

A. M. Repin. AC-to-DC Converter. P12.

A. M. Repin. Preobrazovatel' peremennogo napryazheniya v postoyannoye.

А. М. Репин. Преобразователь переменного напряжения в постоянное. //Гос.Ком.Изобр. Откр. (ГКИО СССР). Авт.Свид.Из. (АСИ СССР). № SU 107669. БИ. № 1. 1.10.1983-30.1.1984. Заявл. 30.7.1982. № 345133/24-07. МПК H02M7/08.

Анонс. Впервые в авторском дизайне и с Авторским Свидетельством (АСИ) публикуется описание данного изобретения. Но качество, ошибки в сканкопиях описания не исправлены. По ясным причинам.



СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 1070669

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Государственный комитет СССР по делам изобретений и открытий выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:
"Преобразователь переменного напряжения в постоянное"

Автор (авторы): Репин Аркадий Михайлович

Заявитель:

Заявка № 3475133 Приоритет изобретения 30 июля 1982г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР

1 октября 1983г.

Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

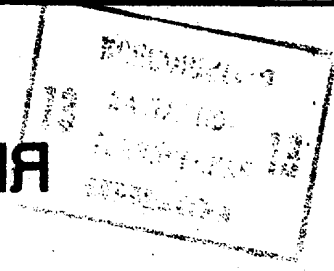
Начальник отдела



3(5D) Н 02 М 7/08

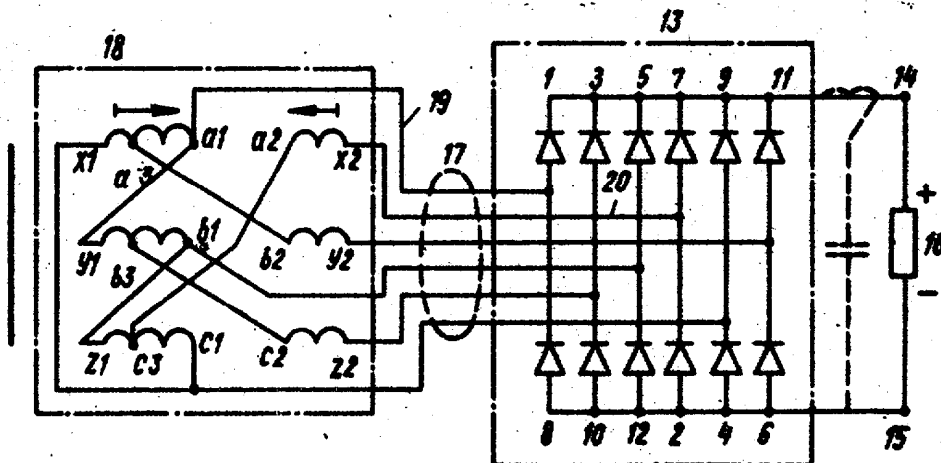
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 3475133/24-07
- (22) 30.07.82
- (46) 30.01.84. Бюл. № 4
- (72) А.М.Репин
- (53) 621.314.6(088.8)
- (56) 1. Розанов Ю.К. Основы силовой преобразовательной техники. М., "Энергия", 1979, с.81, рис.2.22 а,б.
- 2. Патент США № 3.026.467, кл. 321-5, 1962.
- 3. Краус Л.А. и др. Проектирование стабилизированных источников электропитания радиоэлектронной аппаратуры. М., "Энергия", 1980, с.159, рис.7.14.
- 4. Авторское свидетельство СССР № 748.728, кл. Н 02 М 7/06, 1976.
- 5. Авторское свидетельство СССР № 858.187, кл. Н 02 М 7/06, 1978.
- (54) (57) 1. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ В ПОСТОЯННОЕ, содержащий шестиступенчатый вентильный мост и трехфазный трансформатор, вентильные обмотки которого разделены в каждой фазе на две секции, первые секции фаз соединены в треугольник и снабжены каждой отводом, делящим ее на малую и большую час-

ти, вторая секция одной из фаз одним своим выводом подключена к отводу первой секции смежной фазы в порядке их индексного чередования и согласно с большей частью первой секции, другие выводы вторых секций и выводы первых секций подключены посредством шести линий к входам по переменному току вентильного моста, выводы которого по постоянному току образуют выходные выводы, отличающиеся тем, что, с целью улучшения энергетических и качественных показателей путем повышения выходного напряжения, снижения уровня его низкочастотной модуляции, числа витков малой и большей частей каждой первой секции вентильных обмоток установлены в соотношении $(1-\sqrt{3}/3)/2 : (1+\sqrt{3}/3)/2$, число витков каждой второй секции вентильных обмоток относится к числу витков первой секции, как $\sqrt{3}/3 : 1$, при этом вторые секции вентильных обмоток подключены к их первым секциям в порядке прямого их индексного чередования, а магнитопровод трансформатора выполнен пространственным.



