



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1640802 A1**

(51)5 H 02 M 7/538

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



1

2

(21) 4665735/07

(22) 23.03.89

(46) 07.04.91. Бюл. № 13

(71) Филиал Всесоюзного научно-исследовательского института энергетики по Сибири, Дальнему Востоку и Северу СССР

(72) В.П. Фоминых и А.А. Мазунов

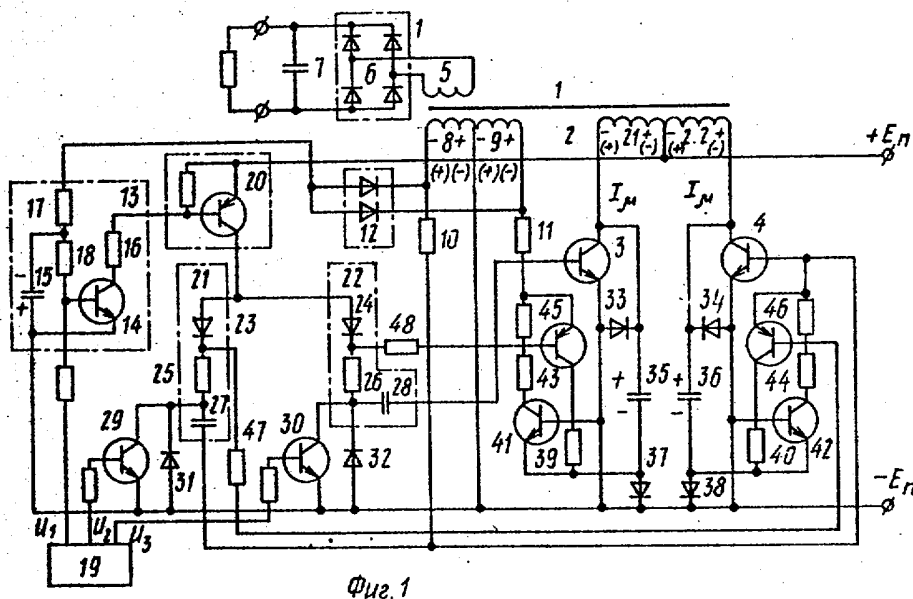
(53) 621.314.58 (088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР  
№ 1457131, кл. H 02 M 7/537, 1986.

(54) ТРАНЗИСТОРНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ

(57) Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано в источниках вторичного электропитания радиоэлектронной аппаратуры. Цель изобретения - повышение технологичности. Преобразователь

содержит выходной трансформатор 1, силовые транзисторы 3, 4, соединенные по схеме двухтактного инвертора с выходным выпрямителем 6 и емкостным сглаживающим фильтром 7, узел 13 запрета, усилитель 20, генератор 19 тактовых импульсов. Во время запуска, когда конденсатор 7 выходного сглаживающего фильтра разряжен, силовые транзисторы 3, 4 поочередно открываются током цепочек 21, 22 на время действия импульсов генератора 19. После запуска устройства конденсатор 15 заряжается и удерживает транзисторы 14, 20 в закрытом состоянии, а с помощью транзисторов 29, 30 осуществляется синхронизация преобразователя, при этом коммутация силовых транзисторов происходит по безопасной траектории. 2 ил.



(19) **SU** (11) **1640802 A1**

Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано в источниках вторичного электропитания радиоэлектронной аппаратуры.

Цель изобретения – повышение технологичности.

На фиг. 1 приведена схема транзисторного преобразователя постоянного напряжения; на фиг. 2 – временные диаграммы, поясняющие его работу.

Транзисторный преобразователь постоянного напряжения (фиг. 1) содержит выходной трансформатор 1, первичная обмотка 2 которого крайними выводами подсоединена к коллекторам силовых транзисторов 3 и 4, эмиттерами соединенных с минусовой клеммой источника питания  $E_n$ , а средняя точка первичной обмотки 2 подключена к плюсовой клемме источника питания. К вторичной обмотке 5 выходного трансформатора 1 подсоединен выпрямитель 6 с емкостным сглаживающим фильтром 7 (конденсатором). Базовые обмотки 8 и 9 выходного трансформатора 1 через ограничительные резисторы 10 и 11 подключены к базоэмиттерным переходам силовых транзисторов 3 и 4.

