



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

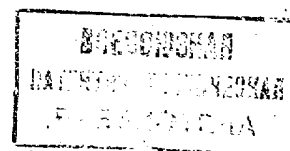
(19) SU (11) 1660166 A1

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

(51)5 Н 03 К 17/56

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



1

- (21) 4648628/21
(22) 28.12.88
(46) 30.06.91. Бюл. № 24
(71) Винницкий политехнический институт
(72) Н.И.Байдасов, А.М.Шумский и А.В.Ко-
былянский
(53) 621.382 (088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР
№ 711684, кл. Н 03 К 17/56, 1978.
Авторское свидетельство СССР
№ 1531204, кл. Н 03 К 17/56, 1988.
(54) КЛЮЧ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА
(57) Изобретение относится к электротехни-
ке и может быть использовано для питания

2

привода исполнительных механизмов. Цель изобретения – расширение области применения при повышении КПД и надежности работы. Устройство содержит симистор 1, транзисторы 2–4, конденсаторы 5–8, двух-анодный стабилитрон 10, диод 11, резистор 13. Для достижения цели в устройство введены диод 12, резистор 14, конденсатор 9, диод 15 смещения, транзисторные ключи 16, 17, при этом отпирающий импульс на управляющий электрод симистора подается только при переходе тока нагрузки через ноль. 1 ил.

Изобретение относится к электротехни-
ке, преимущественно к преобразователь-
ной технике, и может быть использовано
для питания привода исполнительных меха-
низмов.

Цель изобретения – расширение обла-
сти применения при повышении КПД и на-
дежности работы.

Устройство содержит симистор 1, пер-
вый, второй и третий транзисторы 2–4, диф-
ференцирующий конденсатор 5, фор-
мирующий конденсатор 6, конденсатор
7, первый и второй фильтрующий конденса-
торы 8, 9, двуханодный стабилитрон 10, пер-
вый и второй диоды 11 и 12, первый и второй
резисторы 13 и 14, диод 15 смещения, пер-
вый и второй транзисторные ключи 16 и 17,
нагрузку 18.

Анод симистора 1 через нагрузку 18
подключен к первой шине 19 питания, ка-
тод – к второй шине 20 питания. База тран-
зистора 2 соединена с управляющей шиной

21 устройства, эмиттер – с шиной 20, кол-
лектор – с анодом диода 11, коллектором
транзистора 3 и первым выводом конденса-
тора 8, второй вывод которого соединен с
шиной 20, катод диода 11 соединен с первы-
ми выводами двуханодного стабилитрона
10 и резистора 13, второй вывод которого
подключен к шине 19, второй вывод двух-
анодного стабилитрона 10 соединен с ши-
ной 20. Базы транзисторов 3 и 4 объединены
и подключены к первым выводам конденса-
тора 5 и конденсатора 6, эмиттеры транзи-
сторов 3 и 4 объединены и подключены к
второму выводу конденсатора 6 и через кон-
денсатор 7 – к управляющему электроду си-
мистора 1, коллектор транзистора 4
подключен к шине 20. Анод диода 12 соеди-
нен с первым выводом стабилитрона 10, ка-
тод диода 12 соединен с первыми выводами
резистора 14 и конденсатора 9, второй вы-
вод которого соединен с шиной 20, второй
вывод резистора 14 подключен к первому

(19) SU (11) 1660166 A1

выводу ключа 16 и аноду диода 15, катод которого подключен к шине 20, вторые выводы ключей 16 и 17 соединены с коллектором транзистора 3, выход ключа 16 соединен с управляющим входом ключа 17, выход которого подключен к второму выводу конденсатора 5, а первый вывод — к шине 20, управляющий вход ключа 16 соединен с анодом симистора 1.

Исходным состоянием устройства считается отсутствие напряжения питающей сети на шинах 19, 20 и как результат этого — разряженное состояние конденсаторов устройства.

При подключении напряжения питающей сети (шины 19, 20) из-за разряженного состояния конденсатора 8 отсутствует постоянное питающее напряжение для управления симистором 1 и, следовательно, заперты ключи 16 и 17, транзисторы 3 и 4. При этом конденсатор 7 остается обесточенным, следовательно, в момент включения питающей сети на управляющий электрод симистора 1 никакой сигнал не подается и симистор 1 находится в закрытом состоянии.

