



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 200 355** <sup>(13)</sup> **C2**  
(51) МПК<sup>7</sup> **H 01 F 29/04**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 2000131265/09, 13.12.2000

(24) Дата начала действия патента: 13.12.2000

(46) Дата публикации: 10.03.2003

(56) Ссылки: JP 60-098610 A1, 01.06.1985. SU 970494 A, 05.11.1982. SU 1348920 A1, 30.10.1987. SU 1403118 A1, 15.06.1988. ФИШЛЕР Я.Л., УРМАНОВ Р.Н. Преобразовательные трансформаторы. - М.: Энергия, 1974, с. 119-121, рис.5-2.

(98) Адрес для переписки:  
620042, г.Екатеринбург, пр. Орджоникидзе, 25,  
кв.46, пат.пов. Е.И.Ждановских, рег. № 61

(71) Заявитель:

Фишлер Яков Львович,  
Виноградов Андрей Владимирович,  
Пестряева Людмила Михайловна,  
Светонос Валерий Петрович

(72) Изобретатель: Фишлер Я.Л.,

Виноградов А.В., Пестряева Л.М., Светонос В.П.

(73) Патентообладатель:

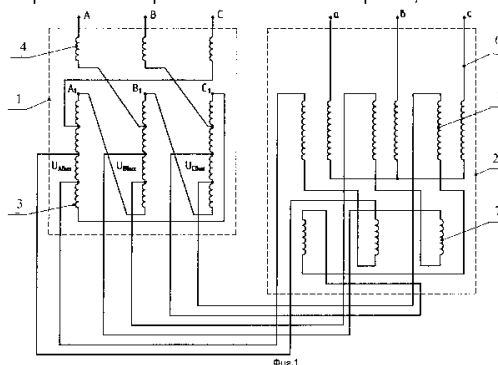
Фишлер Яков Львович,  
Виноградов Андрей Владимирович,  
Пестряева Людмила Михайловна,  
Светонос Валерий Петрович

(54) ТРЕХФАЗНЫЙ ТРАНСФОРМАТОРНЫЙ АГРЕГАТ

(57)

Использование: в трансформаторах для мощных преобразовательных подстанций. Технический результат заключается в расширении функциональных возможностей за счет универсальности, позволяющей увеличить фазность выпрямления подстанции в  $n$  раз. Трехфазный трансформаторный агрегат содержит автотрансформатор, имеющий обмотку, соединенную в треугольник, фазосдвигающую обмотку и трансформатор, имеющий первичную и вторичную обмотки. Трансформатор снабжен фазосдвигающей обмоткой, соединенной с первичной обмоткой таким образом, что обмотка одной из фаз фазосдвигающей обмотки соединена последовательно с обмоткой другой фазы первичной обмотки. Обмотка одной из фаз фазосдвигающей обмотки автотрансформатора соединена, по крайней мере, с обмоткой одной из двух других фаз автотрансформатора,

соединенной в треугольник. Автотрансформатор может содержать дополнительную - выравнивающую - обмотку, соединенную с фазосдвигающей обмоткой таким образом, что обмотка одной из фаз фазосдвигающей обмотки соединена последовательно с обмоткой другой фазы выравнивающей обмотки. 1 з.п. ф-лы, 5 ил.



RU 2 200 355 C2

RU 2 200 355 C2



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 200 355** <sup>(13)</sup> **C2**  
 (51) Int. Cl.<sup>7</sup> **H 01 F 29/04**

RUSSIAN AGENCY  
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2000131265/09 , 13.12.2000  
 (24) Effective date for property rights: 13.12.2000  
 (46) Date of publication: 10.03.2003  
 (98) Mail address:  
 620042, g.Ekaterinburg, pr. Ordzhonikidze, 25,  
 kv.46, pat.pov. E.I.Zhdanovskikh, reg. № 61