Фиг. 1

(19) SU (11) 1070669 A

2. Преобразователь по п.1, о т -
л и ч а ю щ и й с я тем, что шести-
ячейковый вентильный мост разделен
на два трехячейковых вентильных мос-
та, которые подключены соответст-

венно к первым и вторым секциям об-
моток и соединены между собой по
цепи постоянного тока через индук-
тивности, зашунтированные конденса-
тором.

1

Изобретение относится к электро-
технике и может быть использовано в
качестве вторичного источника элект-
ропитания, преимущественно при от-
носительно повышенных токах потреб-
лении и напряжении нагрузки, замет-
но превышающем (примерно на поря-
док) падение напряжения на пре-
образовательном элементе, что влия-
ет на КПД устройства.

Известны мостовые преобразова-
тели с 12-кратной частотой пульса-
ции, содержащие группу вентиля и
два либо один трехфазный трансфор-
матор, сетевые обмотки которых
соединены в звезду и треугольник,
либо в звезду или треугольник, а
их вентильные обмотки, разделенные
в каждой фазе на две или четыре сек-
ции, соединены соответственно в две
прямые трехлучевые звезды, либо в
звезду и треугольник либо в два
неравноплечных зигзага - левый и
правый. Эти соединения подключены
посредством шести линий к двум
трехячейковым вентильным мостам,
образованным упомянутыми вентилями,
которые с целью перераспределения
тока нагрузки включены между собой
параллельно однополярно, причем
либо непосредственно, либо через
один или два уравнивательных реакто-
ра [1], [2] и [3].

Указанные преобразователи обеспе-
чивают расщепление тока нагрузки
по отдельным параллельным преобра-
зовательным ячейкам и, как следствие,
возможность применения более слабо-
точных и менее мощных элементов по
сравнению с нерасщепленными вариан-
тами, а также получение сравнитель-
но высокой (теоретически 12-кратной)
частоты пульсации выходного напря-
жения при относительно низком ее
уровне, что позволяет существенно
улучшить массогабаритные и стоимост-
ные показатели (МГСП) сглаживающих
фильтров, упростить средства ста-
билизации напряжения и защиты от
создаваемых преобразователем помех,
улучшить коэффициент первичного ис-
точника, тем самым обеспечить более
экономное потребление энергии.

Недостатками указанных устройств
является наличие уравнивательных реак-

2

торов, потребляющих до 10-20% мощ-
ности источника и двух либо одного
с повышенной мощностью трехфазных
трансформаторов, либо сравнительно
большое число витков вентильных об-
моток при относительно повышенной
мощности силового трансформатора,
приводящей к увеличению МГСП устрой-
ства.

5 Если в качестве базового числа
10 витков принять некоторое число
витков с амплитудой напряжения на
них, равной амплитуде выходного
напряжения, то суммарное витковое
15 число в указанных устройствах сос-
тавляет $W_{\Sigma \alpha} = W_{\Sigma} / w_{\alpha} = 4,732$, что не
является минимальным.

20 Кроме того, указанные устройства
не позволяют получить выходное напря-
жение больше амплитуды переменной
ЭДС, формируемой на секции вен-
тильных обмоток, соединенных в тре-
угольник.

Известен преобразователь с
25 12-кратной частотой пульсации, со-
державший трехфазный трансформатор,
вентильные обмотки которого разде-
лены в каждой фазе на две секции
при соотношении их чисел витков
1: $\sqrt{3}/3$, первые секции фаз (с боль-
шим числом витков) соединены в тре-
30 угольник и снабжены каждая отводом,
делящим их на малую и большую час-
ти в соотношении $(1-\sqrt{3}/3) : \sqrt{3}/3$,
вторая секция одной из фаз одним
своим выводом подключена к отводу
35 первой секции смежной фазы в по-
рядке прямого их индексного чередо-
вания и встречно с большей частью
первой секции. При этом другие вы-
40 воды вторых секций и выводы первых
секций подключены посредством шес-
ти линий к шестиячейковому вентиль-
ному мосту, выводы которого по по-
стоянному току образуют выходы уст-
45 ройства [4].