Дополнительный выпрямитель 12 включен между базовыми обмотками 8 и 9 и одним из входов элемента 13 запрета, включающего в себя транзистор 14, конденсатор 15, резисторы 16–18. Второй вход элемента 13 запрета подключен к выходу генератора 19 тактовых импульсов, а выход – к входу усилителя 20. Один силовой вывод усилителя 20 подсоединен к плюсовой клемме источника питания  $E_n$ , а к второму выводу подключены первые выводы последовательных RCD-цепочек 21 и 22, вторыми выводами соединенных с базовыми выводами силовых транзисторов 3 и 4 и состоящих из диодов 23 и 24, резисторов 25 и 26 и конденсаторов 27 и 28. Управляющие входы согласующих транзисторов 29 и 30, шунтированных встречными диодами 31 и 32, подключены к выходам генератора 19 тактовых импульсов, эмиттерные выводы – к минусовой клемме источника питания  $E_n$ , а коллекторы – к точкам соединения резисторов и конденсаторов цепочек 21 и 22.

Параллельно силовым транзисторам 3 и 4 подсоединены встречные диоды 33 и 34 и конденсаторы 35 и 36 через диоды 37 и 38. Параллельно диодам 37 и 38 включены резисторы 39 и 40 и базоэмиттерные переходы транзисторов 41 и 42, коллекторные выводы которых через резисторы 43 и 44 соединены с базовыми выводами транзисторов 45 и 46, шунтирующих базоэмиттерные переходы силовых транзисторов 3 и 4. Кроме того,

базовые выводы транзисторов 45 и 46 через резисторы 47 и 48 соединены с общими точками диодов 23 и 24 и резисторов 25 и 26 RCD-цепочек 21 и 22.

Преобразователь работает следующим образом.

Генератор 19 тактовых импульсов формирует однополярные импульсы  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$  (фиг. 2а, б, в), причем импульсы  $U_2$  и  $U_3$  сдвинуты относительно друг друга на 180 эл.град., а частота импульсов  $U_1$  в два раза выше частоты импульсов  $U_2$  и  $U_3$ .

В исходном состоянии, до момента времени  $t_1$  (фиг. 2) конденсаторы 7, 15, 27 и 28 разряжены (фиг. 2г, е, ж, з), конденсаторы 35 и 36 заряжены (фиг. 2л, м) до напряжения питания, транзисторы 3, 4, 14, 20, 29, 30, 41, 42, 45 и 46 закрыты.

В момент времени  $t_1$  с выхода генератора 19 тактовых импульсов поступают импульсы  $U_1$  и  $U_2$  на управляющие входы транзисторов 14 и 29. Транзистор 14 открывается, формируя отпирающий сигнал для усилителя 20, транзистор которого также открывается (фиг. 2д). На базу транзистора 3 в течение действия импульса  $U_2(t_1-t_2)$ , (фиг. 2б) через усилитель 20 и цепочку 22 подается положительное напряжение от источника питания, и транзистор 3 открывается (фиг. 2 и, л). В это время транзистор 4 остается закрытым (фиг. 2 к, м), так как его базоэмиттерный переход через конденсатор 27 шунтируется открытым транзистором 29. Транзисторы 45 и 46 остаются закрытыми, так как на их базы через резисторы 47 и 48 и диоды 23 и 24 подается запирающее напряжение от усилителя 20.

