_1 – t_2 .

В момент времени t_1 открывается транзистор 13. В интервалы времени t_0 – t_1 первичная обмотка трансформатора 14 блока 9 управления подключена к источнику вспомогательного напряжения – клеммы 10 и 11. При этом на вторичной обмотке трансформатора 14 наводится ЭДС и через база-эмиттерный переход ключевого транзистора протекает прямой ток, в основном, определяемый сопротивлением резистора 3. Транзистор 2 переходит в состояние высокой проводимости (открытое состояние). В интервал времени t_1 – t_2 включенного дополнительного транзистора 13 происходит накопление энергии в дросселе-трансформаторе 8 за счет тока, протекающего по цепи коллекторно-эмиттерный переход дополнительного транзистора 13 – первичная обмотка дросселя-трансформатора 8 – диод 6 – коллекторно-эмиттерный переход транзистора 12. К моменту времени t_2 ток в дросселе-трансформаторе 8 и ток намагничивания сердечника трансформатора достигают максимальных значений соответственно $I_{др\ макс}$ и $I_{\max}$.

В момент времени t_2 транзистор 12 закрывается и ток намагничивания трансформатора 14 начинает протекать по цепи вторичная обмотка трансформатора – параллельная цепь, образованная резистором 4 и база-эмиттерным переходом ключевого транзистора 2, – резистор 3.

Ток, накопленный в дросселе-трансформаторе 8, начинает протекать по вторичной обмотке, поддерживая включенным дополнительный транзистор 13, и по цепи диод 6 – первичная обмотка трансформатора 14 – эмиттерно-коллекторный переход дополнительного транзистора 13 – первичная обмотка дросселя-трансформатора 8, наводя при этом ток во вторичной обмотке трансформатора 14, который протекает по той же цепи и в том же направлении, что и $I_{\max}$. Токи в обмотках дросселя-трансформатора 8 распределяются в соответствии с их индуктивностями и сопротивлениями, образуемыми их цепями. Под действием этих токов формируется обратное напряжение необходимой величины для формирования выключения ключевого транзистора 2.

В момент времени t_3 ток дросселя-трансформатора 8 и в момент времени t_4 ток намагничивания $I_{\max}$ трансформатора 14 спадают до нуля, т.е. сердечники трансформатора 14 и дросселя-трансформатора 8 полностью размагничиваются. Дополнительный транзистор 13 включается в момент

времени t_4 . С момента времени T процессы повторяются аналогично описанным.

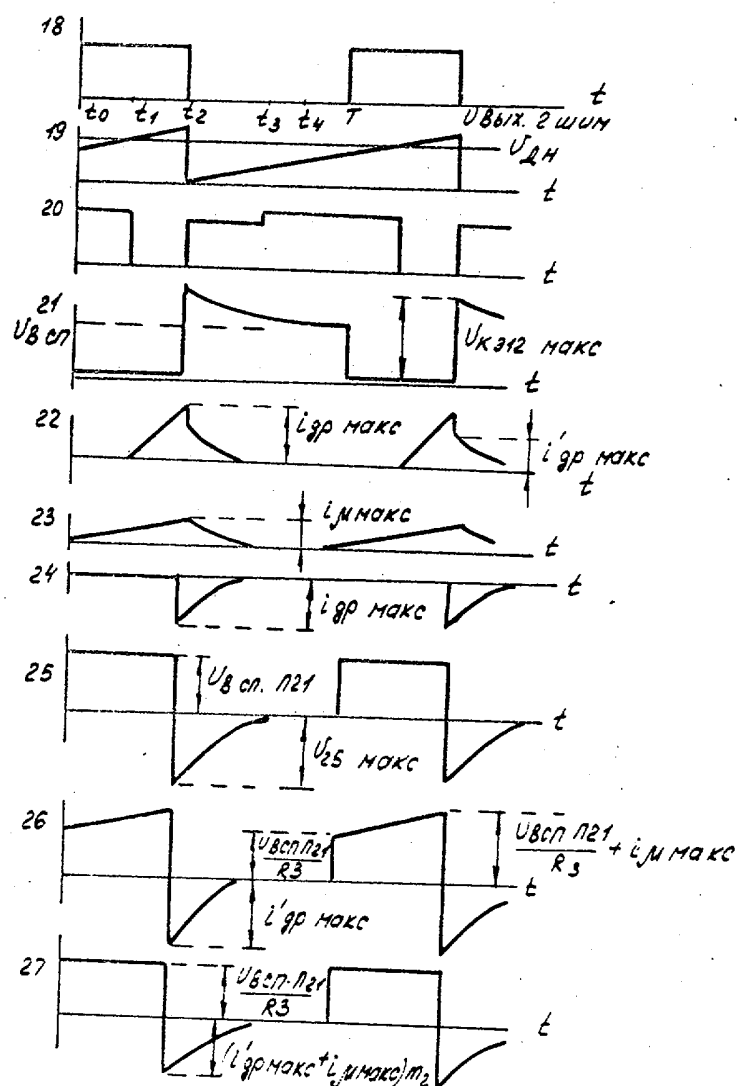
За счет исключения токоограничивающего резистора в цепях накопления энергии в дросселе-трансформаторе 8 и передачи энергии для включения ключевого транзистора 2 достигается повышение КПД. Кроме того, за счет шунтирования база-эмиттерного перехода ключевого транзистора 2 резистором 4 исключены перенапряжения на указанном переходе и на переходе коллектор-эмиттер транзистора 12 блока 9 управления. Организация цепей накопления энергии в дросселе-трансформаторе 8 от вспомогательного источника позволяет упростить схему электронного транзисторного ключа, уменьшить обратное напряжение на последовательно включенном с дросселем-трансформатором 8 диоде 6 до величины, близкой к нулю.

