

Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано в системах вторичного электропитания.

Цель изобретения – повышение КПД и надежности путем ограничения тока силового транзистора.

На фиг.1 приведена блок-схема преобразователя; на фиг.2 – схемы блоков преобразователя, пример исполнения; на фиг.3 – временные диаграммы напряжений и токов, поясняющие работу преобразователя.

Однотактный преобразователь (фиг.1) содержит многообмоточный дроссель (силовой трансформатор) 1, первичная обмотка 1.1 которого с конденсатором 2 образует резонансный контур, подключенный одним выводом к положительному входному выводу преобразователя, а другим через первичную обмотку 3.1 трансформатора 3 тока, связанный с коллектором переключающего транзистора 4, причем эта связь может быть реализована непосредственно или через диод (показан пунктиром). Эмиттер-коллекторный переход транзистора 4 зашунтирован обратно включенным диодом 5, а между базой и эмиттером включен первый резистор 6.

Вторичные обмотки 1.2–1.4 трансформатора (их может быть несколько) соединены через выпрямители 7 с емкостными фильтрами 8. С выходной обмоткой 1.4 соединен вход узла 9 сравнения, выполненного с гальванической развязкой выхода. Выход узла 9 соединен непосредственно или через нелинейный элемент 10 (показан пунктиром) с входом управления узла 11 выключения.

Пусковой узел 12 включен между входными выводами преобразователя и может быть реализован в виде последовательной цепочки из конденсатора и резистора, включенной между входом и выходом узла запуска, а их общая точка через диод соединена с общим выводом узла, подключенным к отрицательному зажиму.

Выход пускового узла 12 соединен с первым входом 13 узла 14 ограничения тока. Второй вход узла 14 соединен с промежуточным отводом вторичной обмотки 3.2 трансформатора 3 тока, а его выход через вспомогательную обмотку 1.5 силового трансформатора 14 – с базой силового транзистора 4. Один крайний вывод вторичной обмотки 3.2 трансформатора 3 тока соединен с силовым входом узла 8 выключения. Другой вывод обмотки 3.2 и общие выводы узлов 9, 11 и 12 соединены с отрицательным входным выводом преобразователя.

Преобразователь с неуправляемым запуском (фиг.1) используют в случаях, когда

нагрузки преобразователя не боятся кратковременного перенапряжения в процессе пуска, а сам преобразователь (его силовой транзистор) имеет достаточный дополнительный запас по напряжению.

На фиг.2 показан управляемый пусковой узел 12, который представляет собой последовательную цепочку из первого конденсатора 15, второго резистора 16 и стабилитрона 17. Конденсатор 15 вторым выводом подсоединен к плюсовому выводу, а стабилитрон 17 – к входу 13 узла 14 ограничения тока. Общая точка конденсатора 15 и резистора 16 через обратно включенный диод 18 соединена с общим выводом узла. С общим выводом также соединен эмиттер вспомогательного транзистора 19, коллектор которого подсоединен к общей точке резистора 16 и стабилитрона 17. База-эмиттерный переход транзистора 19 зашунтирован вторым конденсатором 20. База транзистора 19 через третий резистор 21 соединена с входом управления пускового узла 12.

Представленный на фиг.2 узел 14 ограничения тока 14 состоит из коммутирующего транзистора 22, включенного по схеме с общей базой, диода 23 в цепи его коллектора, последовательной RC-цепочки 24-25, включенной между свободным выводом диода 23 и базой транзистора 22, и диода 26, шунтирующего база-эмиттерный переход транзистора 22 в обратном направлении, причем выходом узла является общая точка коллекторного диода 23 и RC-цепочки 24-25, а управляющим входом – эмиттер транзистора 22, в цепь которого может быть включен резистор, показанный пунктиром. Входом запуска узла служит отвод от точки соединения резистора 24 и конденсатора 25 RC-цепочки. База транзистора 22 соединена с общим выводом узла 14.

Узел 11 выключения (фиг.2) содержит триггер на комплементарных транзисторах 26 и 27 с конденсаторами 28 и 29, включенными между эмиттером и базой транзисторов 26 и 27 соответственно, первый резистивный делитель 30-31 напряжений, подключенный крайними выводами к силовым выводам триггера, а средним выводом – к базе транзистора 27. Кроме того, к базе транзистора 27 подсоединена последовательная RD-цепочка 32, свободный вывод которой предназначен для подключения указанным образом к выходу узла 9. Силовой вывод транзистора 26 соединен с силовым входом узла, подключаемым к соответствующему крайнему выводу обмотки 3.2. Силовой вывод транзистора 27 соединен с общим выводом узла, подклю-

ченным к отрицательному входному зажиму.