Напряжение питания  $E_n$  через открытый транзистор 3 прикладывается к секции 2.1 первичной обмотки 2 выходного трансформатора 1. Конденсатор 35 разряжается до нулевого значения напряжения через открытый транзистор 3, базоэмиттерный переход транзистора 41 и резистор 39 (фиг. 2л), а конденсатор 36 заряжается от обмотки 2 трансформатора 1 (фиг. 1, полярность без скобок) через открытый транзистор 3 и диод 38 до напряжения  $2E_n$  (фиг. 2м). Конденсаторы 7, 15 и 28 заряжаются следующими напряжениями: конденсатор 7 выходного сглаживающего фильтра – напряжением обмотки 5 через выпрямитель 6, конденсатор 15 – напряжением обмотки 8 и конденсатор 28 – базовым током транзистора 3 (фиг. 2 г, ж, з).

После исчезновения управляющих импульсов  $U_1$ ,  $U_2$  в момент времени  $t_2$  (фиг. 2а) транзисторы 14, 20 и 29 закрываются, и ток через цепочку 22 прекращается. Ток цепи положительной обратной связи, образован-

ной обмоткой 9 и резистором 11, недостаточен для поддержания в открытом состоянии силового транзистора 3 во время заряда конденсатора 7, и транзистор 3 в момент времени  $t_2$  также закрывается (фиг. 2 и, л).

В момент времени  $t_3$  с выхода генератора 19 поступают импульсы  $U_1$  и  $U_3$  (фиг. 2а, в), открывающие транзисторы 14, 20 и 30. На базу транзистора 4 в интервале времени  $t_3$ - $t_4$  через усилитель 20 и цепочку 21 подается положительное напряжение от источника питания, и транзистор 4 открывается (фиг. 2к, м). В это время к базозмиттерному переходу транзистора 3 через открытый транзистор 30 прикладывается запирающее напряжение конденсатора 28, и транзистор 3 остается закрытым (фиг. 2 и, л). Транзисторы 45 и 46 в интервале времени  $t_3$ - $t_4$  также остаются закрытыми, так как на их базы через резисторы 47 и 48 и диоды 23 и 24 подается запирающее напряжение от источника питания.

Напряжение питания  $E_n$  через открытый силовой транзистор 4 прикладывается к секции 2.2 первичной обмотки 2 трансформатора 1 (фиг. 2м), и конденсатор 7 выходного сглаживающего фильтра подзарядается напряжением обмотки 5 через выпрямитель 6 (фиг. 2з). Конденсатор 35 заряжается от обмотки 2 трансформатора 1 (полярность в скобках) через диод 37 и открытый транзистор 4 (фиг. 2л), а конденсатор 36 заряжается до нулевого значения напряжения через открытый транзистор 4 и базозмиттерный переход транзистора 42 и резистор 40 (фиг. 2м).

После исчезновения импульсов  $U_1$ ,  $U_3$  в момент времени  $t_4$  (фиг. 2а) транзисторы 14-30 закрываются. Силовой транзистор 4 также закрывается (фиг. 2 к, м), так как ток через цепочку 21 прекращается, а ток цепи положительной обратной связи, образованный обмоткой 8 и резистором 10, недостаточен для поддержания транзистора 4 в открытом состоянии во время заряда конденсатора 7.

В результате последовательно-переменной подачи отпирающих импульсов на базы силовых транзисторов 3 и 4 происходит заряд конденсатора 7 выходного сглаживающего фильтра и после очередного открывающего импульса  $U_3$  в интервале времени  $t_5$ - $t_6$  транзистор 4 остается открытым до конца полупериода за счет цепи положительной обратной связи, образованной обмоткой 8 (фиг. 1, полярность в скобках) и резистором 10. При этом от обмотки 9 заряжаются конденсаторы 28 (через резистор 11 и диод 32) и 15 (через выпрямитель 12 и резистор 17). С момента времени  $t_7$

напряжение на конденсаторе 15 (фиг. 2г) достигает величины, достаточной для запираания транзистора 14 узла 13 запрета, который прекращает формирование отпирающего сигнала для транзистора усилителя 20 (фиг. 2в, при  $t > t_7$ ). В дальнейшей работе импульсами генератора 19 открываются только транзисторы 29 и 30, осуществляя синхронизацию преобразователя.