Однако данное устройство при
сравнительно большом суммарном чис-
ле витков вентильных обмоток
($W_{\Sigma \alpha} = 4,732$), имеет несколько более
50 усложненный монтаж и повышенную га-
баритную (вольт-амперную) мощность.

Известен мостовой преобразователь
переменных напряжений в постоянные
с 12-кратной частотой пульсации,

содержащий шестичейковый вентиляный мост и трехфазный трансформатор, вентиляльные обмотки которого разделены в каждой фазе на две секции, первые из них соединены в треугольник и снабжены каждая отводом, делящим их на малую и большую части, вторая секция одной из фаз одним своим выводом подключена к отводу первой секции смежной фазы в порядке их индексного чередования и согласно с большей частью первой секции, другие выводы вторых секций и выводы первых секций подключены посредством шести линий к выводам по переменному току упомянутого вентиляного моста, выводы которого по постоянному току образуют выходные выводы [5].

При этом первая и вторая секции разных фаз соединены между собой в обратном порядке их индексного чередования, число витков второй секции каждой фазы обмоток относительно числа витков первой их секции установлено в соотношении $(2/\sqrt{3}-1):1$, а число витков малой и большой частей каждой первой секции относятся между собой как $(1-\sqrt{3}/3):\sqrt{3}/3$.

Однако известное устройство не позволяет получить выходное напряжение, превышающее амплитуду ЭДС секции обмоток, соединенных в треугольник, вследствие чего при заданном выходном напряжении напряжение на этих секциях (число витков на каждой из них) оказывается сравнительно повышенным.

Кроме того, в случае применения плоского магнитопровода вследствие присущей такой системе асимметрии магнитной цепи, проявляется нежелательное явление низкочастотной модуляции выходного напряжения, приводящее к росту массы, объема, стоимости сглаживающих фильтров, дополнительному расходу мощности и ценных материалов, ухудшению КПД и качества потребляемой энергии, ухудшающего ее полезное использование.

Цель изобретения - улучшение энергетических и качественных показателей путем повышения выходного напряжения, снижение уровня его низкочастотной модуляции.

Поставленная цель достигается тем, что в преобразователе переменного напряжения в постоянное, содержащем шестичейковый вентиляный мост и трехфазный трансформатор, вентиляльные обмотки которого разделены в каждой фазе на две секции, первые секции фаз соединены в треугольник и снабжены каждая отводом, делящим ее на малую и большую части, вторая секция одной из фаз одним своим выводом подключена к от-

воду первой секции смежной фазы в порядке их индексного чередования и согласно с большей частью первой секции, другие выводы вторых секций и выводы первых секций подключены посредством шести линий к вводам по переменному току вентиляного моста, выводы которого по постоянному току образуют выходные выводы, числа витков малой и большой частей каждой первой секции вентиляных обмоток установлены в соотношении $(1-\sqrt{3}/3)/2:(1+\sqrt{3}/3)/2$, число витков каждой второй секции вентиляных обмоток относится к числу витков первой секции как $\sqrt{3}/3:1$, при этом вторые секции вентиляных обмоток подключены к их первым секциям в порядке прямого их индексного чередования, а магнитопровод трансформатора выполнен пространственным.

Кроме того, шестичейковый вентиляный мост разделен на два трехчейковых вентиляных моста, которые подключены соответственно к первым и вторым секциям обмоток и соединены между собой по цепи постоянного тока через индуктивности, зашунтированные конденсатором.

На фиг.1 представлена принципиальная схема предлагаемого устройства; на фиг.2 и 3 - векторные диаграммы, поясняющие принцип формирования токообразующих ЭДС в фазовой плоскости; на фиг.4 - схемный вариант устройства при соединении вентиляных мостов через индуктивности с шунтирующим конденсатором.

