



УКРАЇНА

9818

СІ

H 02 M
3/335ДЕРЖАВНЕ
ПАТЕНТНЕ
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ
• НА ВИНАХІД

(54) ПЕРЕТВОРЮВАЧ ПОСТІЙНОЇ НАПРУГИ

1

(20)94311402,08 06.93

(21)4917930/SU

(22)11.03.91

(46)30.09.96. Бюл. №3

(56) 1. Авторское свидетельство СССР
Ns 1007167, кл. H 02 M 3/335, 1981.2. Авторское, свидетельство СССР №
1317598, кл. H 02 M 3/335, 1985 (прототип)

(71) Институт электродинамики АН УРСР

(72) Пономарев Ігор Григорович,
Світельський Олексій Леонідович, Мясніков
Олександр Геннадійович, Грінчук Ірина
Олександрівна

(73) Пономарев Ігор Григорович (UA)

(57) Преобразователь постоянного напряже-
ния, содержащий блок управления и две си-
ловые цепи, каждая из которых включает, по
меньшей мере, один транзисторный ключ,
трансформатор, первичная обмотка которо-

го включена последовательно с транзистор-
ным ключом, а вторичные обмотки, каждая
через соответствующий выпрямительный
диод, подключены к одному из выходных
выводов преобразователя, между которыми
включен конденсаторный фильтр, а выход-
ные выводы блока управления подключены
к управляющим входам транзисторных клю-
чей, отличающийся тем, что введены
два диода и два двухобмоточных дросселя,
первая обмотка каждого из которых включе-
на последовательно с каждым транзистор-
ным ключом и первичной обмоткой
трансформатора, при этом вторая обмотка
указанных дросселей подключена через со-
ответствующий введенный диод параллельно
первичной обмотке трансформатора
противоположного транзисторного ключа,
причем обмотки трансформатора выполне-
ны на одном магнитопроводе

Изобретение относится к электротехни-
ке и может быть использовано в системах
вторичного электропитания различной ра-
диоэлектронной аппаратуры.

Известен преобразователь постоянного
напряжения [1], содержащий две силовые
цепи, каждая из которых включает в себя
транзисторный ключ, соединенный после-
довательно с первичной обмоткой транс-
форматора, вторичная обмотка которого
через выпрямительный диод подключена к
LCO-фильтру, и общий насыщающийся
трансформатор. Недостатком такого преоб-
разователя является сравнительно невысо-
кий КПД и низкие массогабаритные
показатели. Связано это с тем, что транс-

форматоры силовых цепей работают в режи-
ме одностороннего намагничивания сердеч-
ника на относительно небольшом участке
кривой намагничивания, причем энергия,
накапливаемая в магнитном поле трансфор-
матора, возвращается в момент закрывания
ключа во входную цепь преобразователя.

Наиболее близким к предлагаемому по
технической сущности является преобразо-
ватель постоянного напряжения [2]. Преоб-
разователь содержит две силовые цепи,
каждая из которых включает в себя транзи-
сторный ключ, соединенный последователь-
но с первичной обмоткой трансформатора,
ключи двухсторонней проводимости кон-
денсатор, LCD-фильтр и блок управления

CS

00

00

O

Недостатками этого устройства являются относительно высокий уровень пульсаций выходного тока и напряжения, получаемый при сглаживании пульсаций линейно изменяющегося тока дросселя фильтра, а также невысокие массогабаритные показатели из-за необходимости использования дополнительного конденсатора и ключей двухсторонней проводимости для обеспечения двухполярного изменения индукции в сердечниках трансформаторов и необходимости использования большого по величине конденсатора LCD-фильтра для сглаживания пульсаций тока дросселя

Задачей изобретения является создание такого преобразователя постоянного напряжения, в котором путем обеспечения взаимной компенсации пульсаций линейно нарастающего тока трансформатора и линейно спадающего тока дросселя достигается уменьшение пульсаций выходного тока и напряжения, повышение КПД «улучшение массогабаритных показателей преобразователя

Поставленная задача решается таким образом, что в преобразователь постоянного напряжения, содержащий блок управления и две силовые цепи, каждая из которых включает по меньшей мере один транзисторный ключ, трансформатор, первичная обмотка которого включена последовательно с транзисторным ключом, а вторичные обмотки, каждая через соответствующий выпрямительный диод, подключены к одному из выходных выводов преобразователя, между которыми включен конденсаторный фильтр, а выходные выводы блока управления подключены к управляющим входам транзисторных ключей, согласно изобретению, введены два диода и два двухобмоточных дросселя, первая обмотка каждого из которых включена последовательно с каждым транзисторным ключом и первичной обмоткой трансформатора, при этом вторая обмотка указанных дросселей подключена через соответствующий введенный диод параллельно первичной обмотке трансформатора противоположного транзисторного ключа, причем обмотки трансформатора выполнены на одном магнитопроводе.

