



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1517103** **A2**

(51)4 Н 02 М 3/335

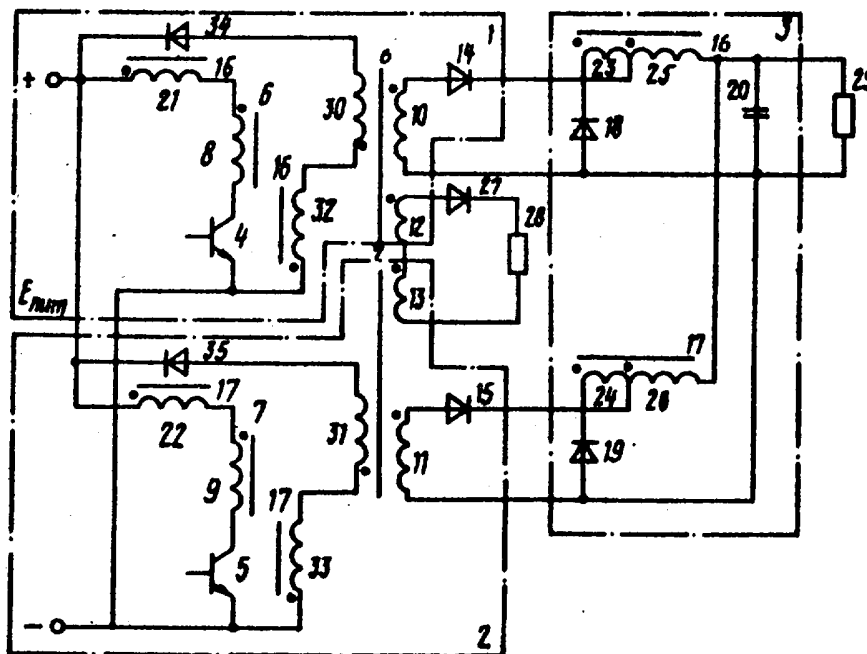
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

ВСЕСОЮЗНАЯ  
ПАТЕНТНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ  
БИБЛИОТЕКА

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (61) 951596  
(21) 4367548/24-07  
(22) 25.01.88  
(46) 23.10.89. Бюл. № 39  
(71) Винницкий завод радиотехнической аппаратуры  
(72) С.Д. Рудык и В.Е. Турчанинов  
(53) 621.314.57(088,8)  
(56) Авторское свидетельство СССР № 951596, кл. Н 02 М 3/335, 1982.  
(54) ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ  
(57) Изобретение относится к электротехнике, в частности к преобразовательной технике, может применяться в источниках вторичного электропитания радиоэлектронной аппаратуры. Цель изобретения - повышение надежности и

уменьшение уровня генерируемых высокочастотных помех путем ограничения импульсов коллекторного тока в транзисторах ячеек. Общий LCD-фильтр 3 преобразователя содержит два дросселя 16, 17 на отдельных магнитопроводах, два рекуперационных диода 18, 19 и общий сглаживающий конденсатор 20, причем каждый дроссель фильтра выполнен трехобмоточным. При этом минимальный объем сглаживающего конденсатора фильтра преобразователя достигается при отношении числа витков первой и второй обмоток каждого дросселя сглаживающего фильтра равным коэффициенту трансформации выходных трансформаторов соответствующих однотактных ячеек. 1 з.п. ф-лы, 3 ил.



Фиг. 1

(19) **SU** (11) **1517103** **A2**

Изобретение относится к электро-технике, в частности к преобразовательной технике, может применяться в источниках вторичного электропитания радиоэлектронной аппаратуры и является усовершенствованием устройства по авт. св. № 951596.

Целью изобретения является повышение надежности и уменьшение уровня генерируемых высокочастотных помех путем ограничения импульсов коллекторного тока в транзисторах ячеек.

На фиг. 1 приведена схема преобразователя постоянного напряжения, в котором однотактные ячейки подключены к источнику питания параллельно; на фиг. 2 - вариант схемы, в котором однотактные ячейки подключены к источнику питания последовательно; на фиг. 3 - временные диаграммы, поясняющие работу преобразователя постоянного напряжения по фиг. 1, при противофазном управлении однотактными ячейками.