Узел 9 сравнения, показанный на фиг.2, выполнен по мостовой схеме, плечи которой образованы четвертым резистором 33, опорным элементом 34, база-эмиттерным переходом транзистора 35 и его база-коллекторной цепью с включенным в нее вторым резистивным делителем 36-37. Второй крайний вывод делителя 36-37 и свободный вывод опорного элемента 34 соединены в общий вывод узла сравнения. Средняя точка делителя 36-37 соединена с выходом узла, а диагональ моста (вывод резистора 33 – общий вывод узла) – с входом узла, который при этом подсоединен к выходу фильтра 8 трансформатора 1. В качестве опорного элемента может быть использован, например, стабилитрон. На фиг.2 представлен вариант выполнения опорного элемента 34 по схеме, обеспечивающей компаундирование и уменьшение пульсаций сетевой частоты, которая содержит стабилитрон 38, соединенный с эмиттером транзистора 39, последовательную RD-цепь 40, подключенную к базе транзистора 39, и параллельную RC-цепь 41-42, шунтирующую база-коллекторный переход транзистора 39. Вместо стабилитрона 38 может быть применен светодиод. Свободный вывод стабилитрона (светодиода) 38 служит входом опорного элемента, свободный вывод RD-цепи 40 соединен с входом управления узла 9, а коллектор транзистора 39 – с общим выводом узла 9. Нелинейный элемент 10 при этом реализуется в наиболее простом варианте (фиг.2) – на светодиоде, шунтирующем выход узла 9.

Преобразователь работает следующим образом.

При подаче напряжения (фиг.3, момент t_0) на коллекторе транзистора 4 появляется напряжение (фиг.3а, сплошная линия), а на его базе (фиг.3в) напряжение начинает линейно нарастать. Конденсатор 25 узла 14 заряжается от пускового узла 12. В момент t_1 напряжение на базе достигает порога открывания транзистора 4, замыкается петля положительной обратной связи по цепи базовой обмотки 1.5 и транзистор 4 открывается. В его базе возникает импульс тока (фиг.3в, пунктирная линия), определяемый перезарядом конденсатора 25 напряжением на обмотке 1.5 обратной связи (фиг.3б). В цепи коллектора и в цепи базы через трансформатор 3 тока появляется линейно нарастающий ток (фиг.3а, в, пунктирные линии). В момент t_2 напряжение на обмотке трансформатора 3 тока достигает порога срабатывания триггера узла 11, последний

срабатывает, закорачивая обмотку 3.2, и ток базы спадает до нуля. В момент t_3 после завершения рассасывания зарядов в базе спадает коллекторный ток, напряжение на коллекторе начинает нарастать, а на базе уменьшается, а затем изменяет знак. Ток базы реверсируется, обеспечивая форсировку на закрывание транзистора 4. В момент t_4 напряжение на коллекторе достигает уровня напряжения питания, а на вторичных обмотках 1.2-1.5 проходит через нуль и изменяет знак, диоды 7 выпрямителей открываются и начинается заряд конденсаторов 8 фильтров спадающим током (t_4-t_5). Напряжение на базе в это время нарастает, в момент t_5 оно превышает порог срабатывания, транзистор 4 включается, и процесс повторяется цикл за циклом. При этом напряжение на конденсаторах 8 выходных фильтров на каждом такте увеличивается и в какой-то момент превышает напряжение питания (приведенное к вторичной обмотке) и приближается к напряжению стабилизации. Так как при $U_{вых} \geq U_{пит}$ напряжение на коллекторе спадает до нуля и дополнительная подпитка по базе транзистора 4 становится ненужной, по сигналу с выхода узла 9 сравнения (появление напряжений на выходе) открывается транзистор 19 пускового узла 12, шунтируя запускаящий ток. При дальнейшем росте выходного напряжения и, соответственно, напряжения на выходе узла 9 открывается управляющий вход узла 11, повышается напряжение на базе входного транзистора 27 триггера, что понижает его порог срабатывания, т.е. уменьшает ток выключения транзистора 4. Выходное напряжение стабилизируется.

Резистор 6, шунтирующий база-эмиттерный переход транзистора 4, выполняет функции запирающего этого транзистора в случае срыва генерации, а также обеспечивает режим генерации на холостом ходу.

Нелинейный элемент 10, снижающий усиление по контуру отрицательной обратной связи канала регулирования, повышает устойчивость работы на малых нагрузках и в режиме холостого хода (на грани полного запирающего узла 14), предотвращая переход преобразователя в режим генерации пачек импульсов, который увеличивает пульсации выходного напряжения.