Преобразователь (фиг.1) содержит группу 1-12 вентилялей, собранных в шестичейковый вентиляный мост 13, выводы которого по постоянному току образуют выходные выводы 14 и 15 устройства с подключенной к ним нагрузкой 16. Выводы вентиляного моста 13 по переменному току соединены посредством шести линий 17 с вентиляльными обмотками 18 трех однофазных или одного трехфазного трансформатора. Их сетевые обмотки (фиг.1, не показаны) могут быть соединены в любую известную схему, и предлагаемое устройство не будет критичным. Линии 19 и 20 - часть линий 17, а, в, с - фазы трансформатора.

Вентиляльные обмотки 18 в каждой фазе разделены на две секции - первую (а 1, б 1, с 1) и вторую (а 2, б 2, с 2). Первые секции соединены в треугольник и снабжены в каждой фазе отводом (а 3, б 3, с 3), делящим их на две части - малую (а 3х1, б 3у1, с 3з1) и большую (а 3а1, б 3в1, с 3с1). Согласно с большей частью к отводу а 3 (б 3, с 3) секции а 1 (б 1 с 1) данной фазы подключена вто-

рая секция b 2 (с 2, а 2) смежной фазы с прямым их порядком чередования.

Другие три вывода x 2, y 2, z 2 вторых секций, а также три вывода первых секций в точках их соединения в треугольник подключены посредством шести линий 17 к соответствующей вентиляльной ячейке шести-ячейкового вентиляльного моста 13.

Число витков второй секции к числу витков первой секции, а также числа витков малой и большой частей последней могут быть установлены в каждой фазе в соотношениях $\sqrt{3}/3:1$ и $(1-\sqrt{3}/3)/2:(1+\sqrt{3}/3)/2$ или примерно 0,58:1 и 0,21:0,79.

В этом случае на нагрузке 16 формируется пульсирующее знакопостоянное напряжение U_0 с кратностью Π частоты пульсации, равной 12, при ее полупериоде $\theta = \pi/\Pi$, равном 15° . Постоянная составляющая U_0 выходного напряжения U_0 , равная $(\sin\theta)/\theta = (\sin 15^\circ) \cdot \pi/12 \approx 0,9886$ относительно его амплитуды U_{00} , составляет преимущественную часть по сравнению с переменной составляющей, амплитуда первой гармоники которой относительно U_0 теоретически равна 1,4%, а ее полный размах - 3,45%. Этим улучшаются массогабаритные и стоимостные показатели (МГСП) сглаживающего фильтра предлагаемого устройства.

Устройство работает следующим образом.

Под действием переменных ЭДС обмоток 18 между каждой парой линий 17 формируются разные по амплитуде и сдвинутые по фазе относительно друг друга линейные ЭДС. Однако из всего разнообразия таких ЭДС, обусловленного различными сочетаниями любых двух возможных линий 17 из общего их числа, равного шести, не все из них вызывают открытие вентиля 1-12. Следовательно, не любые ЭДС, образованные между какой-либо парой линий 17, создают ток в нагрузке 16. Открываются лишь те два вентиля моста 13 - по одному из катодной (нечетные номера) и анодной (четные номера) их групп разных вентиляльных ячеек - значение ЭДС между парой линий которых в данный момент наибольшее. На векторной диаграмме (фиг.2) такие ЭДС соответствуют расстояниям (диагоналям) между наиболее удаленными друг от друга точками разных векторов. Диагональные ЭДС и образуют ток нагрузки.

Из фиг.2 следует, что устройство (фиг.1) создает две системы токообразующих ЭДС. Одна из них с фазовым сдвигом ЭДС в 120 эл.град относительно друг друга формирует-

ся тремя диагональными ЭДС а 1 x 2, в 1 у 2, с 1 z 2, показанными на фиг.2 пунктиром. Диагональные ЭДС образуются геометрическим сложением соответствующих ЭДС различных частей обмоток 18. Так, вектор а 1 x 2 представляет собой сумму векторов а 2 x 2, с 1 с 3, а 3 x 1; вектор в 1 у 2 - сумму векторов в 2 у 2, а 1 а 3, в 1 у 1; вектор х 1 z 2 - сумму векторов с 2 z 2, в 1 в 3, с 1 z 1.

Под действием диагональной ЭДС а 1 x 2 открываются вентили 1 и 2, и через нагрузку 12 протекает ток. Контур токопрохождения (фиг.1) содержит следующие элементы: фаза а 1 - линия 19 - вентиль 1 - вывод 14 - нагрузка 16 - вывод 15 - вентиль 2 - линия 20 - секция а 2 - фаза с 3 и две параллельные цепи, одна из которых содержит часть с 1 с 3 секции с 1 и секцию а 1, а другая цепь содержит часть с 3 z 1 секции с 1 и секцию b 1.