Для пояснения процессов по формированию первого управляющего импульса, отпирающего симистор 1 и ключ 17, рассмотрим работу предложенного устройства при включении в питающую сеть, когда в ней действует, например, отрицательная полуволна сетевого напряжения.

Если на шине 21 отсутствует сигнал, то транзистор 2 заперт и не препятствует процессу заряда конденсатора 8 от питающей сети через резистор 13 и диод 11. Величина напряжения U_8 на конденсаторе 8 ограничивается отрицательным напряжением стабилизации двуханодного стабилитрона 5 "—" $U_{ст}$. Как указывалось ранее, в момент включения питающей сети симистор 1 находится в закрытом состоянии, следовательно все напряжение питающей сети выделяется на аноде симистора 1. Отрицательное напряжение сети является отпирающим для ключа 16, поэтому сразу при появлении постоянного питающего напряжения U_8 ключ 16 открывается и своим низким выходным напряжением $U_{остат.}$ поддерживает ключ 17 в закрытом состоянии, и на его выходе появляется высокий уровень напряжения, соответствующий уровню постоянного напряжения питания U_8 . Медленно изменяющееся выходное напряжение ключа 17 вызывает очень малый по величине дифференциальный сигнал после дифференцирующего конденсатора 5, недостаточный для открывания транзистора 3. В результате этого конденсатор 7 остается

разряженным, а симистор 1 закрыт на все время действия начальной полуволны сетевого напряжения.

При уменьшении величины сетевого напряжения, когда оно приближается к нулю, снижается напряжение на аноде симистора 1 и наступает момент, когда этого напряжения становится недостаточно для поддержания открытым база-эмиттерного перехода ($U_{б.э.откр.} \approx -0,7$ В) ключа 16. Данный ключ закрывается, на его выходе появляется напряжение высокого уровня, определяемое величиной постоянного питающего напряжения $U_8 = -U_{ст}$. Высокий уровень выходного напряжения ключа 16 вызывает большой базовый ток и соответствующее отпирание ключа 17, на выходе которого напряжение снижается до величины напряжения насыщенного транзистора $U_{нас}$. Изменение выходного напряжения ключа 17 преобразуется конденсатором 5 в короткий импульс положительной полярности, который вызывает появление базового тока транзистора 4. Однако из-за того, что конденсатор 7 до этого момента не был заряжен, его разряда в данный момент не происходит и, следовательно, в цепи управляющего электрода симистора 1 не возникает открывающего импульса тока и симистор 1 остается закрытым на время действия следующей положительной полуволны сетевого напряжения.

Положительное напряжение питающей сети заряжает через резистор 13 и диод 12 конденсатор 9 до напряжения, ограниченного положительным напряжением стабилизации двуханодного стабилитрона 5 "+" $U_{ст}$. Через резистор 14 это напряжение конденсатора 9 поступает в эмиттерную цепь ключа 16, где с помощью открытого диода 15 ограничивается по отношению к шине 20 на уровне напряжения открытого р-п-перехода. Это создает начальное смещение между базой и эмиттером транзистора ключа 16, что позволяет значительно скомпенсировать открывающую разность потенциалов $\Delta U_{б.э.откр.} \approx -0,7$ В и тем самым обеспечивает возможность управления ключом 16 посредством напряжения, близкого по величине к нулю.

К моменту начала следующей отрицательной полуволны сетевого напряжения диод 12 закрывается и, начинается разряд конденсатора 9 через резистор 14 и диод 15. Однако напряжение на открытом диоде 15 является достаточно постоянным в широком диапазоне тока через данный диод. Последнее обстоятельство позволяет выбрать резистор 15 большой величины, так что к

моменту прихода следующей положительной полуволны сетевого напряжения происходит только незначительное снижение накопленного заряда на конденсаторе 9. Но и это незначительное снижение напряжения на конденсаторе 9 не вносит каких-либо изменений в работу устройства, потому что происходящее при этом аналогичное уменьшение тока через диод 15, как указывалось выше, не приводит к изменению напряжения на нем, т.е. данный диод 15 работает как параметрический стабилизатор с напряжением стабилизации на уровне величины потенциала открытого р-п-перехода.

