



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2004119267/22, 28.06.2004

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.06.2004

(45) Опубликовано: 27.11.2004

Адрес для переписки:
630092, г.Новосибирск, пр. К. Маркса, 20,
НГТУ

(72) Автор(ы):

Евдокимов С.А. (RU),
Ворфоломеев Г.Н. (RU),
Щуров Н.И. (RU)

(73) Патентообладатель(и):

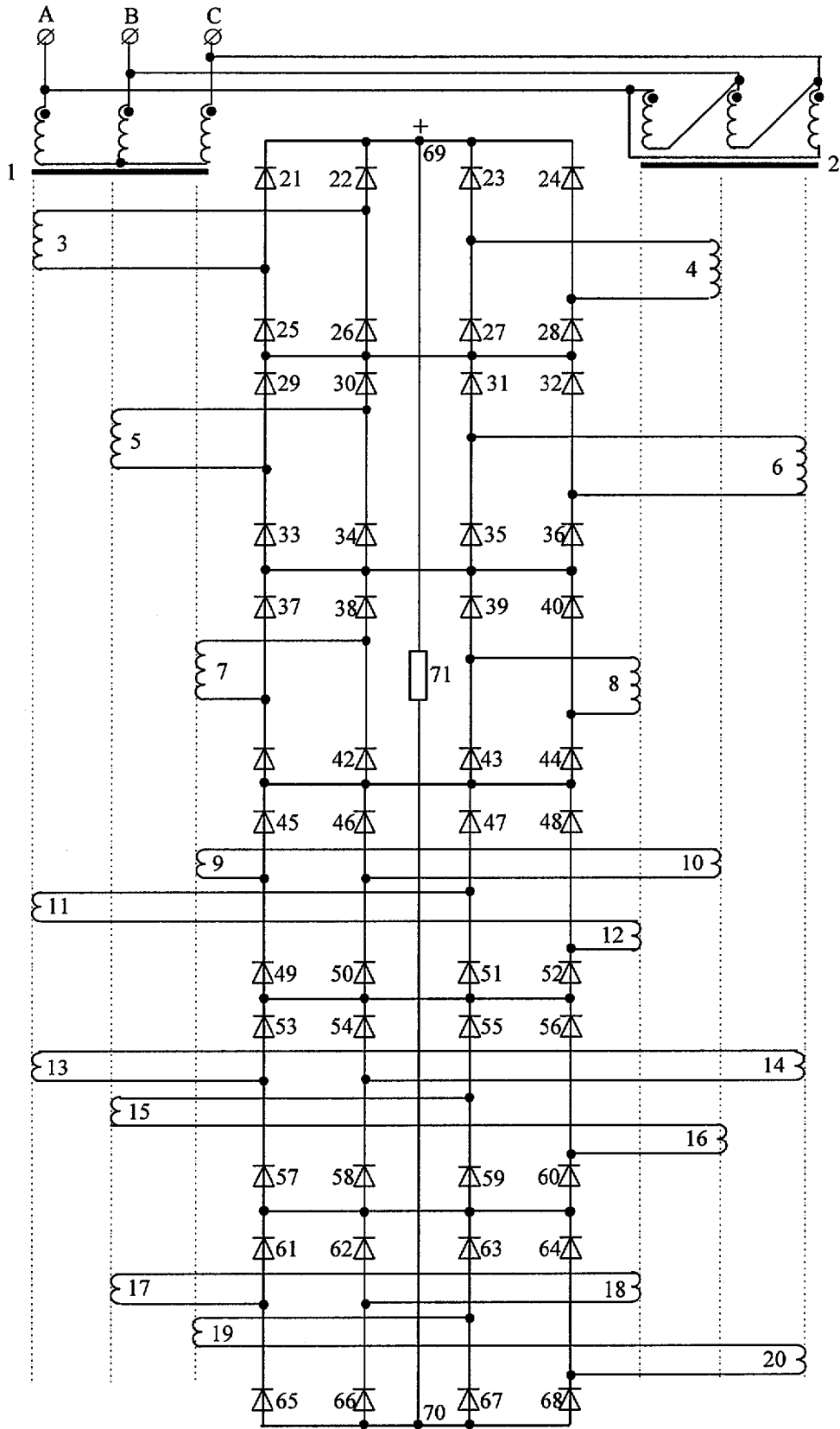
Новосибирский государственный
технический университет (RU)

(54) ИСТОЧНИК ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ С 24-КРАТНОЙ ЧАСТОТОЙ ПУЛЬСАЦИИ

Формула полезной модели

Источник постоянного напряжения с 24-кратной частотой пульсации, содержащий двенадцать источников ЭДС, сорок восемь вентиляей, образующих двадцать четыре вентильных ячейки, причем ЭДС источников и вентили имеют одинаковое направление включения во всех источниках и вентильных ячейках и совместно с соединительными линиями образуют двенадцать ячеек преобразования, отличающийся тем, что ячейки преобразования объединены в шесть ступеней, каждая из которых содержит две ячейки преобразования, вентильные ячейки которых соединены между собой параллельно и образуют четырехячейковые вентильные мосты, причем ступени разделены на две равные части, каждая из которых состоит из трех последовательно расположенных смежных мостов, при этом каждый мост одной части соединен по переменным входам с одной из трех пар источников ортогональных ЭДС, сдвинутых между собой на треть периода сетевого напряжения, и образующих первую систему ортогональных ЭДС, а каждый мост другой части соединен по переменным входам с одной из трех пар источников ортогональных ЭДС, сдвинутых между собой на треть периода сетевого напряжения, и образующих вторую систему ортогональных ЭДС, сдвинутую относительно первой системы на одну двадцать четвертую часть периода, между собой вентильные мосты соединены последовательно разнополярными выходами, причем к свободным выходам первого и последнего вентильных мостов подключена нагрузка.

