



(51)5 H 02 M 7/537

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

SU (11) 1713058A1

Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано в источниках питания радиоаппаратуры.

Известен двухтактный транзисторный преобразователь напряжения, содержащий ключевые транзисторы, одни из силовых электродов которых подсоединены к входным обмоткам силового трансформатора, обмотки обратной связи которого подключены к управляющим переходам упомянутых транзисторов и связаны цепями, состоящими из последовательно соединенных обмотки двухобмоточного коммутирующего дросселя и диода, причем каждая из упомянутых цепей включена между базой одного из транзисторов и выводом обмотки обратной связи другого транзистора.

Однако, несмотря на повышение надежности, вследствие ограничения обратных напряжений на ключевых транзисторах, схеме присуще существование несимметрии, определяемой неидентичностью параметров трансформатора, транзисторов и выпрямителя, из-за чего возникает несимметрия импульсов преобразователя, что приводит к увеличению тока намагничивания силового трансформатора в один из полупериодов напряжения (одностороннему намагничиванию сердечника силового трансформатора), приводящему к дополнительным потерям и снижению надежности преобразователя. Кроме того, процесс переключения силовых транзисторов сопровождается всплесками перенапряжений, что увеличивает радиопомехи и также снижает надежность преобразователя из-за возможности вторичного пробоя транзисторов.

Известен также двухтактный транзисторный инвертор, содержащий силовые транзисторы, одни из силовых электродов которых подсоединены к выходному трансформатору, имеющему обмотки обратной связи, подключенные через соответствующие резисторы к управляющим переходам силовых транзисторов и к дросселю насыщения, связанному с узлом симметрирования, включающим в себя два диода и резистор, причем диоды соединены между собой через указанный резистор, выполненный регулируемым, а другими электродами — через указанный дроссель, причем по отношению к управляющим электродам силовых транзисторов диоды включены в обратном направлении.

Однако, в известном двухтактном транзисторном инверторе существуют динамические потери при коммутации силовых транзисторов вследствие того, что отпирание одного из них начинается сразу с закры-

тием другого, что приводит к коммутационным выбросам напряжений на коллекторах этих транзисторов, что повышает уровень радиопомех и создает условия для вторичного пробоя транзисторов, приводящие к снижению надежности.

Цель изобретения — повышение надежности, уменьшение радиопомех.

Указанная цель достигается тем, что в двухтактный транзисторный преобразователь напряжения, содержащий силовые транзисторы, эмиттеры которых подсоединены к первому входному выводу, коллекторы подсоединены к крайним выводам первичной обмотки выходного трансформатора, средний вывод которой подсоединен к второму входному выводу, введен переключающий трансформатор, один из крайних выводов которой подключен через первый резистор с другим выводом первичной обмотки указанного переключающего трансформатора и с эмиттерами введенных двух дополнительных транзисторов разного типа проводимости, а также через второй резистор — к базам этих транзисторов, между первым и вторым отводами обмотки обратной связи выходного трансформатора включены крайние выводы двух подстроечных резисторов, средние выводы которых подключены через первый и второй диоды к одному выводу дросселя насыщения, другой вывод которого подключен к базам указанных дополнительных транзисторов, коллекторы которых через третий и четвертый диоды подключены к другому крайнему выводу обмотки обратной связи выходного трансформатора, крайние выводы первичной обмотки которого подключены через пятый и шестой диоды и цепочку из параллельно соединенных третьего резистора и первого конденсатора — к второму входному выводу, а также через цепочку из последовательно соединенных четвертого и пятого резисторов — к базе запускающего транзистора, причем точка соединения четвертого и пятого резисторов соединена через второй конденсатор с эмиттером запускающего транзистора и со вторым входным выводом, переход эмиттер — база запускающего транзистора зашунтирован седьмым диодом, коллектор этого транзистора соединен через шестой резистор со средним выводом вторичной обмотки переключающего трансформатора и через цепочку из параллельно соединенных третьего конденсатора и восьмого диода — к эмиттерам силовых транзисторов, базы которых подключены к крайним выводам вторичной обмотки переключающего трансформатора и к первым выводам четвертого и пятого кон-

денсаторов, вторые выводы которых объединены и подключены к эмиттерам силовых транзисторов.