Аналогичные контуры токопрохождения при циклическом изменении состава элементов создают остальные две диагональные ЭДС (в 1 у 2 и с 1 z 2).

Диагональные ЭДС (дЭДС) после выпрямления посредством вентиля 1 и 2; 5 и 6; 9 и 10 формируют на нагрузке 16 пульсирующее напряжение, векторы которого, показанные в фазовой плоскости на фиг.3, обозначены как S_1, S_5, S_9 . При выпрямлении тех же дЭДС посредством вентиля 7 и 8; 11 и 12; 3 и 4 создается противоположная система векторов S_7, S_{11}, S_3 . В скобках указаны проводящие вентили и секции обмоток.

Другая система токообразующих ЭДС обеспечивается диагональными ЭДС z 2 x 2, x 2 у 2, у 2 z 2 (фиг.1 и 2). Эти дЭДС также сдвинуты на 120 эл.град. относительно друг друга и, кроме того, сдвинуты на 30 эл.град. по отношению к предыдущей системе (фиг.2). После их выпрямления посредством вентиля 3 и 2; 7 и 6; 11 и 10, а также вентиля 3 и 6; 7 и 10; 11 и 2 на выходе создается пульсирующее напряжение, векторы которого в фазовой плоскости показаны на фиг.3 векторами S_2, S_6, S_{10} и S_8, S_{12}, S_4 . Общее число векторов S_M равно 12 ($M=1,12$), а их фазовый сдвиг относительно друг друга составляет 30° .

Таким образом, огибающая выходного напряжения содержит за период ЭДС 12 периодов переменной составляющей (диаграмма показана на фиг.3 точками). Частота пульсации тем самым увеличена в 12 раз по сравнению с частотой преобразуемых ЭДС и, следовательно, частотная крат-

ность пульсации равна 12 ($P=12$). Длительность θ половины периода пульсации составляет $\theta = 180/P = 15^\circ$, что совпадает с прототипом.

Вентили 1, 4, 5, 8, 9 и 12, подключенные к первым секциям а 1, б 1, с 1, вентильных обмоток 18, проводят ток 30 эл.град. (при активном или индуктивном характере нагрузки без учета явления коммутации), и среднее значение этого тока по отношению к току нагрузки I_0 составляет 1/12 часть, что в два раза меньше по сравнению с известными, в результате чего по отношению к последним потери мощности в половине вентилях снижены в два раза при равноценных выходных параметрах, а КПД устройства повышен.

Другие шесть вентилях 2, 3, 6, 7, 10 и 11, подключенные к вторым секциям а 2, б 2, с 2, проводят ток 90 эл.град., а среднее значение этого тока равно $I_0/4$, что совпадает с прототипом.

Предлагаемое устройство обеспечивает в 1,37 раза больше выходное напряжение при одинаковом в них напряжении на первых секциях обмоток, соединенных в треугольник, что следует из сопоставления вектора $\alpha 1 \times 2$ на фиг.2 (модуль которого соответствует амплитуде $U_{\alpha 0}$ выходного напряжения устройства) с вектором $\alpha 1 \times 1$ отражающего напряжение на секции $\alpha 1$ и амплитуду $U_{\alpha 0}$ пр. выходного напряжения прототипа (при установленных в нем соотношениях витков секции и отводов).

При обеспечении заданного (одинакового с прототипом) напряжения на нагрузке напряжение на каждой из указанных секций (число их витков) оказывается в предлагаемом устройстве в 1,37 раза меньше, что имеет важное значение для уменьшения сопротивления и потерь в них.

Токи через первые секции вентильных обмоток в устройстве протекают все 360 эл.град., что равноценно с прототипом, но в два раза превышают длительность тока. Токи через вторые секции в устройстве протекают 180 эл.град., что в 1,5 и соответственно в 3 раза больше. При этом значения этих токов

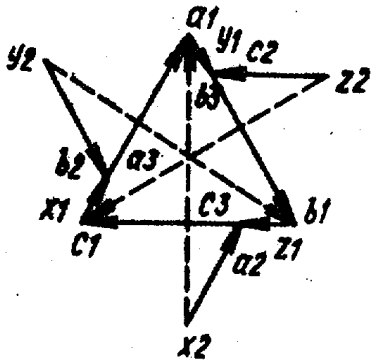
снижены в устройстве вследствие выше показанного перераспределения тока нагрузки по параллельным цепям, а также уменьшения напряжения обмоток и их мощности, что улучшает массу, габариты, стоимость трансформаторного блока и устройства преобразования энергии в целом.