По сравнению с прототипом предлагаемое устройство отличается более низким уровнем пульсаций выходного тока и напряжения за счет взаимной компенсации пульсаций линейно нарастающего тока трансформатора и линейно спадающего тока дросселя, а также повышенным КПД из-за снижения потерь мощности в фильтрующем конденсаторе при уменьше-

нии пульсаций тока, Кроме того, это устройство имеет более высокие массогабаритные показатели, поскольку для сглаживания пульсаций используется меньший по величине фильтрующий конденсатор.

На фиг 1 представлена электрическая схема предлагаемого преобразователя постоянного напряжения; на фиг.2 - временные диаграммы, поясняющие его работу.

Преобразователь постоянного напряжения (см. фиг.1) содержит первую силовую цепь, включающую в себя транзисторные ключи 1 и 2 (число последовательно соединенных транзисторных ключей выбирается таким, которое обеспечивает оптимальный по напряжению режим работы каждого ключа), последовательно с которыми включены первичная обмотка 3 трансформатора 4 и первичная обмотка 5 дросселя 6, и вторую силовую цепь, включающую транзисторные ключи 7 и 8, последовательно с которыми включены другая первичная обмотка 9 трансформатора 4 и первичная обмотка 10 дросселя 11. Вторичные обмотки 12 и 13 трансформатора 4 через диоды 14 и 15 соответственно подключены к выходным выводам 16 и 17, между которыми включен фильтрующий конденсатор 18. Выходные выводы блока 19 управления соединены с управляющими электродами транзисторных ключей 1, 2, 7 и 8. Вторичная обмотка 20 дросселя 6 через диод 21 подключена к обмотке 9 трансформатора 4, а вторичная обмотка 22 дросселя 11 через диод 23 подключена к обмотке 3 трансформатора 4. Позицией 24 на фиг 1 обозначена нагрузка преобразователя.

Преобразователь работает следующим образом.

Блок 19 управления, на который по цепи обратной связи могут поступать сигналы датчиков токов и напряжений, вырабатывает импульсы управления транзисторными ключами 1, 2, 7 и 8.

Необходимо отметить, что наибольший положительный эффект при работе устройства достигается в случае, когда выполняются следующие условия

$$\frac{W_2 Q}{W_5} \quad \frac{W_{22}}{W_{10}} = \frac{W_9}{W_3} \quad (1)$$

2 U aIX

U_{nx}

W₃ W_g

где W₂₀ и W_s - числа витков обмоток 20 и 5 дросселя 6.

W₂₂ и W₁₀ - числа витков обмоток 22 и 10 дросселя 11:

Wg , $W3$, $W12$ и Wn - числа витков обмоток 9, 3, 12 и 13 трансформатора 4;

$U_{пнх}$ и $U_{вх}$ - величины выходного и входного (питающего) напряжения преобразователя.

5

При выполнении условий (1) очередные импульсы управления $U_{i,2}$ и $U_{7,8}$ (см. фиг.2) в моменты переводят транзисторные ключи 1 и 2 в открытое состояние, а ключи 7 и 8 - в закрытое состояние, в результате чего к цепи "обмотка 3 трансформатора 4 - обмотка 5 дросселя 6" прикладывается напряжение $U_{ох}$, которое делится между указанными обмотками поровну.

Начиная с момента t_i в цепи обмотки 5 дросселя 6 протекает линейно нарастающий ток i_5 , а в цепи обмотки 22 дросселя 11 - линейно спадающий ток I_{22} . Поскольку оба этих тока текут через обмотку 3 трансформатора 4 в одном направлении, причем при выполнении условий (1) скорость нарастания тока i_5 равна скорости спада тока I_{22} . то в течение времени t_1-t_2 через обмотку 3 протекает постоянный по величине ток i_3 , равный сумме токов I_{22} и I_5 . Одновременно с этим, в обмотке 12 трансформатора 4 протекает постоянный по величине трансформируемый ток i_{12} , который через диод 14 течет в нагрузку 24.