На чертеже приведена электрическая схема двухтактного транзисторного преобразователя напряжения.

Двухтактный преобразователь напряжения состоит из силовых транзисторов 1 и 2, эмиттеры которых подсоединены к первому входному выводу, коллекторы подсоединены к крайним выводам обмотки 3 выходного трансформатора 4, средний вывод которой подключен к второму входному выводу.

Базы силовых транзисторов 1 и 2 подсоединены к крайним выводам обмотки 5 переключающего трансформатора 6, первичная обмотка 7 которого одним выводом подключена к первому отводу обмотки 8 выходного трансформатора 4. Другой вывод обмотки 7 трансформатора 6 подключен через резистор 9 к одному из крайних выводов обмотки 8 выходного трансформатора 4, а также к эмиттерам дополнительных транзисторов 10 и 11 и к первому выводу резистора 12, второй вывод которого подключен к базам транзисторов 10 и 11 и к первому выводу дросселя насыщения 13, второй вывод которого подключен через диоды 14 и 15 к средним выводам подстроечных резисторов 16 и 17, крайние выводы которых подключены между первым и вторым отводами обмотки 8 трансформатора 4. Другой крайний вывод обмотки 8 трансформатора 4 подключен через диоды 18 и 19 к коллекторам дополнительных транзисторов 10 и 11.

Средний вывод вторичной обмотки 5 переключающего трансформатора 6 соединен через цепочку из параллельно соединенных конденсатора 20 и диода 21 с первым входным выводом, а также через резистор 22 — с коллектором запускающего транзистора 23, эмиттер которого подключен к второму входному выводу, а база через резистор 24 подключена к первому входному выводу и через цепочку из последовательно соединенных резисторов 25 и 26 — с точкой соединения диодов 27 и 28 и первых выводов конденсатора 29 и резистора 30, вторые выводы которых подключены к второму входному выводу. Аноды диодов 27 и 28 подключены к коллекторам транзисторов 1 и 2. Между точкой соединения резисторов 25 и 26 и эмиттером транзистора 23 включен конденсатор 31. Переход эмиттер-база транзистора 23 зашунтирован диодом 32. Переходы эмиттер-база силовых транзисторов 1 и 2 зашунтированы конденсаторами 33 и 34. К вторичной обмотке 35 выходного трансформатора 4 подключен выпрямитель

36, на выход которого подключена нагрузка 37, зашунтирования сглаживающим конденсатором 38.

Двухтактный транзисторный преобразователь напряжения работает следующим образом.

При включении преобразователя открывается запускающий транзистор 23 благодаря отпирающему смещению на базе относительно эмиттера, поступающему через делитель, образованный резистором 24 и последовательно включенными резисторами 25, 26, 30. Напряжение источника питания через открытый запускающий транзистор 23 и последовательно включенный с ним резистор 19 поступает на базы силовых транзисторов 1 и 2 через обмотку 5 переключающего трансформатора 6. Диод 21 в момент запуска находится в непроводящем состоянии. Один из силовых транзисторов 1 и 2 неизбежно открывается в большей степени, чем другой, и благодаря наличию положительной обратной связи через обмотку 8 трансформатора 4, резистор 9 и трансформатор 6, возникает генерация. Благодаря ЭДС-самоиндукции, возникающей на концах обмотки 3 трансформатора 4 относительно среднего вывода этой обмотки, на цепочке из конденсатора 29 и резистора 30, подключенной через диоды 27 и 28 к концам указанной обмотки, возникает положительное напряжение относительно второго входного вывода, которое прикладывается через цепочку из последовательно включенных резисторов 26, 25 к базе транзистора 23 и через промежуток времени, определяемый временем перезаряда конденсатора 31 через резистор 26, напряжение на базе транзистора 23 становится положительным относительно эмиттера, и указанный транзистор закрывается, отключая резистор 22 от второго вывода источника питания. Диод 32 при этом ограничивает величину запирающего напряжения на базе транзистора 23 значением прямого падения напряжения на этом диоде.