В установившемся режиме переключения силовых транзисторов происходит следующим образом. В момент времени  $t_8$  с выхода генератора 19 поступают импульсы  $U_1$ ,  $U_2$  (фиг. 2а) на базы транзисторов 14 и 29. Транзистор 14 остается закрытым напряжением конденсатора 15 (фиг. 2г), а транзистор 29 открывается. К базозмиттерному переходу транзистора 4 прикладывается напряжение конденсатора 27, и происходит форсированное закрытие транзистора 4 (фиг. 2к). Поскольку с этого момента оба транзистора 3 и 4 закрыты (фиг. 2 и, к) конденсатор 36 заряжается (фиг. 2м), а конденсатор 35 разряжается (фиг. 2л) током намагничивания трансформатора 1, который после закрытия транзистора 4 переключается из секции 2.2 во всю обмотку 2 и протекает в направлении от ее начала к концу (фиг. 1, пунктирная стрелка, фиг. 2о) и замыкается по цепи: конец секции 2.2 – конденсатор 36 – диод 38 – базозмиттерный переход транзистора 41 – конденсатор 35 – начало секции 2.1. После незначительного разряда конденсатора 35, когда его приведенное значение напряжения становится меньше напряжения на конденсаторе 7, диоды выпрямителя 6 закрываются. По мере перезаряда конденсаторов 35 и 36 напряжение на транзисторе 4 плавно возрастает (фиг. 2м), а на транзисторе 3 спадает (фиг. 2л), таким образом переключение силовых транзисторов осуществляется по безопасной траектории. Напряжения на обмотках выходного трансформатора 1 изменяются в соответствии с изменением напряжения на конденсаторах 35 и 36 (фиг. 2н).

Так как ток разряда конденсатора 35 протекает через базозмиттерный переход транзистора 41, последний открывается, что ведет к открытию транзистора 45, шунтирующего базозмиттерный переход силового транзистора 3 (фиг. 2и). Таким образом транзистор 3 остается в закрытом состоянии до конца перезаряда конденсаторов 35 и 36 (интервал времени  $t_8$ - $t_9$ ).

К моменту времени  $t_9$  конденсатор 36 заряжается до двойного напряжения питания  $E_n$  (фиг. 2м), а конденсатор 35 разряжается до нуля (фиг. 2л). Ток через базозмиттерный переход транзистора 41

прекращается, транзисторы 41 и 45 закрываются, а силовой транзистор 3 открывается напряжением обмотки 9 (полярность без скобок) при нулевом значении напряжения на его коллектор-эмиттерном переходе.

Обратное переключение силовых транзисторов по истечении полупериода происходит аналогично.