В схеме обеспечивается формирование почти одинаковых (так как $I_{\mu} \ll I_{др}$) включающих импульсов напряжения ключевого транзистора 2 в широком диапазоне изменений коэффициента заполнения управляющих импульсов за счет фиксированного по длительности подключения дросселя-трансформатора 8 к источнику вспомогательного напряжения. Это позволяет обеспечить одинаково эффективное выключение ключевого транзистора в широком диапазоне изменения питающего напряжения, не расходуя лишней энергии при больших коэффициентах заполнения управляющих импульсов для сформированного выключения ключевого транзистора 2.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Стабилизированный преобразователь постоянного напряжения, содержащий силовую часть, ключевой транзистор, первый, второй и третий резисторы, первый и второй диоды, дроссель-трансформатор с двумя обмотками и блок управления, снабженный первым и вторым питающими входами, включающий в себя транзистор и трансформатор, первичная обмотка которого соединена между первым входным выводом и коллектором транзистора блока управления, а вторичная обмотка выводами подключена к первому и второму выходам блока

управления, эмиттер транзистора соединен с вторым входным выводом блока управления, первый вывод первого резистора соединен с первым выходом блока управления, первый вывод второго резистора соединен с вторым выходом блока управления, эмиттера ключевого транзистора и одним из входов силовой части, другой вход которой соединен с коллектором ключевого транзистора, анод первого диода соединен с концом первичной обмотки дросселя-трансформатора, конец вторичной обмотки которого соединен с анодом второго диода, катод которого соединен с одним выводом третьего резистора, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью повышения КПД и надежности, в блок управления введены дополнительный транзистор, широтно-импульсный модулятор с генератором пилообразного напряжения с крутым срезом, делитель напряжения и пороговый элемент, кроме того, блок управления снабжен третьим, четвертым и пятым выходами, причем с третьим выходом блока управления соединены выход порогового элемента, база дополнительного транзистора блока управления и начало вторичной обмотки дросселя-трансформатора, с четвертым выходом блока управления соединены коллектор дополнительного транзистора блока управления и начало первичной обмотки дросселя-трансформатора, с пятым выходом блока управления соединены коллектор транзистора блока управления и катод первого диода, другой вывод третьего резистора соединен с первым питающим входом блока управления, вторые выводы первого и второго резисторов соединены с базой ключевого транзистора, причем в блоке управления первый выход широтно-импульсного модулятора соединен с базой транзистора, второй выход – с первым входом порогового элемента, а вход – с управляющим входом блока управления, к которому подключен выход силовой части, второй вход порогового элемента соединен с выходом делителя напряжения, входами соединенного с первым и вторым питающими входами блока управления, эмиттер дополнительного транзистора блока управления соединен с его первым питающим входным выводом.



Фиг. 2

45

50

Редактор Е.Копча

Составитель Л.Лукьянова
Техред М.Моргентал

Корректор С.Черни

Заказ 1903

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101