Например, в установившемся момент времени открыт транзистор 1 и закрыт транзистор 2. Ток базы открытого транзистора 1 будет определяться величиной сопротивления резистора 9. При этом дроссель насыщения будет перемагничиваться напряжением, поступающим с движка подстроечного резистора 17, диод 15, дроссель 13, резистор 12. Ток намагничивания сердечника дросселя 13 не создает падения напряжения на резисторе 12, достаточного для открывания транзистора 10. Диоды 14 и 19 находятся в непроводящем состоянии, причем диод 19 защищает

транзистор 11 от инверсного включения. Через время, необходимое для полного перемагничивания дросселя насыщения 13, последний входит в насыщение, падение напряжения на нем становится незначительным, а падение напряжения на резисторе 12 резко возрастает, что приводит к открыванию транзистора 10, включенного по схеме эмиттерного повторителя. Начало обмотки 7 (помечено точкой) трансформатора 6 оказывается подключенным через эмиттерный повторитель на транзисторе 10 к другому концу обмотки 8 трансформатора 4, причем полярность напряжения на обмотке 7 трансформатора 6 изменяется на противоположную, а величина этого напряжения определяется положением движка резистора 17.

Напряжение на вторичной обмотке 5 трансформатора 6 также резко изменяет знак и происходит рассасывание неосновных носителей и закрывание транзистора 1. При этом этот процесс закрывания транзистора 1 происходит форсированно, так как обмотка 7 трансформатора 6 оказывается подключенной к отрицательному напряжению относительно первого отвода обмотки 8 трансформатора 4 через малые сопротивления проводящего диода 15, насыщенный дроссель 13 и малое выходное сопротивление эмиттерного повторителя на транзисторе 10. Конденсатор 33, поэтому быстро перезаряжается и не оказывает существенного влияния на процесс закрывания транзистора 1. После закрывания транзистора 1 полярности напряжений на обмотках трансформатора 4 изменяются на противоположные, поэтому дроссель 13 выходит из состояния насыщения и начинает перемагничиваться в противоположную сторону, не создавая при этом падения напряжения на резисторе 12, достаточного для открывания транзистора 11. Полярность напряжения на обмотке 5 трансформатора 6 становится открывающей для транзистора 2, но этот транзистор открывается не сразу, а с задержкой, определяемой величиной конденсатора 34 и резистора 9. Ток базы транзистора 2 будет определяться величиной резистора 9. Конденсатор 20 оказывается заряженным до напряжения, равного прямому падению напряжения, приводящего диода 21 и в дальнейшем оказывает форсирующее воздействие при запираии транзисторов 1 и 2, так как имеет отрицательную полярность относительно эмиттеров указанных транзисторов.

Когда напряжение на дросселе насыщения достигает значения, при котором он входит в насыщение, его сопротивление резко уменьшается падением напряжения

на резисторе 12, открывается повторитель напряжения на транзисторе 11, что приводит к подключению начала обмотки 7 трансформатора 6 через указанный повторитель к началу обмотки 8 трансформатора 4 и к перемене полярности на обмотке 7 трансформатора 6, вследствие чего форсированно закрывается транзистор 2, напряжения на обмотках трансформатора 4 изменяют полярности на противоположные, начинает открываться транзистор 1 и процессы повторяются. Напряжение из первичной обмотки 3 выходного трансформатора 4 передается во вторичную 35, и после выпрямления выпрямителем 36 прикладывается к нагрузке 37, шунтированной сглаживающим конденсатором 38.

Известно, что длительность полупериодов рабочей частоты преобразователей частоты, в которых используются насыщающиеся дроссели в качестве коммутирующих, определяется его временем перемагничивания. Указанное время обратно пропорционально напряжению, приложенному к обмотке дросселя. Поэтому, используя раздельное регулирование напряжений на дросселе насыщения 23 по полупериодам резисторами 16 и 17, осуществляется регулирование длительностей полупериодов и, уменьшая один из них и увеличивая другой, устанавливается симметричный режим работы преобразователя, при котором отсутствует подмагничивание сердечника выходного трансформатора 4 и минимальны потери энергии в преобразователе. При этом использование эмиттерных повторителей на транзисторах 10 и 11 позволяет снизить токи через коммутирующий дроссель 13 и резисторы 16 и 17, что уменьшает потери мощности на этих резисторах с одновременным обеспечением высоких скоростей перезаряда емкостей 33 и 34, шунтирующих эмиттерные переходы транзисторов 1 и 2 и, как следствие, приводит к форсированному запираии этих транзисторов. Задержка открывания силовых транзисторов 1 и 2, связанная с конечным временем заряда конденсатора 33 или 34 через резистор 9 и форсированное закрывание указанных транзисторов из-за быстрого перезаряда этих конденсаторов напряжениями противоположной полярности, существующими на движках резисторов 16 и 17 относительно первого отвода обмотки 8 трансформатора 4, через малые выходные сопротивления эмиттерных повторителей на транзисторах 10 и 11 с одновременным уменьшением скорости нарастания напряжений на коллекторах транзисторов 1 и 2, вследствие их шунтирования через диоды 27, 28 цепочкой