Из приведенного описания работы устройства очевидно, что в течение первого периода напряжения питающей сети симистор 1 находится в закрытом состоянии, а в цепи управления симистором 1 завершены процессы подготовки ее к дальнейшей работе (имеются в виду процессы обеспечения постоянным питающим напряжением с конденсатора 8 и заряд конденсатора 9).

Аналогично описанным выше происходят процессы в случае, если бы первый период сетевого напряжения начинался с положительной полуволны. Только при этом вначале происходит заряд конденсатора 9, а затем следующая отрицательная полуволна обеспечивает заряд конденсатора 8.

В рассматриваемом случае к моменту окончания положительной полуволны сетевого напряжения, когда напряжение на аноде закрытого пока симистора 1 также переходит через ноль в область отрицательных значений напряжения, появляются условия для открывания ключа 16. Он открывается, и на его выходе появляется напряжение низкого уровня, недостаточное для поддержания в насыщенном состоянии ключа 17. Последний закрывается, и его выходное напряжение возрастает до высокого уровня, определяемого величиной постоянного питающего напряжения.

Дифференцирующий конденсатор 5 преобразует полученное изменение выходного напряжения ключа 17 в короткий импульс отрицательной полярности, который вызывает появление базового тока транзистора 4. Этот транзистор открывается и через него начинает протекать зарядный ток конденсатора 7 по цепи: "+" конденсатора 8 — переход катод — управляющий электрод симистора 1 — конденсатор 7 — переход эмиттер-коллектор открытого транзистора 3 — "-" конденсатора 8. Форсирующий конденсатор 6, находящийся в цепи обратной связи, поддерживает открытое состояние транзистора 3 (а, следовательно, и заряд конденсатора 7) на все время дейст-

вия дифференцированного импульса отрицательной полярности.

Ток заряда конденсатора 7, протекающий через переход управляющий электрод — катод симистора 1, создает условия для открывания симистора 1 по управляющему электроду, и он переходит в открытое состояние на время действия отрицательной полуволны тока в силовой цепи симистора 1.

С окончанием дифференцированного импульса отрицательной полярности транзистор 3 переходит в закрытое состояние, и заканчивается заряд конденсатора 7.

Во время протекания отрицательной полуволны тока нагрузки 18 через открытый симистор 1, на его переходе анод-катод выделяется остаточное напряжение открытого состояния симистора, которое поддерживает ключ 16 в открытом состоянии и соответственно ключ 17 — в закрытом состоянии.

В дальнейшем при окончании отрицательной полуволны, когда величина тока нагрузки 18 приближается к нулю в сторону положительных значений, симистор 1 закрывается и напряжение на его аноде также приближается к нулю. В момент времени t это напряжение становится настолько близким к нулю, что его недостаточно для поддержания ключа 16 в открытом состоянии и он закрывается, открывая при этом ключ 17. Изменение выходного напряжения ключа 17 вызывает появление на выходе дифференцирующего конденсатора 5 импульса положительной полярности, который открывает транзистор 4. При этом начинается разряд конденсатора 7 по цепи: положительный вывод конденсатора 7 — переход управляющий электрод — катод симистора 1 — переход коллектор — эмиттер открытого транзистора 4 — отрицательный вывод конденсатора 7. Форсирующий конденсатор 6 улучшает условия для поддержания транзистора 4 в открытом состоянии на все время действия дифференцированного импульса положительной полярности. Ток разряда конденсатора 7, протекающий через управляющий электрод — катод симистора 1, создает условия для его открывания по управляющему электроду и, как только произойдет переход величины тока нагрузки 18 через ноль в сторону положительной полуволны, симистор 1 открывается и будет поддерживать это открытое состояние ключа на все время положительного полупериода тока нагрузки 18.

Из этого следует, что дифференцированные импульсы, действующие в цепи управления симистора 1, возникают во время перехода тока нагрузки 18 через ноль, что

является наиболее оптимальным условием открывания симисторного ключа переменного тока для реактивной нагрузки.

В момент появления отрицательной полуволны тока нагрузки 18, а следовательно, и напряжения на аноде симистора 1, в цепи его управляющего электрода действует импульс отрицательной полярности, а в момент появления положительной полуволны тока нагрузки 18 – импульс положительной полярности, что является благоприятным сочетанием для открывания симистора 1.