В момент t_2 импульсы управления $U_{i,2}$ и $U_{7,8}$ блока 19 переводят транзисторные ключи 1,2 в закрытое состояние, а транзисторные ключи 7,8 - в открытое состояние. При этом полярность напряжений на обмотках трансформатора 4 изменяется и в течение времени t_2-t_3 в схеме устройства протекают процессы, аналогичные тем, которые имели место в течение времени t_1-t_2 . с той разницей, что линейно нарастающий ток течет в цепи обмотки 10 дросселя 11 (ток I_{10}); линейно спадающий ток - в цепи обмотки 20 дросселя 5 (ток I_{20}), а постоянный по величине ток - в цепях обмоток 9 и 13 трансформатора 4 (токи i_9 и i_{13}). При этом ток течет в нагрузку 24 через диод 15.

В момент t_3 транзисторные ключи 1,2 снова открываются, а транзисторные ключи 7,8 - закрываются и процесс повторяется, обеспечивая протекание постоянного тока в цепи нагрузки 24.

Рассмотренным выше режим работы преобразователя, как отмечалось выше, возможен лишь при выполнении условий (1), поскольку в этом случае справедливо также соотношение;

(2)

где t_n и t_c - времена нарастания и спада тока в дросселях 6 и 11,

В случаях, когда условия (1) не выполняются, справедливо другое соотношение, получаемое из условия равенства накапливаемой и отдаваемой за один период в нагрузку 24 энергий дросселями 6 и 11

$$t_c = t_n + t_n, \quad (3).$$

где t_n - время паузы, соответствующее закрытому состоянию всех транзисторных ключей.

На фиг.2 такой режим показан, начиная с момента времени X_l . Рассмотрим процессы, имеющие место в преобразователе при выполнении условия (3).

В течение времени t_s-t_e транзисторные ключи 1 и 2 открыты и через обмотку 5 дросселя 6 протекает линейно нарастающий ток I_5 , а через обмотку 22 дросселя 11 - линейно спадающий ток I_{22} . Ток i_3 , протекающий через обмотку 3 трансформатора 4 и равный сумме токов I_5 и I_{22} , "ГФИ ЭТОМ НЕМНОГО УВЕЛИЧИВАЕТСЯ, ПОСКОЛЬКУ СКОРОСТЬ НАРАСТАНИЯ ТОКА I_5 БОЛЬШЕ СКОРОСТИ СПАДАНИЯ ТОКА I_{22} И, СЛЕДОВАТЕЛЬНО, ПОЛНОЙ ВЗАИМНОЙ КОМПЕНСАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ ЭТИХ ТОКОВ НЕ ПРОИСХОДИТ. Соответствующим образом, изменяется трансформируемый ток I_{12} , протекающий в цепи обмотки 12 трансформатора 4, и ток

В момент t_6 транзисторные ключи 1 и 2 закрываются и до момента t_7 закрыты все ключи. В это время через обмотку 3 трансформатора 4 течет ток обмотки 22 дросселя 11 (ток I_{22}), а через обмотку 9 трансформатора 4 - ток обмотки 20 дросселя 5 (ток i_{10}). Поскольку указанные токи текут во встречном направлении (ток I_{22} - от начала к концу обмотки, а ток i_{10} - от конца к началу обмотки), причем ток I_{20} больше по величине, чем ток I_{22} - то полярность напряжений на обмотках трансформатора 4 определяется направлением протекания тока I_{20} , а в обмотке 12 трансформатора 4 трансформируется ток I_{13} , равный разности токов I_{20} и I_{22} (см. пунктирная линия на фиг 2) В связи с этим на кривой тока нагрузки ($i_2 < i_1$) в течение времени t_e-t_f появляется "провал" тока.

В момент t_7 транзисторные ключи 7 и 8 открываются и в течение времени t_7-t_e через обмотку 10 дросселя 11 протекает линейно нарастающий ток I_{10} , через обмотку 20 дросселя 5 - линейно спадающий ток i_{10} . а через обмотку 9 трансформатора 4 - ток i_9 , равный сумме токов i_{10} и I_{20} . Из-за неполной компенсации изменений этих токов, ток нагрузки I_{24} В Течение Времени $T \cdot T_{18}$ неМНОГО увеличивается.