RU
4 2 3 6 2
U 1



RU
4 2 3 6 2
U 1

Полезная модель относится к электротехнике и силовой преобразовательной технике и предназначена для преобразования переменного напряжения в постоянное напряжение для питания тяговых нагрузок электрического транспорта, питания электротехнологических установок и получения высоких напряжений для

линий электропередачи постоянного тока.
Известен источник постоянного напряжения с m -кратной частотой пульсации (рассматривается $m=24$) последовательного типа, содержащий сорок пять вентиляей и четыре симметричных трехфазных источников переменных ЭДС, линейные напряжения которых сдвинуты по фазе на 15 эл. град. относительно друг друга [1] и известен также источник постоянного напряжения с 24-кратной частотой пульсации «(54) m -пульсный вентиляный преобразователь» (рассматривается $m=24$) с многофазным вентиляным мостом и трехфазным трансформатором с вторичной обмоткой, соединенной в треугольник с отпайками [2].

Недостатками этих источников является наличие гальванической связи между частями фаз вторичных обмоток трансформаторов, соединенных в звезды, треугольники, треугольники с отводами, неравносторонние зигзаги, что при высоковольтном исполнении источника требует дополнительных расходов на изоляцию и относительно большие обратные напряжения, прикладываемые к вентиляльным плечам мостов.

Наиболее близким к полезной модели, принятым за прототип, является источник постоянного напряжения с 24-кратной частотой пульсации [3], содержащий M источников произвольных ЭДС, неуправляемые И-ИЛИ, управляемые вентили, образующие N вентиляных

ячеек, причем ЭДС источников и вентили имеют одинаковое направление включения во всех источниках и вентиляльных ячейках и совместно с соответствующими линиями образуют ячейки преобразования, объединенные в ступени, содержащие определенное число ячеек преобразования, вентиляльные ячейки которых соединены между собой параллельно и образуют многоячейковые вентиляльные мосты, которые соединены между собой последовательно разнополярными выходами, а к свободным выходам первого и последнего многоячейковых вентиляльных мостов подключена нагрузка, при этом все ступени при числе N равном или не равном M , и равном $n_x v_{xh}$, объединены в n_x звеньев, каждое n -е звено содержит p_x групп с $1xh$ ступенями в каждой (1-й группе, а каждая $i\mu$ -я ступень содержит $v_{xi\mu}$ ячеек преобразования, где

$v_{xn} = \sum_{\mu=1}^{nx} v_{i\mu}$ - число ячеек преобразования в n -м звене; $v_{x\mu} = \sum_{i=1}^{1xn} v_{i\mu}$ ~ число ячеек преобразования в μ - й группе любого звена; $v_{xi\mu}$ - число ячеек преобразования в μ - й ступени i -й группы, M, N, n, μ, i, v - целые положительные числа.

Недостатком этого устройства является невозможность шестиканального четырехпульсного и двухканального двенадцатипульсного выпрямления с использованием источников ортогональных ЭДС.

Задача полезной модели - создание источника постоянного напряжения с 24-кратной частотой пульсации, обеспечивающего шестиканальное четырехпульсное и двухканальное двенадцатипульсное выпрямление с использованием источников ортогональных ЭДС.

Указанная задача достигается тем, что источник постоянного напряжения с 24-кратной частотой пульсации содержит 12 источников ЭДС, сорок восемь вентиляей, образующих 24 вентиляльных ячейки, причем

ЭДС источников и вентили имеют одинаковое направление включения во всех источниках и вентильных ячейках и совместно с соединительными линиями образуют 12 ячеек преобразования, при этом ячейки преобразования объединены в шесть ступеней, содержащих по две ячейки преобразования, вентильные ячейки которых соединены между собой параллельно и образуют четырехячейковые вентильные мосты, причем ступени разделены на две равные части, каждая из которых состоит из трех последовательно расположенных смежных мостов, при этом каждый мост одной части соединен по переменным входам с одной из трех пар источников ортогональных ЭДС, сдвинутых между собой на треть периода сетевого напряжения, и образующих первую систему ортогональных ЭДС, а каждый мост другой части соединен по переменным входам с одной из трех пар источников ортогональных ЭДС, сдвинутых между собой на треть периода сетевого напряжения, и образующих вторую систему ортогональных ЭДС, сдвинутую относительно первой системы на одну двадцатьчетвертую часть периода, между собой вентильные мосты соединены последовательно разнополярными выходами, причем к свободным выходам первого и последнего вентильных мостов подключена нагрузка.

На Фиг.1 приведена принципиальная электрическая схема предлагаемого источника; на Фиг.2 - векторная диаграмма источников ЭДС; на Фиг.3 - волновые диаграммы двухпульсного выпрямленного напряжения одной ячейки преобразования и кривая четырехпульсного выпрямленного напряжения одной ступени выпрямителя; на Фиг.4 - волновые диаграммы четырехпульсных выпрямленных напряжений каждой из трех ступеней одной из половин выпрямителя и суммарная кривая двенадцатипульсного выпрямленного напряжения этих трех ступеней; на Фиг.5 - волновые диаграммы двенадцатипульсных выпрямленных напряжений трехступенчатых половин выпрямителя и кривая двадцатичетырехпульсного выпрямленного напряжения всего

выпрямителя; на Фиг.6 - алгоритмы работы обмоток и включения вентилях.

Источник постоянного напряжения с 24-кратной частотой пульсации (Фиг.1) содержит трансформаторные источники переменных ЭДС 1 и 2, первичная обмотка одного из них соединена звездой, а другого треугольником (или обе обмотки соединены в скользящие треугольники), вторичные обмотки 3, 5, 7 одного трансформатора и 4, 6, 8 другого трансформатора являются источниками системы, состоящей из трех пар источников ортогональных ЭДС, вторичные обмотки 9, 11; 13, 15; 17, 18 одного трансформатора и 10,12; 14,16; 18,20 другого трансформатора являются источниками другой системы, состоящей из трех пар источников ортогональных ЭДС, и сорок восемь вентилях 21...68, образующих 6-ступенчатую структуру из четырехячейковых вентильных мостов, разбитую на две части, каждая из которых соединена со своей системой питания, состоящей из трех пар источников ортогональных ЭДС и включает три последовательно соединенных моста, каждый из которых по переменным входам соединен со своей парой источников ортогональных ЭДС, при этом свободные катодная и анодная группы вентилях крайних мостов образуют выходные выводы устройства 69 и 70, к которым подключена нагрузка 71.