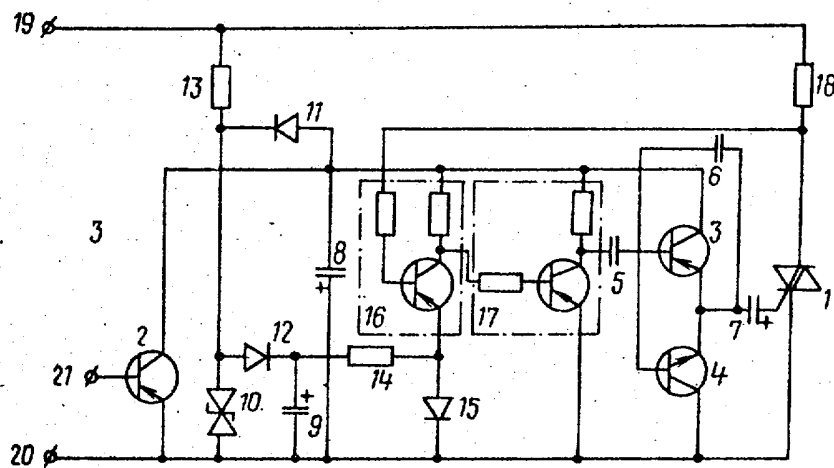
Когда необходимо закрыть ключ переменного тока, на шине 21 появляется сигнал, приводящий к открыванию транзистора 2. Он шунтирует цепь конденсатора 8 и тем самым снимает питание с транзистора 3. В результате этого не происходит процессов заряда-разряда конденсатора 7 и симистор 1 находится все время в закрытом состоянии.

При этом положительный эффект от применения данного устройства достигается за счет улучшения эксплуатационных характеристик устройства, так как подача открывающего импульса на управляющий электрод симистора осуществляется только при переходе тока нагрузки через ноль, что позволяет коммутировать нагрузку независимо от ее характера, обеспечивая при этом высокий КПД и надежную работу ключа переменного тока.

Формула изобретения

Ключ переменного тока, содержащий симистор, первый, второй и третий транзисторы, дифференцирующий конденсатор, форсирующий конденсатор, конденсатор, первый фильтрующий конденсатор, двуханодный стабилитрон, первый диод и первый резистор, причем анод симистора через нагрузку подключен к первой шине питания, база первого транзистора подключена к управляющей шине устройства, эмиттер – к второй шине питания, коллектор – к аноду

первого диода, коллектору второго транзистора и первому выводу первого фильтрующего конденсатора, второй вывод которого соединен с второй шиной питания, катод первого диода соединен с первыми выводами двуханодного стабилитрона и первого резистора, второй вывод которого подключен к первой шине питания, второй вывод двуханодного стабилитрона подключен к второй шине питания, базы второго и третьего транзисторов объединены и подключены к первым выводам дифференцирующего конденсатора и форсирующего конденсатора, эмиттеры этих транзисторов также объединены и подключены к второму выводу форсирующего конденсатора и через конденсатор – к управляющему электроду симистора, коллектор третьего транзистора и катод симистора подключены к второй шине питания, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью расширения области применения при повышении КПД и надежности работы, дополнительно введены второй диод, второй резистор, второй фильтрующий конденсатор, диод смещения, первый и второй транзисторный ключи, причем анод второго диода соединен с первым выводом двуханодного стабилитрона, катод второго диода подключен к первым выводам второго резистора и второго фильтрующего конденсатора, второй вывод которого подключен к второй шине питания, второй вывод второго резистора подключен к первому выводу первого транзисторного ключа и аноду диода смещения, катод которого подключен к второй шине питания, вторые выводы первого и второго транзисторных ключей соединены с коллектором второго транзистора, выход первого транзисторного ключа подсоединен к управляющему входу второго транзисторного ключа, выход которого подключен к второму выводу дифференцирующего конденсатора, а первый вывод – к второй шине питания, управляющий вход первого транзисторного ключа подключен к аноду симистора.



Редактор Е.Зубиетова

Составитель Г.Терешина
Техред М.Моргентал

Корректор Т.Палий

Заказ 1855

Тираж 482

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