Преобразователь постоянного напряжения (фиг. 1) состоит из двух однотактных преобразовательных ячеек 1 и 2, работающих противофазно на общий сглаживающий фильтр 3:

Каждая из однотактных преобразовательных ячеек состоит из силового ключа 4(5), подключенного к силовому трансформатору 6(7), содержащему первичную 8(9), вторичную 10(11) и дополнительную 12(13) обмотки. При этом вторичные обмотки 10(11) выходных трансформаторов 6(7) подключены к общему сглаживающему фильтру через выпрямительные диоды 14(15). Общий сглаживающий фильтр 3 преобразователя выполнен, состоящим из двух дросселей 16(17), двух рекуперационных диодов 18(19) и сглаживающего конденсатора 20. Причем каждый дроссель фильтра выполнен трехобмоточным, первые обмотки 21(22) которых включены последовательно с первичными обмотками 8(9) выходных трансформаторов 6(7) однотактных ячеек 1(2). Один вывод обмотки 23(24) каждого дросселя фильтра соединен с катодом соответствующего рекуперационного диода 18(19). Точка соединения другого вывода второй обмотки каждого дросселя с первым выводом третьей обмотки 25(26) дросселя подключена к соответствующим выпрямительным диодам однотактных преобразовательных ячеек.

Вторые выводы третьих обмоток дросселей фильтра 3 объединены и подключены к сглаживающему конденсатору преобразователя. Дополнительные обмотки 12 и 13 выходных трансформаторов 6 и 7 соединены друг с другом через диод 27 и резистор 28.

Выход преобразователя постоянного напряжения подсоединен к нагрузке 29. В каждой однотактной преобразовательной ячейке имеются дополнительные элементы, предназначенные для фиксации напряжения на силовых ключах ячеек - дополнительные обмотки выходных трансформаторов 30 и 31, дополнительные обмотки 32 и 33 дросселей фильтра преобразователя, диоды 34 и 35 соответственно.

Вариант преобразователя постоянного напряжения (фиг. 2) отличается от ранее описанного только элементами, предназначенными для фиксации напряжения на силовых ключах однотактных ячеек.

Таковыми элементами для преобразователя (фиг. 3) являются фиксирующие диоды 36 и 37 и конденсаторы 38 и 39 емкостного делителя напряжения.

Преобразователь постоянного напряжения (фиг. 1) работает следующим образом.

Силовые транзисторы 4 и 5 включаются попеременно, так как управляющие напряжения на их базах сдвинуты по фазе на  $180^\circ$  относительно друг друга. Когда положительный импульс, подаваемый на базу, включает силовой транзистор 4, выпрямительный диод 14 начинает проводить ток и энергия поступает на выходной дроссель 16 и нагрузку 29 преобразователя. На этом этапе увеличивается намагничивающий ток первичной обмотки трансформаторов, который протекает по последовательно соединенным первичной обмотке 8 выходного трансформатора 6 и первой обмотке 21 дросселя 16. Этот ток на интервале  $(t_1, t_2)$ , фиг. 3) намагничивает сердечник выходного трансформатора 6 в прямом направлении. Накопление энергии в дросселе сглаживающего фильтра на этом интервале времени происходит за счет протекания токов: по первой обмотке 21 - тока коллектора силового транзистора 4, по второй обмотке 23 - тока вторичной обмотки трансформатора 6.

На этом же интервале времени за счет ЭДС на обмотке 12 начинает протекать ток по цепи 12-27-28-13-12, намагничивая сердечник выходного трансформатора 7 в обратном направлении путем протекания намагничивающего тока по дополнительной обмотке 13. В момент времени  $t_2$  на базу транзистора 4 подается импульс запирающего напряжения и он выключается. При этом выпрямительный диод 14 запирается и часть энергии, накопленной в дросселе 16, передается в нагрузку 29 преобразователя, вызывая ток по цепи: 23-25 - параллельное соединение конденсатора 20 и нагрузки 29 - рекуперационный диод 18-23. Этот процесс происходит на интервале времени ( $t_2 - t_6$ ).