Схема компаундирования (вольтодобавки) в цепи стабилитрона 38 опорного элемента 34 увеличивает опорное напряжение узла 9 на величину напряжения на его конденсаторе 42, которое определяется амплитудой и длительностью импульсов базового, а следовательно, и коллекторного тока

транзистора 1. При увеличении нагрузки увеличиваются и длительность, и амплитуда импульсов тока, увеличивается напряжение вольтдобавки и соответственно возрастает задание, компенсируя как статизм регулятора, так и падение напряжения в цепях вторичных обмоток 1.2-1.4 и выпрямителей 7.

Кроме того, так как величина тока зависит и от входного напряжения, схема компандирования по току нагрузки в опорном элементе 34 оказывается одновременно и элементом отрицательной обратной связи по входному напряжению, что повышает коэффициент стабилизации и уменьшает пульсации сетевой частоты на выходе в два-три раза.

Диод в цепи коллектора транзистора 4 предотвращает появление на коллекторе напряжения обратного знака при реверсе тока (фиг.3а, установившийся режим) и не является обязательным, но его применение целесообразно при большом падении напряжения на шунтирующем диоде 5.

Выполнение узла 12 с управлением выключения позволяет обеспечить мощный запуск, необходимый при пуске преобразователя с полной нагрузкой, без возникновения перерегулирования, опасного как для приемников напряжения, так и для самого преобразователя. Пропорциональное управление током базы обеспечивает уменьшение потерь и своевременное включение транзистора 4 (в момент реверса тока в контуре), а в сочетании с узлом 11 выключения по току – ограничение тока во всех режимах, в том числе и при запуске преобразователя, что повышает КПД и надежность преобразователя.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Однотактный преобразователь постоянного напряжения, содержащий силовой транзистор, подключенный эмиттером к первому входному выводу преобразователя, многообмоточный дроссель, первичная обмотка которого зашунтирована конденсатором и подключена первым выводом к второму входному выводу преобразователя, а вспомогательная обмотка соединена первым выводом с выходом узла ограничения тока, общий вывод которого соединен с первым входным выводом преобразователя, первый резистор, включенный между базой и эмиттером силового транзистора, пусковой узел, включенный между входными выводами преобразователя, узел сравнения, выход которого связан с управляющим входом узла выключения, при этом каждая вторичная обмотка многообмоточного дросселя через выпрямитель соединена с выходными выводами преобразователя,

шунтированными емкостным фильтром, к одним из которых подключен вход узла сравнения, о т л и ч а ю щ и с я тем, что, с целью повышения КПД и надежности путем ограничения тока силового транзистора, введены первый диод и трансформатор тока, узел ограничения тока выполнен управляемым и соединен первым входом с выходом пускового узла, а вторым входом – с промежуточным отводом вторичной обмотки трансформатора тока, узел выключения выполнен управляемым в функции тока силового транзистора и подключен силовым входом к первому крайнему выводу вторичной обмотки трансформатора тока, второй крайний вывод которой, а также общие выводы узла выключения и пускового узла подключены к первому входному выводу преобразователя, при этом второй вывод вспомогательной обмотки многообмоточного дросселя соединен с базой силового транзистора, второй вывод первичной обмотки многообмоточного дросселя через первичную обмотку трансформатора тока соединен с коллектором силового транзистора, зашунтированного обратно включенным первым диодом.

2. Преобразователь по п. 1, о т л и ч а ю щ и с я тем, что связь управляющего входа узла выключения с выходом узла сравнения выполнена через нелинейный элемент.

3. Преобразователь по п. 2, о т л и ч а ю щ и с я тем, что в качестве нелинейного элемента использован светодиод, шунтирующий выход узла сравнения.

4. Преобразователь по п. 1, о т л и ч а ю щ и с я тем, что пусковой узел выполнен управляемым и соединен входом управления с выходом узла сравнения.

5. Преобразователь по п. 4, о т л и ч а ю щ и с я тем, что пусковой узел содержит цепочку последовательно соединенных первого конденсатора, второго резистора и стабилитрона, второй диод, подсоединенный одним выводом к точке соединения первого вывода первого конденсатора и второго резистора, вспомогательный транзистор, подсоединенный коллектором к общей точке второго резистора и первого вывода стабилитрона, второй конденсатор и третий резистор, подсоединенные первыми выводами к базе вспомогательного транзистора, при этом вторые выводы второго диода, второго конденсатора и эмиттер вспомогательного транзистора соединены с общим выводом пускового узла, вторые выводы первого конденсатора и третьего резистора соединены соответственно с вторым входным выводом преобразователя и входом управления пускового узла, а второй вывод стабилитрона

соединен с выходным выводом пускового узла.