из конденсатора 29 и резистора 30, приводит к уменьшению сквозных токов через транзисторы 1 и 2, уменьшает коммутационные всплески на их коллекторах и уровень радиопомех.

Таким образом, предлагаемое техническое решение позволяет повысить надежность и уменьшить радиопомехи путем осуществления задержки момента включения одного из силовых транзисторов относительно момента выключения другого с одновременным уменьшением скорости нарастания напряжений на их коллекторах, осуществляемым элементами узла начального запуска и обеспечением симметричного режима перемагничивания сердечника выходного трансформатора, осуществляемым подбором необходимых напряжений по полупериодам на дросселе насыщения подстроечными резисторами, позволяющим полностью откорректировать длительности полупериодов выходного напряжения. Использование эмиттерных повторителей увеличивает скорости запираания силовых транзисторов, что уменьшает динамические потери при их переключении.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Двухтактный транзисторный преобразователь напряжения, содержащий силовые транзисторы, эмиттеры которых подсоединены к первому входному выводу, коллекторы подсоединены к крайним выводам первичной обмотки выходного трансформатора, средний вывод которой подсоединен к второму входному выводу, дроссель насыщения, диоды, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью повышения надежности и уменьшения радиопомех путем уменьшения выбросов напряжения на коллекторах силовых транзисторов и обеспечения симметрии работы выходного трансформатора, введены переключающий трансформатор, два дополнительных транзистора и диоды в их силовых и управляющих цепях, конденсаторы, шунтирующие управляющие переходы силовых транзисторов, узел начального запуска, причем первичная обмотка указанного переключающего трансформатора подклю-

на одним выводом к первому отводу обмотки обратной связи выходного трансформатора, один из крайних выводов которой подключен через первый резистор к другим выводам первичной обмотки переключающего трансформатора и к эмиттерам указанных дополнительных транзисторов разного типа проводимости, а также через второй резистор – к базам этих транзисторов, между первым и вторым отводами обмотки обратной связи выходного трансформатора включены крайние выводы двух подстроечных резисторов, средние выводы которых подключены через первый и второй диоды к одному выводу дросселя насыщения, другой вывод которого подключен к базам указанных дополнительных транзисторов, коллекторы которых через третий и четвертый диоды подключены к другому крайнему выводу обмотки обратной связи выходного трансформатора, крайние выводы первичной обмотки которого подключены через пятый и шестой диоды узла начального запуска, содержащего, кроме того, цепочку из параллельно соединенных третьего резистора и первого конденсатора, подключенных первыми выводами к второму входному выводу; вторыми выводами – к точкам соединения пятого и шестого диодов, а также через цепочку из последовательно соединенных четвертого и пятого резисторов – к базе запускающего транзистора, причем точка соединения четвертого и пятого резисторов соединена через второй конденсатор с эмиттером запускающего транзистора и с вторым входным выводом, переход эмиттер-база запускающего транзистора зашунтирован седьмым диодом, коллектор этого транзистора соединен через шестой резистор со средним выводом вторичной обмотки переключающего трансформатора и через цепочку из параллельно соединенных третьего конденсатора и восьмого диода – с эмиттерами силовых транзисторов, базы которых подключены к крайним выводам вторичной обмотки переключающего трансформатора и к первым выводам четвертого и пятого конденсаторов, вторые выводы которых объединены и подключены к эмиттерам силовых транзисторов.

Редактор М.Товтин

Составитель С.Коняхин
Техред М.Моргентал

Корректор Н.Ревская

Заказ 542

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