Одновременно с этими процессами, начиная с момента времени  $t_2$ , происходит рекуперация энергии, накопленной в сердечнике выходного трансформатора 6, в источник питания преобразователя по цепи: 30-34 - источник питания преобразователя - 32-30. При этом на интервале времени ( $t_2 - t_3$ ) на обмотках выходного трансформатора возникает ЭДС по знаку противоположная той, которая наводилась на них на интервале времени ( $t_1 - t_2$ ). В момент времени  $t_3$  процесс рекуперации энергии сердечника выходного трансформатора 6 заканчивается и ЭДС на его обмотках падает до нуля.

В момент времени  $t_4$  открывается транзистор 5 однотактной преобразовательной ячейки 2 и за счет ЭДС на обмотке 13 начинает проникать ток по цепи 13-12-27-28-13, при этом происходит намагничивание сердечника силового трансформатора 6 в обратном направлении. Этот процесс идет на интервале времени ( $t_4 - t_5$ ). В момент времени  $t_6$  на базу транзистора 4 подается положительный импульс, и процессы в однотактной преобразовательной ячейке 1 повторяются. Все процессы в однотактной преобразовательной ячейке 2 проходят аналогично, но со сдвигом по фазе на  $180^\circ$ .

Процессы в варианте предлагаемого преобразователя (фиг. 2) проходят аналогично за исключением того, что рекуперация энергии, накопленной в сердечнике выходного трансформатора 6(7), в источник питания преобразо-

вателя идет по цепи 8-39-37-21-8 (9-22-36-38-9).

Изменением отношения числа витков второй и третьей обмоток (23, 25 и 24 26) каждого дросселя обеспечивается перераспределение функций преобразования энергии между выходными трансформаторами и дросселями выходного фильтра преобразователя, а следовательно, перераспределение объемов, занимаемых этими элементами.

При изменении соотношения между числами витков первой и второй обмоток каждого дросселя фильтра изменяется амплитуда и форма тока через сглаживающий конденсатор фильтра преобразователя.

Определяют условие "безразрывного" тока конденсатора выходного фильтра, т.е. условие режима, соответствующего минимальной амплитуде тока, протекающего через конденсатор 20.

Обозначают через  $n = \frac{W_2}{W_{10}} = \frac{W_3}{W_{11}}$  коэффициент трансформации выходных трансформаторов однотактных преобразовательных ячеек.

Принимая, что потери во всех элементах преобразователя равны нулю, обе однотактные преобразовательные ячейки загружены симметрично, получают соотношение

$$I_k \cdot n = \frac{I_H}{2}, \quad (1)$$

где  $I_k$  - среднее значение тока коллектора силового транзисторного ключа на интервале замкнутого состояния;  $I_H$  - величина постоянного тока нагрузки преобразователя.

Минимальный ток сглаживающего конденсатора фильтра преобразователя соответствует треугольной форме этого тока. Как только появляется изменение амплитуды токов обмоток 25 и 26 дросселей 16 и 17 в моменты коммутации (моменты времени  $t_1$ ,  $t_2$  и  $t_6$ ), в ток сглаживающего конденсатора 20 возникает прямоугольная составляющая и величина тока возрастает. Таким образом, условием "безразрывного" тока через конденсатор 20 и условием наименьшего его объема является равенство

$$I_{\text{нак } W_{25}(W_{26})} = I_{\text{рас } W_{25}(W_{26})} = 2I_k \cdot n, \quad (2)$$

где  $I_{\text{нак } W_{25}(W_{26})}$  - среднее значение тока, протекающего по обмотке 25(26)

дросселя на этапе накопления энергии;  $I_{рас} W_{25(26)}$  - среднее значение тока, протекающего по обмотке 25(26) дросселя на этапе расходования энергии.