Принцип работы устройства (Фиг.1) иллюстрируется векторной (Фиг.2) и волновыми (Фиг.3, Фиг.4, Фиг.5) диаграммами и алгоритмами работы обмоток и включения вентилях (Фиг.6). Векторные диаграммы показывают как из напряжений вторичных обмоток трехфазных трансформаторов формируются сдвинутые между собой на 15 эл. градусов две системы ЭДС, каждая из которых состоит из трех пар ортогональных ЭДС, сдвинутых между собой на 120 эл. градусов. Относительные

числа витков обмоток, обеспечивающие формирование ортогональных ЭДС, приняты равными для обмоток 3...8-«1,0»; для обмоток 9...20-«0,5176». На выходе каждой ступени выпрямителя, содержащей две параллельные

ячейки преобразования, формируется четырехпульсное выпрямленное напряжение (Фиг.3), а на выходе каждой из двух частей выпрямителя формируются кривые выпрямленного напряжения с 12-кратной частотой пульсации (Фиг.4), сдвинутые между собой на 15 эл. градусов. При последовательном сложении этих кривых образуется 24-пульсная кривая выходного выпрямленного напряжения (Фиг.5).

Алгоритм работы обмоток 3, 5, 7 и 4, 6, 8 (Фиг.6) поясняет порядок протекания через обмотки тока нагрузки; из него и аналогичных алгоритмов для остальных обмоток следует, что все вторичные обмотки трансформаторов работают по 180 эл.градусов. Из алгоритма включения вентилях 21...44 (Фиг.6) и аналогичных алгоритмов для остальных вентилях следует, что все вентиля выпрямителя проводят ток 90 эл.градусов. Обратное напряжение, прикладываемое к плечам мостов, не превышает $0,185 U_d$, что позволяет использовать низковольтные вентиля для выпрямления высоковольтного напряжения. Вторичные обмотки трансформаторов, естественным образом разделены на секции, входящие в ячейки преобразования переменного напряжения в постоянное, что позволяет снизить требования к изоляции обмоток.

Снижение нагрузки на вентилях и обмотки позволяет повысить надежность источника за счет снижения интенсивности отказов, а увеличение числа ячеек преобразования повышает вероятность безотказной работы источника, когда в случае выхода из строя отдельных элементов ячеек преобразования допустимо определенное снижение уровня и качества выпрямленного напряжения.

Таким образом, при использовании для питания вентильных мостов источников ортогональных ЭДС, устройство с 24-кратной частотой пульсации выпрямленного напряжения обеспечивает шестиканальное четырехпульсное и двухканальное двенадцатипульсное выпрямление.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе:

1. А.с.СССР №729777. Преобразователь m-фазного переменного напряжения в постоянное/Ю.В.Потапов - 1966796/24-07; Заявл. 25.10.73; Оpubл. 25.04.80; Бюл. №15.

2. А.с.СССР №748728. (54) m-пульсный вентильный преобразователь /А.И.Петляков, Е.М.Глух - 2424508/24 - 07; Заявл. 29.11.76; Оpubл. 15.07.80; Бюл. №26.

3. А.с.ссср №917280. Вентильный преобразователь переменного напряжения в постоянное/А.М.Репин - Заяв.№2938434/24-07; Заявл. 11.06.80; Оpubл. 30.03.82;

Бюл.№12.

(57) Реферат

Источник постоянного напряжения с 24-кратной частотой пульсации предназначен для преобразования переменного напряжения в постоянное для питания тяговых нагрузок электрического транспорта, питания электротехнологических установок и получения высоких напряжений для линий электропередачи постоянного тока.

Источник постоянного напряжения с 24-кратной частотой пульсации (Фиг.1) содержит трансформаторные источники переменных ЭДС 1 и 2, первичная обмотка одного из них соединена звездой, а другого треугольником (или обе обмотки соединены в скользящие треугольники), вторичные обмотки 3, 5, 7 одного трансформатора и 4, 6, 8 другого трансформатора являются источниками трех систем ортогональных ЭДС, вторичные обмотки 9, 11; 13, 15; 17, 18 одного трансформатора

и 10,12; 14, 16; 18, 20 другого трансформатора являются источниками других трех систем ортогональных ЭДС, и сорок восемь вентилях 21...68, образующих 6-ступенчатую структуру из четырехячейковых вентилях мостов, разбитую на две части, каждая из которых включает три последовательно соединенных моста, каждый из которых по переменным входам соединен со своей ортогональной системой ЭДС, при этом свободные катодная и анодная группы вентилях крайних мостов образуют выходные выводы устройства 69 и 70, к которым подключена нагрузка 71.

Источник постоянного напряжения с 24-кратной частотой пульсации выпрямленного напряжения обеспечивает шестиканальное четырехпульсное и двухканальное двенадцатипульсное выпрямление.

15

20

25

30

35

40

45

50

РЕФЕРАТ**ИСТОЧНИК ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ С 24-КРАТНОЙ
ЧАСТОТОЙ ПУЛЬСАЦИИ**

Источник постоянного напряжения с 24-кратной частотой пульсации предназначен для преобразования переменного напряжения в постоянное для питания тяговых нагрузок электрического транспорта, питания электротехнологических установок и получения высоких напряжений для линий электропередачи постоянного тока.

Источник постоянного напряжения с 24-кратной частотой пульсации (Фиг.1) содержит трансформаторные источники переменных ЭДС 1 и 2, первичная обмотка одного из них соединена звездой, а другого треугольником (или обе обмотки соединены в скользящие треугольники), вторичные обмотки 3,5,7 одного трансформатора и 4,6,8 другого трансформатора являются источниками трех систем ортогональных ЭДС, вторичные обмотки 9,11; 13,15; 17,18 одного трансформатора и 10,12; 14,16; 18,20 другого трансформатора являются источниками других трех систем ортогональных ЭДС, и сорок восемь вентилях 21...68, образующих 6-ступенчатую структуру из четырехячейковых вентильных мостов, разбитую на две части, каждая из которых включает три последовательно соединенных моста, каждый из которых по переменным входам соединен со своей ортогональной системой ЭДС, при этом свободные катодная и анодная группы вентилях крайних мостов образуют выходные выводы устройства 69 и 70, к которым подключена нагрузка 71.