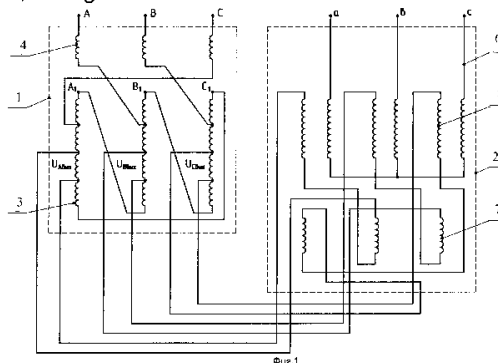
(71) Applicant:  
 Fishler Jakov L'vovich,  
 Vinogradov Andrej Vladimirovich,  
 Pestrjaeva Ljudmila Mikhajlovna,  
 Svetonosov Valerij Petrovich  
 (72) Inventor: Fishler Ja.L.,  
 Vinogradov A.V., Pestrjaeva L.M., Svetonosov V.P.  
 (73) Proprietor:  
 Fishler Jakov L'vovich,  
 Vinogradov Andrej Vladimirovich,  
 Pestrjaeva Ljudmila Mikhajlovna,  
 Svetonosov Valerij Petrovich

(54) **THREE-PHASE TRANSFORMER UNIT**

(57) Abstract:

FIELD: transformers for high-power converter substations. SUBSTANCE: three-phase transformer unit has autotransformer with delta-connected winding and phase-shifting winding, as well as transformer with primary and secondary windings. Transformer is provided with phase-shifting winding connected to primary winding so that coil of one of phase-shifting winding phases is series-connected to coil of other phase of primary winding. Coil of one of phases of autotransformer phase-shifting winding is connected to at least one of two other phases of delta-connected autotransformer winding. Autotransformer may be provided with additional equalizing winding connected to phase-shifting winding so that coil of one of phases of phase-shifting winding is

connected in series with coil of other phase of equalizing winding. EFFECT: enlarged functional capabilities due to universal properties enabling n-fold increase in substation phases connected to rectifier. 2 cl, 5 dwg



RU 2 200 355 C2

RU 2 200 355 C2

Изобретение относится к электротехнике, в частности к трансформаторостроению, и может найти применение в трансформаторах для мощных преобразовательных подстанций.

Известен многофазный трансформаторный агрегат с регулированием напряжения, содержащий два трансформатора, каждый из которых имеет трехстержневую магнитную систему, сетевую обмотку, вентиляющую обмотку, расщепленную на четное число частей, половина из которых соединена в звезду, а половина - в треугольник, фазосдвигающую обмотку и регулировочную обмотку, которая включена последовательно с сетевой обмоткой, расположенной на том же стержне магнитной системы, при этом последовательно соединенные сетевая и регулировочная обмотки на трех стержнях магнитной системы соединены в треугольник и образуют общие точки, фазосдвигающие обмотки своими началами подсоединены к питающей сети, а концами - к общим точкам соединения сетевых и регулировочных обмоток, расположенных на разных стержнях магнитной системы, причем в одном трансформаторе фазосдвигающая обмотка, расположенная на первом стержне, соединена с одной из обмоток, расположенных на втором стержне, и с одной из обмоток, расположенных на первом стержне, а в другом трансформаторе фазосдвигающая обмотка, расположенная на первом стержне, соединена с одной из обмоток, расположенных на третьем стержне, и с одной из обмоток, расположенных на первом стержне [1].

В результате такого выполнения трансформаторного агрегата первичные обмотки каждого из трансформаторов, входящих в него, соединены по схеме "треугольник с продолженными сторонами", причем в одном из трансформаторов фазные напряжения по отношению к линейным сдвинуты по фазе на угол  $(+\alpha)$ , а в другом  $(-\alpha)$ . Указанные углы при питании от такого трансформаторного агрегата преобразователей обеспечат увеличение фазности выпрямленного напряжения в два раза. Однако при регулировании вторичного напряжения путем изменения чисел витков на первичной стороне углы фазового сдвига изменяются и необходимый эффект в отношении фазности выпрямления снижается.