Из условия равенства ампер-витков дросселей сглаживающего фильтра на интервалах времени замкнутого и разомкнутого состояний силовых ключей следует

$$I_k \cdot W_{21(22)} + I_k \cdot n \cdot W_{25(26)} = I_k \cdot n [W_{23(24)} + W_{25(26)}], \quad (3)$$

откуда

$$I_k \cdot W_{21(22)} = I_k \cdot n \cdot W_{23(24)}$$

или

$$\frac{W_{21(22)}}{W_{23(24)}} = n. \quad (4)$$

Из выражения (4) следует, что при отношении чисел витков первой и второй обмоток каждого дросселя сглаживающего фильтра равным коэффициенту трансформации выходных трансформаторов соответствующих однотактных ячеек, амплитуда тока через конденсатор сглаживающего фильтра, а следовательно, и его объем минимальны. На фиг. 3 даны диаграммы, соответствующие выполнению условия (4), штриховой линией показаны диаграммы для случая нарушения этого условия.

Преобразователь постоянного напряжения, по сравнению с известным техническим решением, имеет ряд технико-экономических преимуществ: повышение надежности. Это объясняется тем, что во входной цепи каждой однотактной преобразовательной ячейки присутствует обмотка дросселя, т.е. элемент, в котором невозможны мгновенные изменения тока, что предотвращает выход из строя силовых транзисторов даже при насыщении сердечников выходных трансформаторов преобразовательных ячеек. Кроме того, по этой же причине ограничиваются импульсные перегрузки силовых транзисторов однотактных ячеек при их открытии на интервале времени, соответствующем времени восстановления обратного сопротивления диодов выпрямителей и фильтра преобразователя. Дополнительным преимуществом является то, что при построении на основе

предлагаемого технического решения стабилизированного источника питания упрощается схема управления преобразователем и цепи формирования базовых сигналов силовых транзисторов, так как отпадает необходимость в жестком ограничении коэффициентов заполнения импульсов напряжений на обмотках выходных трансформаторов преобразователя; уменьшение уровня высокочастотных помех за счет уменьшения импульсных перегрузок диодов выпрямителей и рекуперационных диодов выходного фильтра преобразователя на интервале времени, соответствующем времени восстановления обратного сопротивления этих диодов.

Величина этих перегрузок ограничена за счет наличия дросселя в первичных цепях однотактных преобразовательных ячеек.

Кроме того, дополнительное сокращение объема сглаживающего конденсатора достигается при выполнении условия

$$\frac{W_{21(22)}}{W_{23(24)}} = \frac{W_8(9)}{W_{10(11)}} = n.$$

При этом в токе сглаживающего конденсатора фильтра преобразователя отсутствует прямоугольная составляющая.