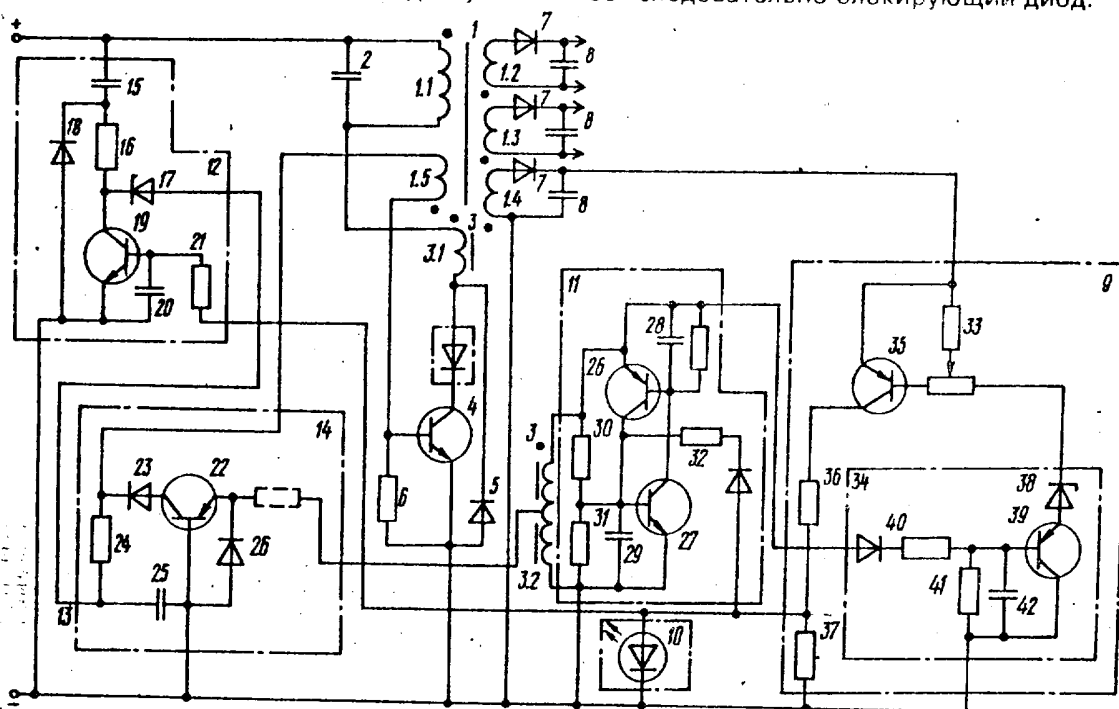
6. Преобразователь по п. 1, отличающийся тем, что узел ограничения тока содержит коммутирующий транзистор с обратным по отношению к силовому транзистору типом проводимости, третий диод, шунтирующий база-эмиттерный переход этого транзистора, четвертый диод, соединенный с коллектором транзистора, и последовательную RC-цепочку, при этом свободный вывод конденсатора RC-цепочки и база транзистора подключены к общему выводу узла, эмиттер коммутирующего транзистора непосредственно или через дополнительный резистор подключен к второму входу узла ограничения тока, а средняя точка RC-цепочки – к первому входу этого узла, коллектор коммутирующего транзистора через четвертый диод соединен с резистором RC-цепочки и выходным выводом узла ограничения тока.