В момент t_8 транзисторные ключи 7 и 8 закрываются и до момента t_9 закрыты все

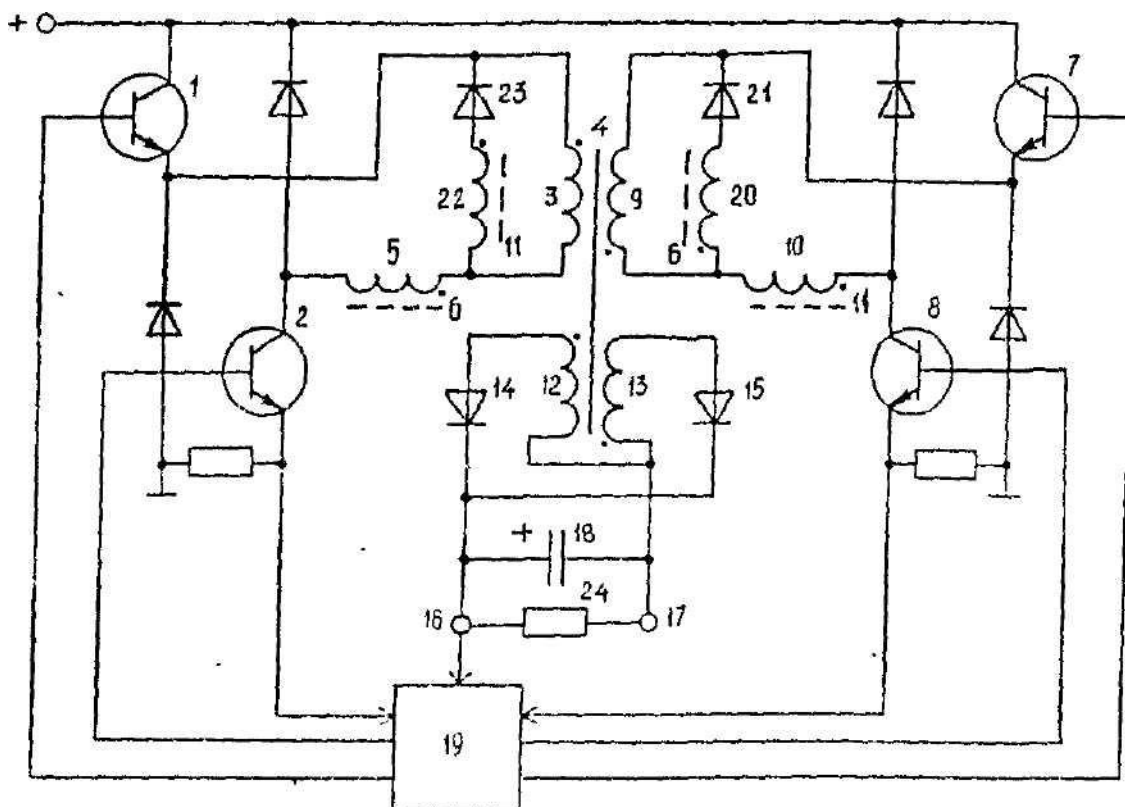
ключи 8 течение времени t_e-t_g в схеме устройства протекают процессы, аналогичные тем которые имели место в течение времени t_6-t_7 . с той разницей, что ток I_{22} оказывается большим по величине, чем ток I_{20} . В связи с этим полярность напряжений на обмотках трансформатора 4 определяется направлением протекания тока V_n , а ток I_g , равный разности токов (I_g и I_{20} трансформируется в обмотке 12 трансформатора 4. Следовательно, на кривой тока нагрузки (i_g-O в течение времени t_e-t_g также появляется "провал" тока

В момент t_3 транзисторные ключи 1 и 2 снова открываются и далее процесс продолжается аналогичным образом.