Источник постоянного напряжения с 24-кратной частотой пульсации выпрямленного напряжения обеспечивает шестиканальное четырехпульсное и двухканальное двенадцатипульсное выпрямление.

2004119267



М. КЛ. П102 М //08

ИСТОЧНИК ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ С 24 – КРАТНОЙ ЧАСТОТОЙ ПУЛЬСАЦИИ

Полезная модель относится к электротехнике и силовой преобразовательной технике и предназначена для преобразования переменного напряжения в постоянное напряжение для питания тяговых нагрузок электрического транспорта, питания электротехнологических установок и получения высоких напряжений для линий электропередачи постоянного тока.

Известен источник постоянного напряжения с m -кратной частотой пульсации (рассматривается $m = 24$) последовательного типа, содержащий сорок пять вентиляей и четыре симметричных трехфазных источников переменных ЭДС, линейные напряжения которых сдвинуты по фазе на 15 эл. град. относительно друг друга [1] и известен также источник постоянного напряжения с 24-кратной частотой пульсации «(54) m – пульсный вентиляный преобразователь» (рассматривается $m = 24$) с многофазным вентиляным мостом и трехфазным трансформатором с вторичной обмоткой, соединенной в треугольник с отпайками [2].

Недостатками этих источников является наличие гальванической связи между частями фаз вторичных обмоток трансформаторов, соединенных в звезды, треугольники, треугольники с отводами, неравносторонние зигзаги, что при высоковольтном исполнении источника требует дополнительных расходов на изоляцию и относительно большие обратные напряжения, прикладываемые к вентиляным плечам мостов.

Наиболее близким к полезной модели, принятым за прототип, является источник постоянного напряжения с 24-кратной частотой пульсации [3], содержащий M источников произвольных ЭДС, неуправляемые И-ИЛИ, управляемые вентили, образующие N вентиляных

ячеек, причем ЭДС источников и вентили имеют одинаковое направление включения во всех источниках и вентильных ячейках и совместно с соответствующими линиями образуют ячейки преобразования, объединенные в ступени, содержащие определенное число ячеек преобразования, вентильные ячейки которых соединены между собой параллельно и образуют многоячейковые вентильные мосты, которые соединены между собой последовательно разнополярными выходами, а к свободным выходам первого и последнего многоячейковых вентильных мостов подключена нагрузка, при этом все ступени при числе N равном или не равном M , и равном $p_x v_{x\mu}$, объединены в p_x звеньев, каждое p -е звено содержит μ_x групп с i_{μ} ступенями в каждой μ -й группе, а каждая i -я ступень содержит $v_{x\mu}$ ячеек преобразования, где $v_{x\mu} = \sum_{\mu=1}^{\mu_x} v_{\mu}$ - число ячеек преобразования в p -м звене; $v_{x\mu} = \sum_{i=1}^{i_{\mu}} v_{i\mu}$ - число ячеек преобразования в μ -й группе любого звена; $v_{x\mu}$ - число ячеек преобразования в i -й ступени μ -й группы, M , N , p , μ , i , v - целые положительные числа.

Недостатком этого устройства является невозможность шестиканального четырехпульсного и двухканального двенадцатипульсного выпрямления с использованием источников ортогональных ЭДС.

Задача полезной модели - создание источника постоянного напряжения с 24-кратной частотой пульсации, обеспечивающего шестиканальное четырехпульсное и двухканальное двенадцатипульсное выпрямление с использованием источников ортогональных ЭДС.

Указанная задача достигается тем, что источник постоянного напряжения с 24-кратной частотой пульсации содержит 12 источников ЭДС, сорок восемь вентилях, образующих 24 вентильных ячейки, причем

ЭДС источников и вентили имеют одинаковое направление включения во всех источниках и вентильных ячейках и совместно с соединительными линиями образуют 12 ячеек преобразования, при этом ячейки преобразования объединены в шесть ступеней, содержащих по две ячейки преобразования, вентильные ячейки которых соединены между собой параллельно и образуют четырехячейковые вентильные мосты, причем ступени разделены на две равные части, каждая из которых состоит из трех последовательно расположенных смежных мостов, при этом каждый мост одной части соединен по переменным входам с одной из трех пар источников ортогональных ЭДС, сдвинутых между собой на треть периода сетевого напряжения, и образующих первую систему ортогональных ЭДС, а каждый мост другой части соединен по переменным входам с одной из трех пар источников ортогональных ЭДС, сдвинутых между собой на треть периода сетевого напряжения, и образующих вторую систему ортогональных ЭДС, сдвинутую относительно первой системы на одну двадцатьчетвертую часть периода, между собой вентильные мосты соединены последовательно разнополярными выходами, причем к свободным выходам первого и последнего вентильных мостов подключена нагрузка.

На Фиг.1 приведена принципиальная электрическая схема предлагаемого источника; на Фиг.2 – векторная диаграмма источников ЭДС; на Фиг.3 – волновые диаграммы двухпульсного выпрямленного напряжения одной ячейки преобразования и кривая четырехпульсного выпрямленного напряжения одной ступени выпрямителя; на Фиг.4 – волновые диаграммы четырехпульсных выпрямленных напряжений каждой из трех ступеней одной из половин выпрямителя и суммарная кривая двенадцатипульсного выпрямленного напряжения этих трех ступеней; на Фиг.5 – волновые диаграммы двенадцатипульсных выпрямленных напряжений трехступенчатых половин выпрямителя и кривая двадцатичетырехпульсного выпрямленного напряжения всего

выпрямителя; на Фиг.6 – алгоритмы работы обмоток и включения вентиляей.