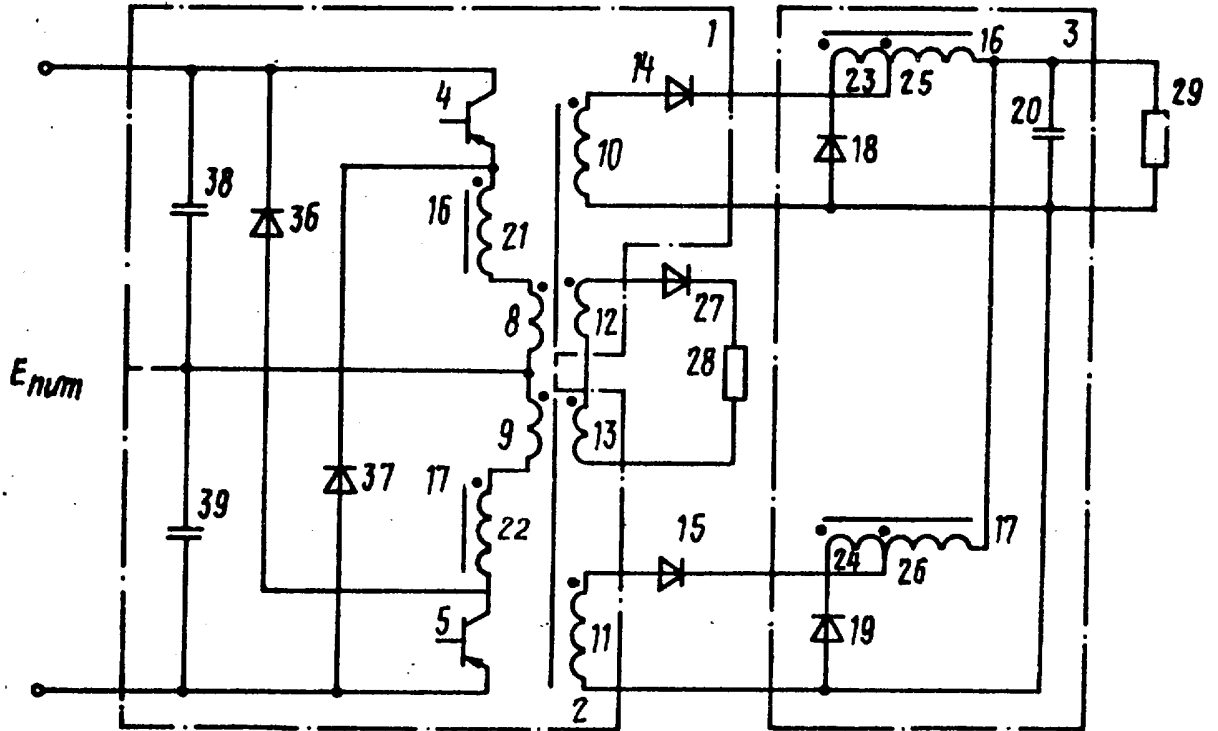
#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Преобразователь постоянного напряжения по авт. св. № 951596, отличающийся тем, что, с целью повышения надежности и уменьшения уровня генерируемых высокочастотных помех путем ограничения импульсов коллекторного тока в транзисторах ячеек, общий LCD-фильтр преобразователя содержит два дросселя на отдельных магнитопроводах, два рекуперационных диода и общий сглаживающий конденсатор, причем каждый дроссель фильтра выполнен трехобмоточным, первая обмотка включена последовательно с первичной обмоткой выходного трансформатора соответствующей однотактной ячейки, один вывод второй обмотки соединен с соответствующим рекуперационным диодом, точка соединения другого вывода второй обмотки с первым выводом третьей обмотки через выпрямитель подключена к вторичной обмотке выходного трансформатора соответствующей однотактной ячейки,

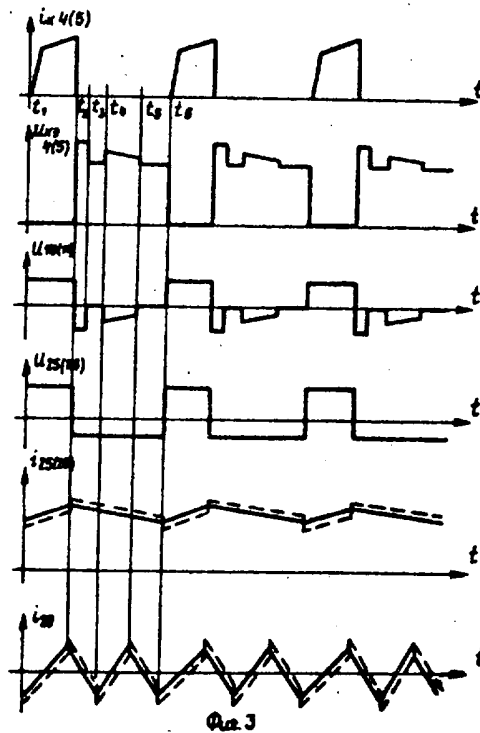
а вторые выводы третьих обмоток дросселей объединены и подключены к общему сглаживающему конденсатору фильтра преобразователя.

2. Преобразователь по п. 1, отличающийся тем, что отно-

шения чисел витков первой и второй обмоток каждого дросселя сглаживающего фильтра равны коэффициентам трансформации выходных трансформаторов соответствующих однотактных ячеек.



Фиг. 2



Фиг. 3