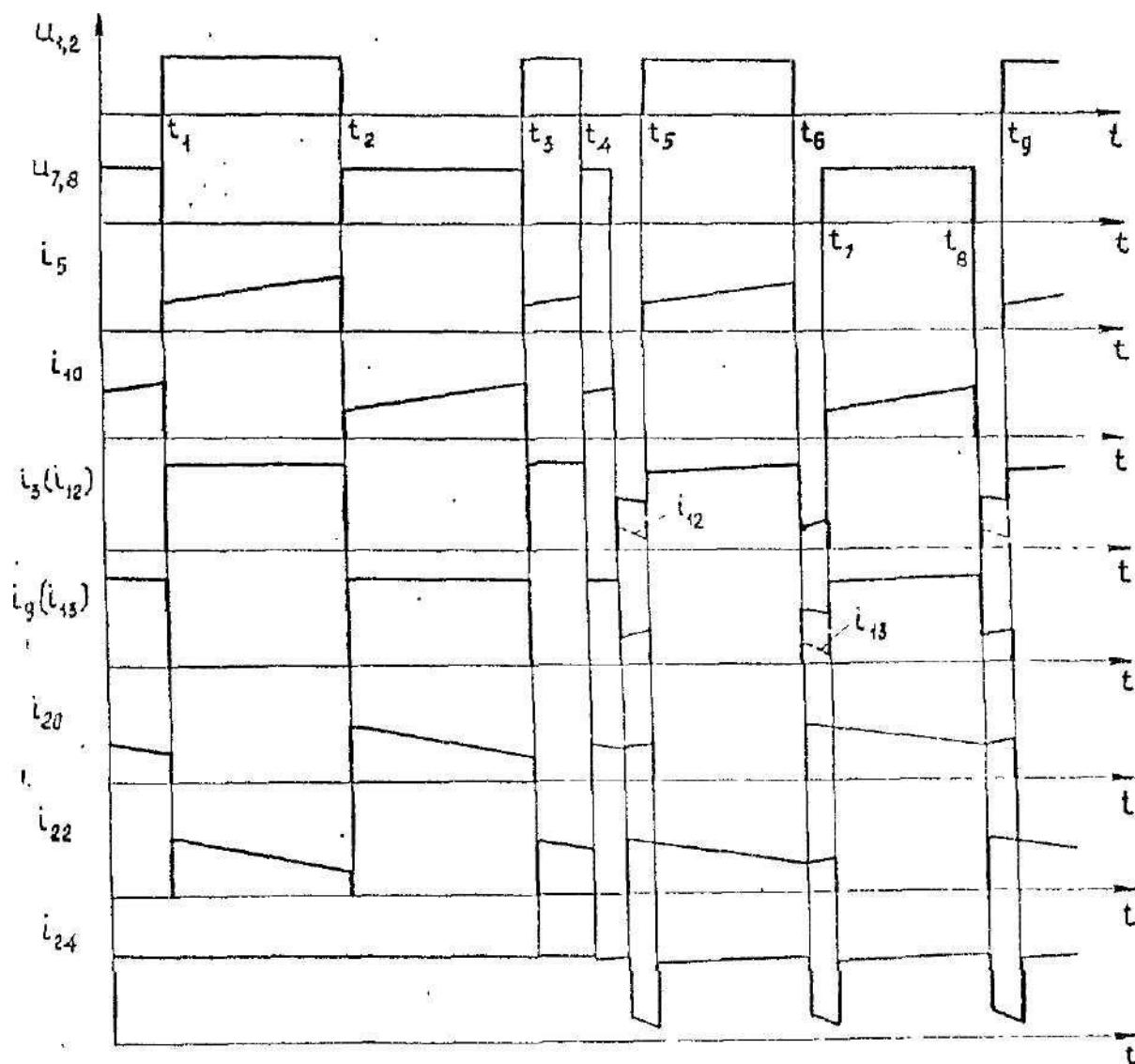
Таким образом, в преобразователе благодаря введению дополнительных обмоток трансформатора и второго двухобмоточного дросселя осуществляется взаимная компен-

сация изменений токов двухобмоточных дросселей и трансформатора. При выполнении условий (1) обеспечивается практически полная взаимная компенсация этих изменений, то есть получение наибольшего положительного эффекта. В случаях, когда условия (1) не выполняются, имеет место неполная компенсация изменений указанных токов, что приводит к некоторому увеличению пульсаций выходного тока.

Преобразователь обеспечивает резкое уменьшение пульсаций выходного тока и напряжения по сравнению со всеми известными устройствами, повышение КПД за счет уменьшения потерь мощности в фильтрующем конденсаторе и улучшение массогабаритных показателей за счет использования меньшего по величине фильтрующего конденсатора.



Фиг 1



Упорядник _____

Техред М.Моргентал _____

Коректор Л.Ліврінц _____

Замовлення 4553

Тираж _____

Підписне _____

Державне патентне відомство України,
254655, ГСП, Ки?в-53, Львівська пл.. 8

Відкрите акціонерне товариство "Патент", м. Ужгород» вул.Гагаріна, 101 *