Источник постоянного напряжения с 24-кратной частотой пульсации (Фиг.1) содержит трансформаторные источники переменных ЭДС 1 и 2, первичная обмотка одного из них соединена звездой, а другого треугольником (или обе обмотки соединены в скользящие треугольники), вторичные обмотки 3,5,7 одного трансформатора и 4,6,8 другого трансформатора являются источниками системы, состоящей из трех пар источников ортогональных ЭДС, вторичные обмотки 9,11; 13,15; 17,18 одного трансформатора и 10,12; 14,16; 18,20 другого трансформатора являются источниками другой системы, состоящей из трех пар источников ортогональных ЭДС, и сорок восемь вентиляей 21...68, образующих 6-ступенчатую структуру из четырехячейковых вентиляльных мостов, разбитую на две части, каждая из которых соединена со своей системой питания, состоящей из трех пар источников ортогональных ЭДС и включает три последовательно соединенных моста, каждый из которых по переменным входам соединен со своей парой источников ортогональных ЭДС, при этом свободные катодная и анодная группы вентиляей крайних мостов образуют выходные выводы устройства 69 и 70, к которым подключена нагрузка 71.

Принцип работы устройства (Фиг.1) иллюстрируется векторной (Фиг.2) и волновыми (Фиг.3, Фиг.4, Фиг.5) диаграммами и алгоритмами работы обмоток и включения вентиляей (Фиг.6). Векторные диаграммы показывают как из напряжений вторичных обмоток трехфазных трансформаторов формируются сдвинутые между собой на 15 эл. градусов две системы ЭДС, каждая из которых состоит из трех пар ортогональных ЭДС, сдвинутых между собой на 120 эл. градусов. Относительные числа витков обмоток, обеспечивающие формирование ортогональных ЭДС, приняты равными для обмоток 3...8 – «1,0»; для обмоток 9...20 – «0,5176». На выходе каждой ступени выпрямителя, содержащей две параллельные

ячейки преобразования, формируется четырехпульсное выпрямленное напряжение (Фиг.3), а на выходе каждой из двух частей выпрямителя формируются кривые выпрямленного напряжения с 12-кратной частотой пульсации (Фиг.4), сдвинутые между собой на 15 эл. градусов. При последовательном сложении этих кривых образуется 24-пульсная кривая выходного выпрямленного напряжения (Фиг.5).

Алгоритм работы обмоток 3,5,7 и 4,6,8 (Фиг.6) поясняет порядок протекания через обмотки тока нагрузки; из него и аналогичных алгоритмов для остальных обмоток следует, что все вторичные обмотки трансформаторов работают по 180 эл.градусов. Из алгоритма включения вентилях 21...44 (Фиг.6) и аналогичных алгоритмов для остальных вентилях следует, что все вентиля выпрямителя проводят ток 90 эл.градусов. Обратное напряжение, прикладываемое к плечам мостов, не превышает $0,185 U_d$, что позволяет использовать низковольтные вентиля для выпрямления высоковольтного напряжения. Вторичные обмотки трансформаторов, естественным образом разделены на секции, входящие в ячейки преобразования переменного напряжения в постоянное, что позволяет снизить требования к изоляции обмоток.

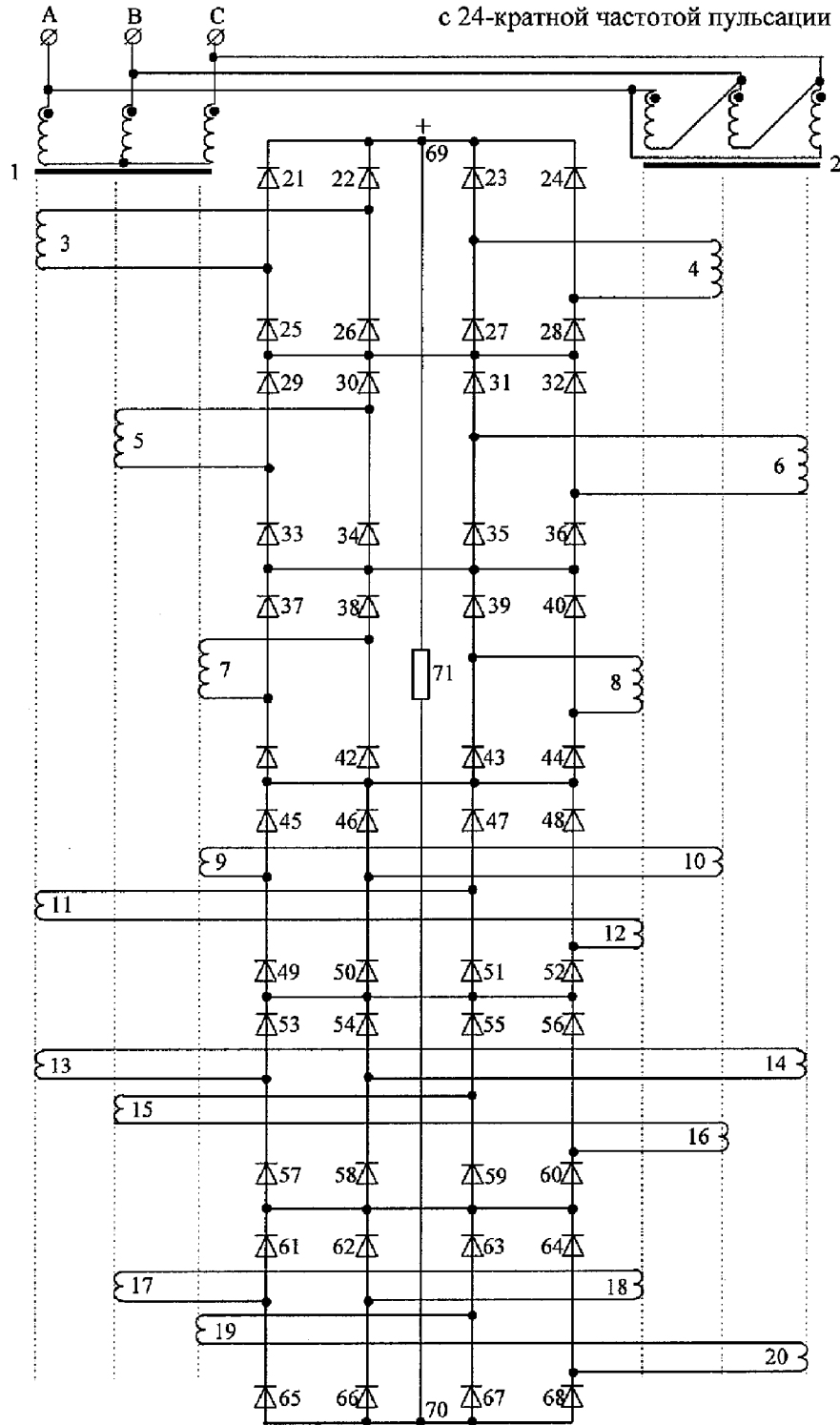
Снижение нагрузки на вентилях и обмотки позволяет повысить надежность источника за счет снижения интенсивности отказов, а увеличение числа ячеек преобразования повышает вероятность безотказной работы источника, когда в случае выхода из строя отдельных элементов ячеек преобразования допустимо определенное снижение уровня и качества выпрямленного напряжения.