По амплитуде обратного напряжения на вентилях, определяющей их вентильную прочность (надежность) и равной амплитуде выходного напряжения (практически его среднему значению), рассмотренные решения равноценны. Следовательно, несмотря на обеспечение в предлагаемом устройстве более высокого напряжения на нагрузке, чем в известных решениях, в нем не требуется при заданном выходном напряжении, устанавливать дополнительные вентили последовательно с основными в каждом вентильном плече моста 13, что повышает надежность устройства и его КПД.

Магнитопровод трансформатора выполняется пространственным, что устраняет асимметрию магнитной цепи, присущую плоскому магнитопроводу устраняет, либо существенно снижает нежелательную низкочастотную модуляцию выходного напряжения, улучшает массу, объем, стоимость сглаживающих фильтров. При этом практически отпадает необходимость варьирования витками сетевой и вентильной обмоток, расположенных на среднем стержне, выполнения для этих целей дополнительных (симметрирующих) отводов, трудоемкого их подбора опытным путем.

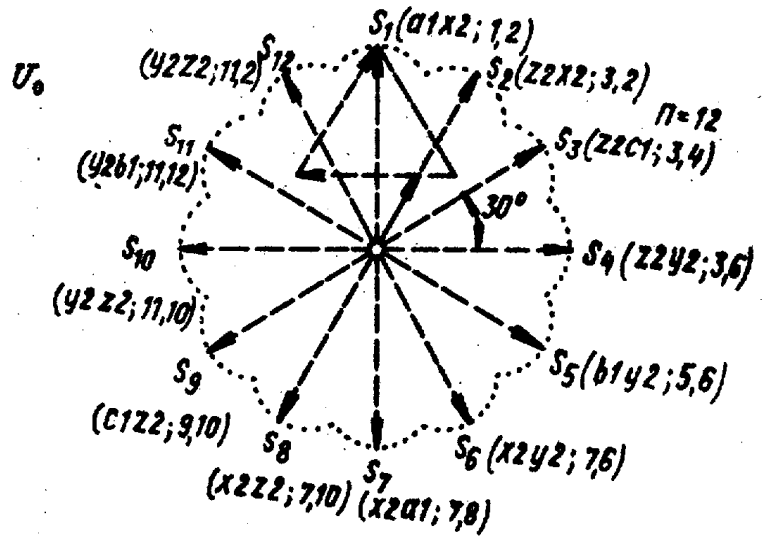
Вместе с тем, возможно включение магнитно связанных или несвязанных между собой индуктивностей 21, зашунтированных либо не зашунтированных конденсатором 22 (фиг.4) в цепь постоянного тока трехфазных вентильных мостов 23 и 24, соединенных посредством линий 17 с первыми и вторыми секциями обмоток 18.

Индуктивности 21 позволяют перераспределить нагрузочный ток по отдельным мостам, а конденсатор 22 - улучшить в элементах циркуляцию энергии, а также качество потребляемой (преобразуемой) энергии.

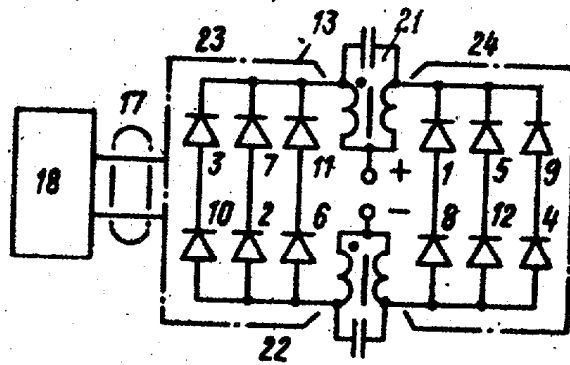


$W_{\Sigma\alpha} = 364$

Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Составитель Е. Мельникова
 Редактор Н. Ковалева Техред И. Метелева Корректор М. Демчик

Заказ 11700/52 Тираж 667 Подписное

ВНИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4