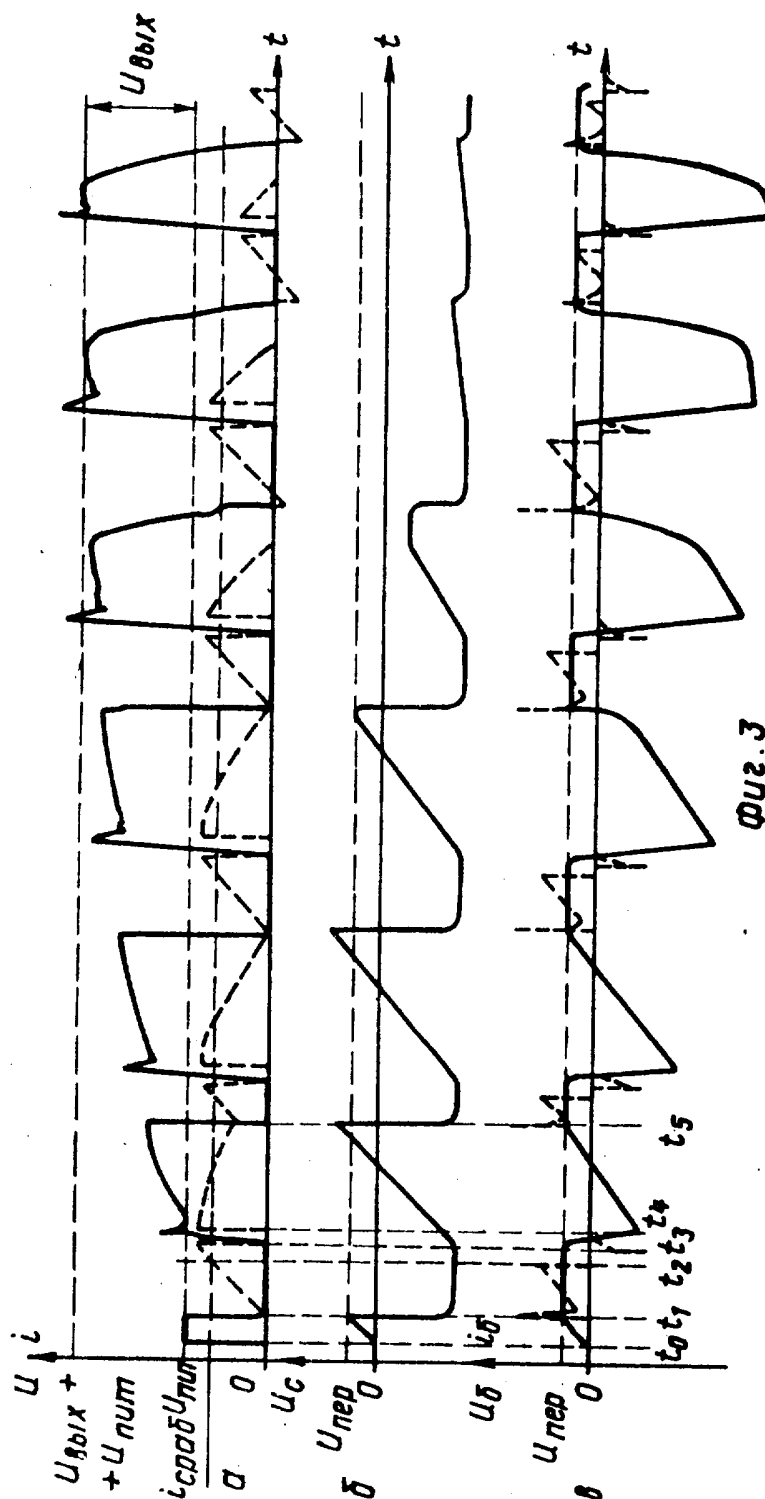
7. Преобразователь по п. 1, отличающийся тем, что узел выключения содержит триггер на комплементарных транзисторах, первый резистивный делитель, крайними выводами подключенный к силовым выводам триггера, а средним выводом – к его управляющему входу, и последовательную RD-цепочку, подключенную одним выводом к этому же управляющему входу, а другим выводом – к управляющему входу узла выключения, один из силовых выводов триггера соединен с силовым входом узла, а другой силовой вывод – с общим выводом узла.

8. Преобразователь по п. 1, отличающийся тем, что узел сравнения содержит мостовую схему, плечи которой образованы четвертым резистором, опорным элементом, база-эмиттерным переходом дополнительного транзистора и его база-коллекторной цепью, в которую включен второй резистивный делитель, второй крайний вывод которого и свободный вывод опорного элемента соединены с общим выводом узла сравнения, средняя точка второго резистивного делителя – с выходом узла сравнения, а входная диагональ моста – с входом узла сравнения.

9. Преобразователь по п. 8, отличающийся тем, что, с целью обеспечения компаундирования и уменьшения пульсаций сетевой частоты, опорный элемент узла сравнения содержит стабилитрон и усиленный транзистор, к базе которого подключена последовательная RD-цепь, а база-коллекторный переход зашунтирован параллельной RC-цепочкой, один вывод стабилитрона соединен с эмиттером усиленного транзистора, а другой – с входным выводом опорного элемента, коллектор усиленного транзистора соединен с общим выводом узла сравнения, предназначенным для подключения к первому крайнему выводу вторичной обмотки трансформатора тока.

10. Преобразователь по п. 1, отличающийся тем, что в цепь коллектора силового транзистора включен согласно-последовательно блокирующий диод.





Фиг. 3

Редактор А.Огар

Составитель В.Моин
Техред М.Моргентал

Корректор Н.Король

Заказ 2531

Тираж 387

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