Таким образом, при использовании для питания вентилях мостов источников ортогональных ЭДС, устройство с 24-кратной частотой пульсации выпрямленного напряжения обеспечивает шестиканальное четырехпульсное и двухканальное двенадцатипульсное выпрямление.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе:

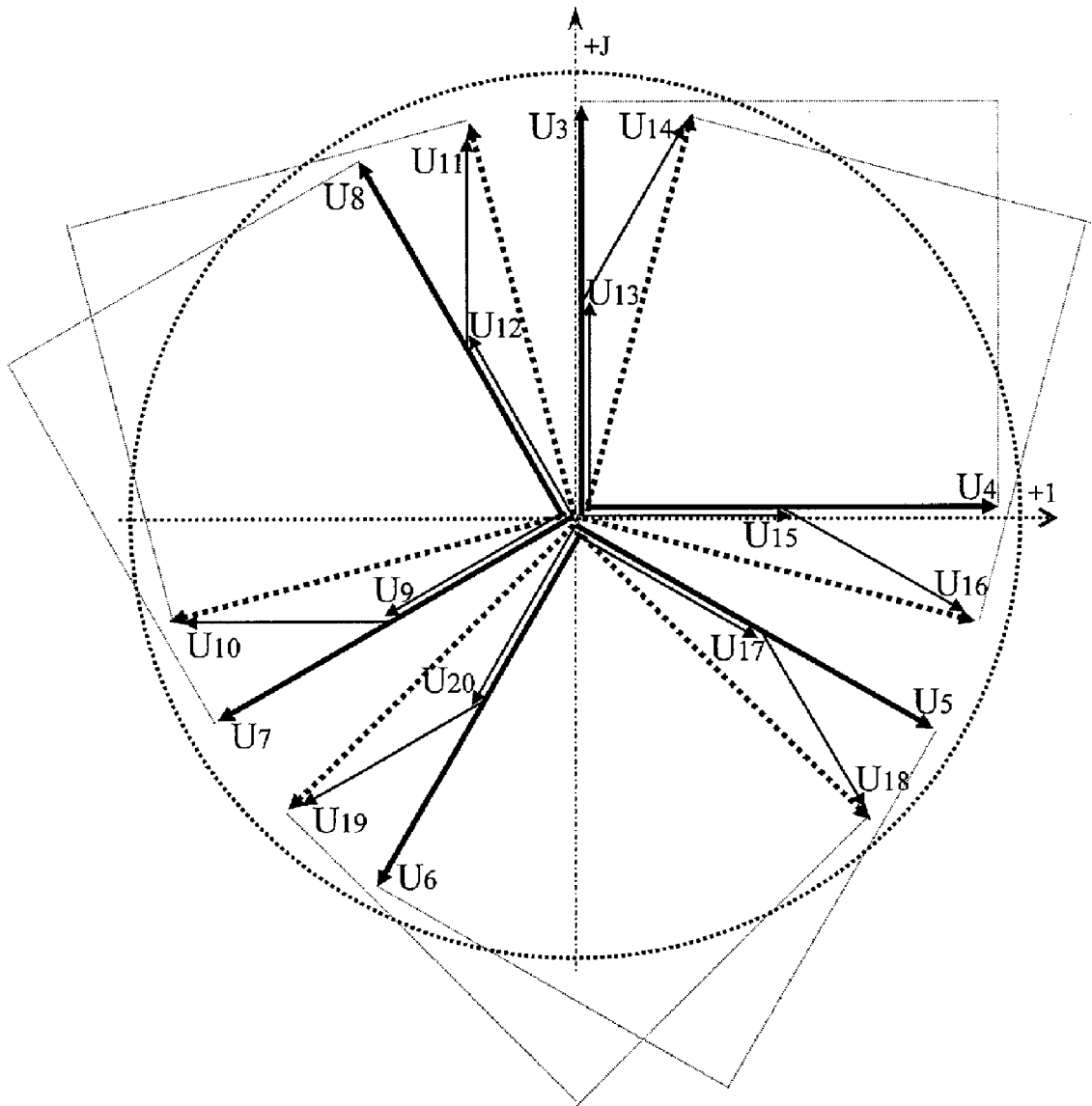
1. А.с. СССР № 729777. Преобразователь m – фазного переменного напряжения в постоянное / Ю.В. Потапов – 1966796 / 24 - 07; Заявл. 25.10.73; Оpubл. 25.04.80; Бюл. № 15.
2. А.с. СССР № 748728. (54) m – пульсный вентильный преобразователь / А.И. Петляков, Е.М. Глух – 2424508 / 24 – 07; Заявл. 29.11.76; Оpubл. 15.07.80; Бюл. № 26.
3. А.с. СССР № 917280. Вентильный преобразователь переменного напряжения в постоянное / А.М.Репин - Заяв.№ 2938434/24-07; Заявл. 11.06.80; Оpubл. 30.03.82; Бюл.№ 12.