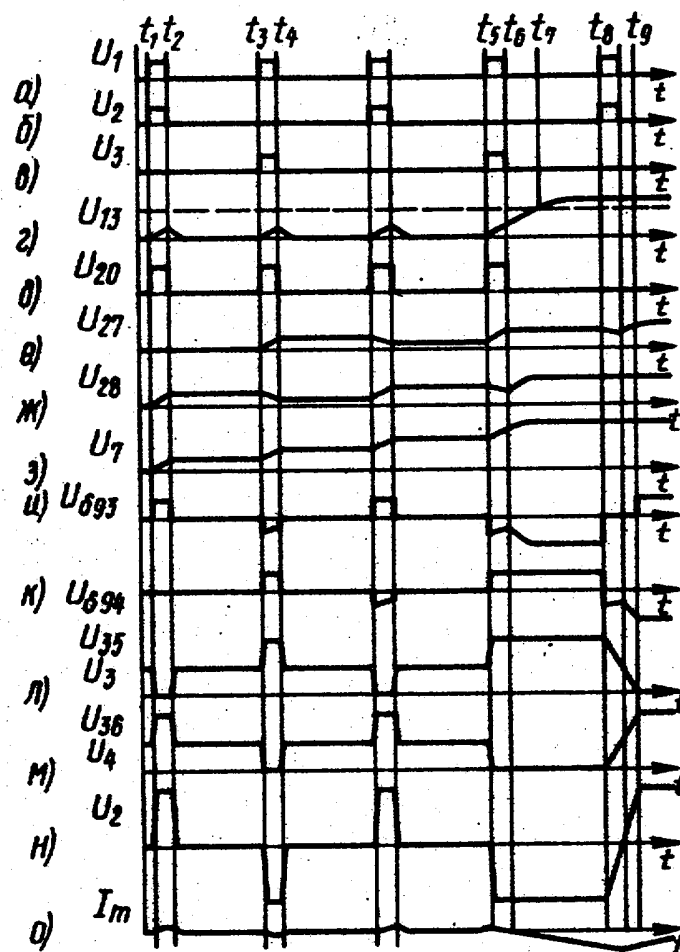
Таким образом, в предлагаемом преобразователе обеспечивается устойчивый запуск при первоначальном пуске и после снятия коротких замыканий в цепи нагрузки. В установившемся режиме выключение силовых транзисторов происходит при минимальном напряжении на коллектор-эмиттерном переходе, равном падению напряжения на насыщенном транзисторе, а напряжение на нем возрастает плавно после прекращения тока. Включение силовых транзисторов происходит после спада напряжения до нуля. Плавное изменение напряжения на обмотках выходного трансформатора и силовых транзисторах позволяет снизить уровень электромагнитных помех, излучаемых преобразователем.

В преобразователе закрытие дополнительных транзисторов, шунтирующих базоземиттерные переходы силовых транзисторов, происходит в момент прекращения тока перезаряда коммутирующих конденсаторов, соответствующий моменту окончания их перезаряда и снижению до нуля напряжения на открывающемся транзисторе. При этом отсутствуют пороговые цепочки, измеряющие напряжение на коллектор-эмиттерных переходах силовых транзисторов и требующие тщательного подбора элементов, что в сравнении с известным преобразователем повышает технологичность в процессе производства и при эксплуатации.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Транзисторный преобразователь постоянного напряжения, содержащий выходной трансформатор, первичная обмотка которого включена в коллекторные цепи си-

ловых транзисторов, шунтированных обратными диодами, базовые обмотки положительной обратной связи через ограничительные резисторы подключены к базоземиттерным переходам силовых транзисторов, а к вторичной обмотке подсоединен выходной выпрямитель с емкостным фильтром, дополнительный выпрямитель, включенный между базовыми обмотками выходного трансформатора и первым входом элемента запрета, второй вход которого подключен к выходу генератора тактовых импульсов, а выход элемента запрета – к входу усилителя, один силовой вывод которого подсоединен к питающему выводу, а к второму выводу подключены первые выводы последовательных RCD-цепочек, вторыми выводами соединенных с базовыми выводами силовых транзисторов, согласующие транзисторы, шунтированные встречными диодами и коллекторами, соединенные с общими точками резисторов и конденсаторов цепочек, эмиттерами – с эмиттерами силовых транзисторов, а управляющие выводы согласующих транзисторов подключены к выходам генератора тактовых импульсов, коммутирующий конденсатор, первый и второй дополнительные транзисторы, подключенные параллельно базоземиттерным переходам силовых транзисторов, диоды, отличающийся тем, что, с целью повышения технологичности, введены третий и четвертый дополнительные транзисторы и второй коммутирующий конденсатор, при этом коммутирующие конденсаторы подключены параллельно силовым транзисторам через шунтированные диодами базоземиттерные переходы третьего и четвертого дополнительных транзисторов, а базовые выводы первого и второго дополнительных транзисторов через резисторы соединены с коллекторными выводами третьего и четвертого дополнительных транзисторов и общими точками диодов и резисторов последовательных RCD-цепочек.



Фиг. 2

Редактор В.Бугренкова

Составитель Т.Ершова  
Техред М.Моргентал

Корректор Л.Патай

Заказ 1021

Тираж 393

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