Источник постоянного напряжения
с 24-кратной частотой пульсации



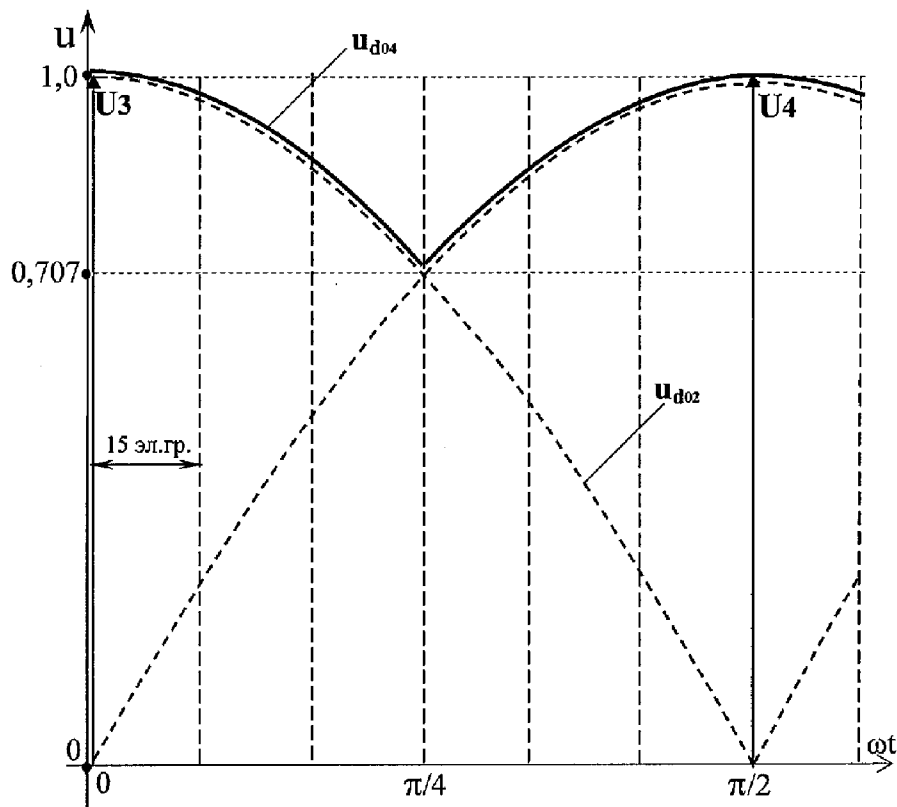
Фиг.1

Источник постоянного напряжения
с 24-кратной частотой пульсации



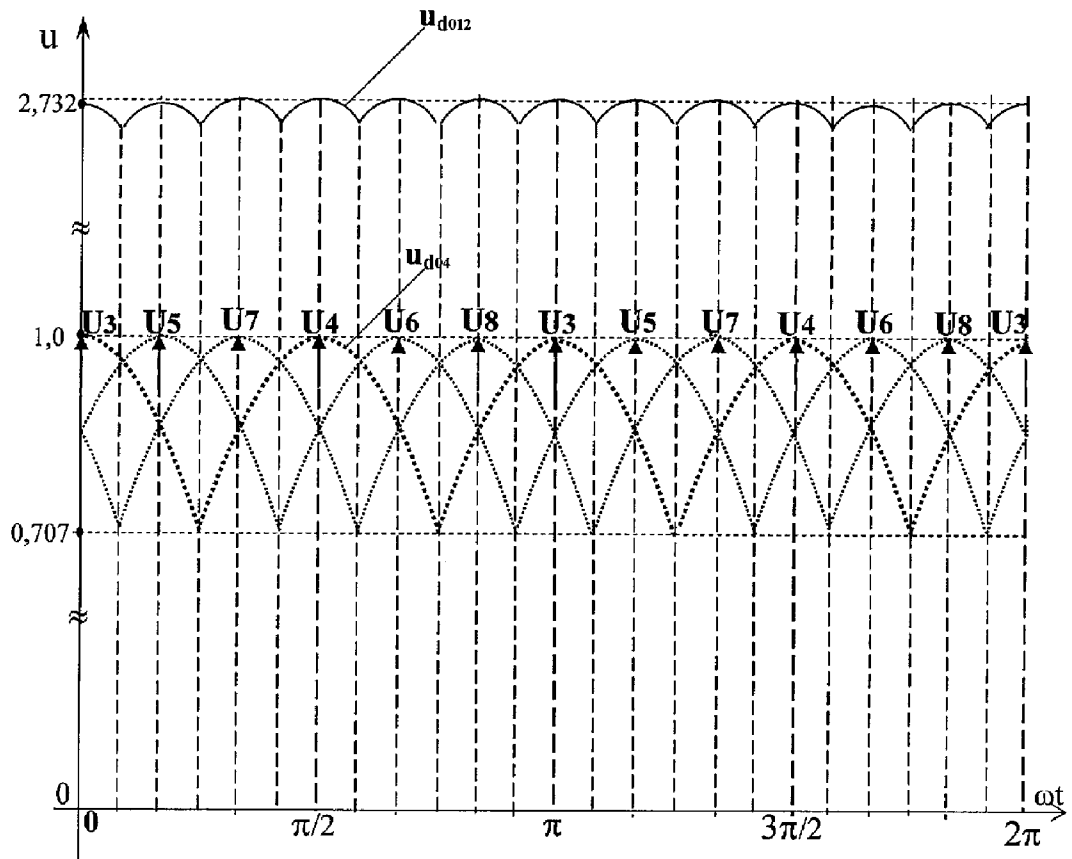
Фиг.2

Источник постоянного напряжения
с 24-кратной частотой пульсации



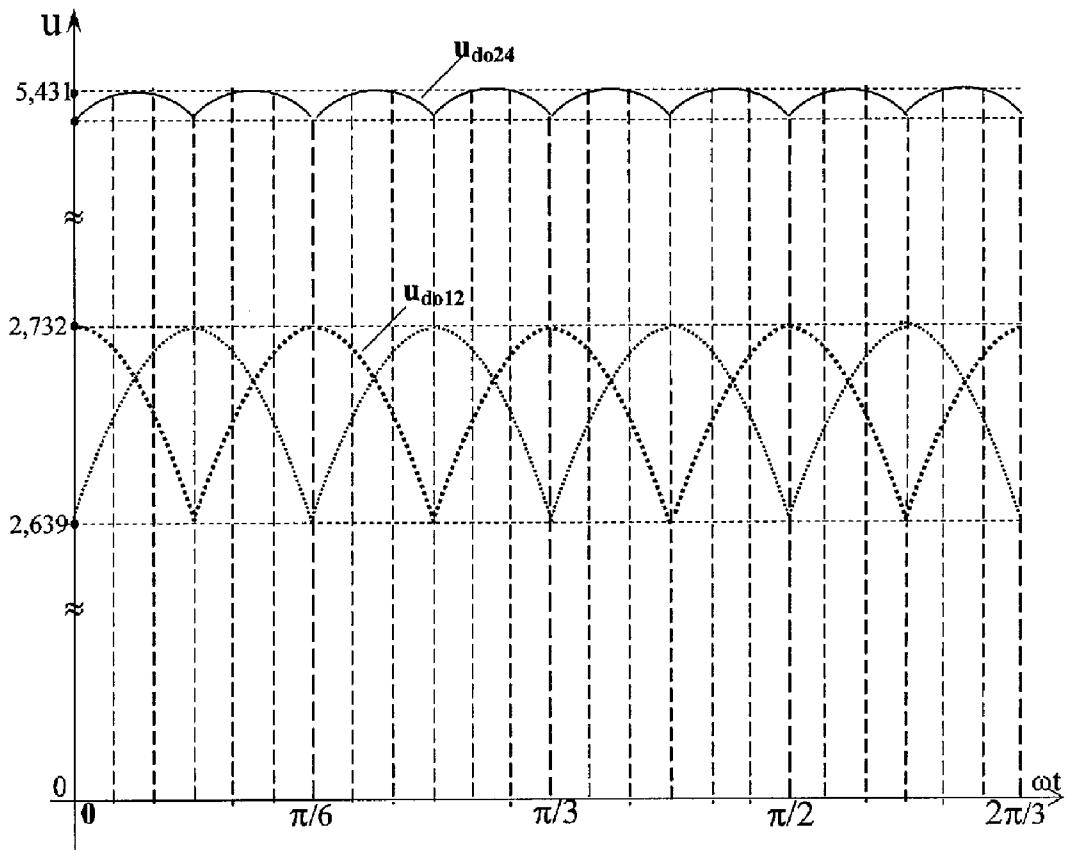
Фиг.3

Источник постоянного напряжения
с 24-кратной частотой пульсации



Фиг.4

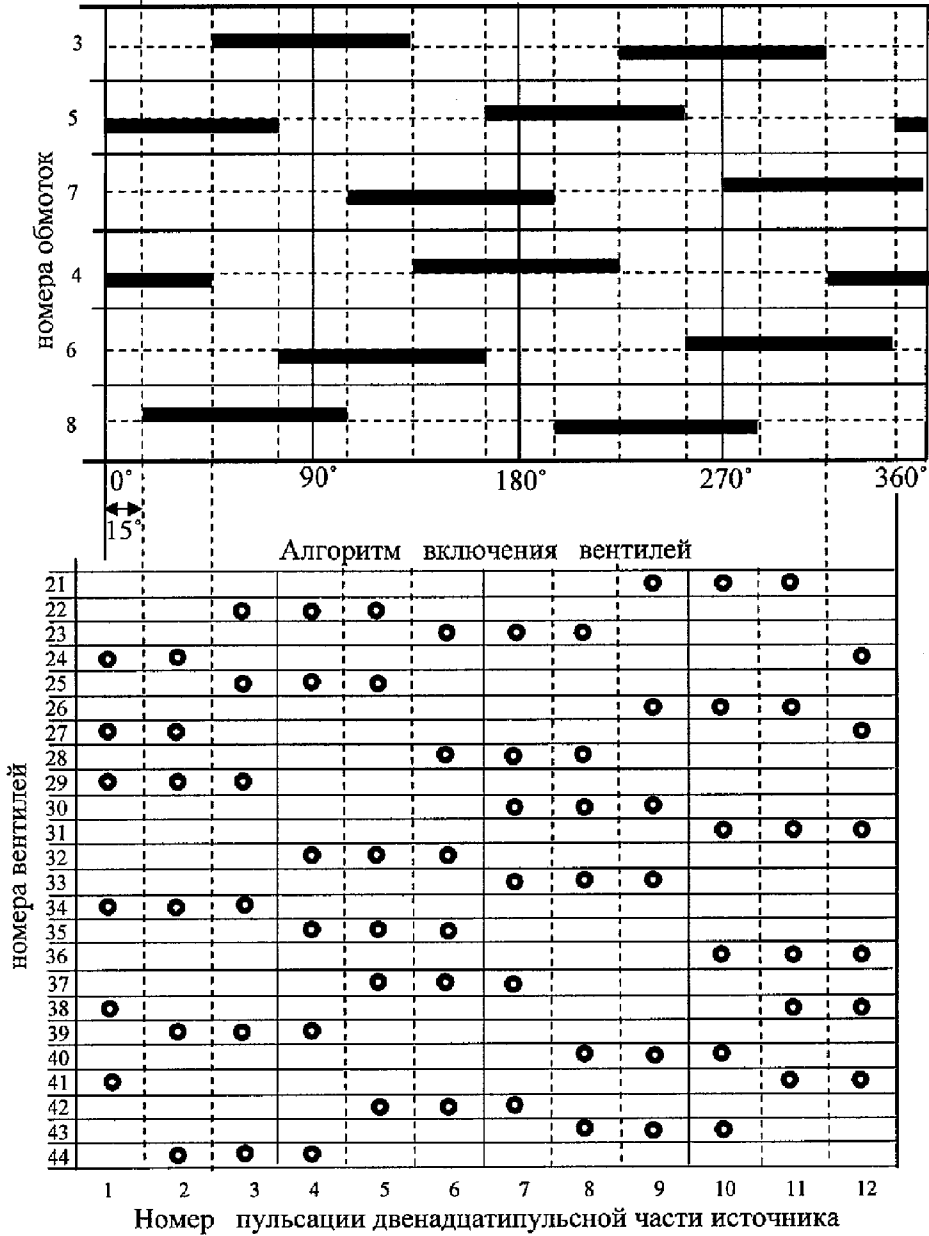
Источник постоянного напряжения
с 24-кратной частотой пульсации



Фиг. 5

Источник постоянного напряжения
с 24-кратной частотой пульсации

Алгоритм работы одной половины вторичных обмоток трансформаторов



Фиг.6