Наиболее близким к заявляемому по технической сущности и достигаемому результату является трехфазный трансформаторный агрегат, состоящий из автотрансформатора и трансформатора, причем автотрансформатор имеет обмотку, соединенную в треугольник, и фазосдвигающую обмотку, и фазосдвигающая обмотка соединена с обмоткой, соединенной в треугольник таким образом, что обмотка фазы фазосдвигающей обмотки соединена с обмоткой той же фазы обмотки, соединенной в треугольник, и с обмоткой другой фазы обмотки, соединенной в треугольник, а трансформатор имеет трехфазную первичную обмотку, обмотки фаз которой не имеют между собой непосредственного соединения, и каждая обмотка фазы первичной обмотки трансформатора соединена с обмотками автотрансформатора [2].

Описанный в [2] трансформаторный агрегат позволяет иметь постоянный угол фазового сдвига при регулировании вторичного напряжения. Реализация этого технического решения позволяет, имея на преобразовательной подстанции  $n$  агрегатов, получить  $(n \cdot m)$  - фазное выпрямление, где  $m$  - фазность выпрямления одного преобразовательного агрегата. Однако для достижения этого каждый из агрегатов должен иметь свой угол фазового сдвига  $\alpha$ , при этом числа витков в обмотках каждого автотрансформатора индивидуальны.

Следовательно, недостатком описанного в [2] трансформаторного агрегата являются его ограниченные функциональные возможности, не обеспечивающие создание на его базе универсального трансформаторного агрегата путем пересоединения отдельных обмоток, обеспечивающего воспроизведение  $(n \cdot m)$  - фазного режима выпрямления при  $n$  одинаковых универсальных трансформаторных агрегатах.

Изобретением решается задача создания трехфазного трансформаторного агрегата, характеризующегося широкими функциональными возможностями, благодаря его универсальности, позволяющей увеличить фазность выпрямления подстанции в  $n$  раз.

Для решения поставленной задачи в трехфазном трансформаторном агрегате, содержащем автотрансформатор, имеющий обмотку, соединенную в треугольник, и фазосдвигающую обмотку, и трансформатор, имеющий первичную и вторичную обмотки, предложено, согласно настоящему изобретению, трансформатор снабдить фазосдвигающей обмоткой, соединенной с первичной обмоткой таким образом, что обмотка одной из фаз фазосдвигающей обмотки соединена последовательно с обмоткой другой фазы первичной обмотки, при этом обмотка одной из фаз фазосдвигающей обмотки автотрансформатора соединена, по крайней мере, с обмоткой одной из двух других фаз автотрансформатора, соединенной в треугольник; при этом автотрансформатор может содержать дополнительную - выравнивающую - обмотку, соединенную с фазосдвигающей обмоткой таким образом, что обмотка одной из фаз фазосдвигающей обмотки соединена последовательно с обмоткой другой фазы выравнивающей обмотки.

Изобретение поясняется чертежами, представляющими собой:

фиг.1 - принципиальная электрическая схема трехфазного трансформаторного агрегата, трансформатор которого содержит, наряду с первичной и вторичной обмотками, фазосдвигающую обмотку, фиг.2 - векторная диаграмма напряжений автотрансформатора трансформаторного агрегата, изображенного на фиг.1; фиг.3 - векторная диаграмма напряжений трансформатора трансформаторного агрегата, изображенного на фиг. 1; фиг.4 - принципиальная электрическая схема трехфазного трансформаторного агрегата, трансформатор которого содержит, наряду с первичной, вторичной и фазосдвигающей обмотками, дополнительную - выравнивающую обмотку, фиг.5 - векторная диаграмма напряжений автотрансформатора трансформаторного

агрегата, изображенного на фиг.4.

Трехфазный трансформаторный агрегат содержит автотрансформатор 1 и трансформатор 2.

Автотрансформатор 1 содержит обмотку 3, соединенную в треугольник, и фазосдвигающую обмотку 4.

Трансформатор 2 содержит первичную обмотку 5, вторичную обмотку 6 и фазосдвигающую обмотку 7.

При этом обмотка одной из фаз фазосдвигающей обмотки 7 трансформатора 2, в частности обмотка фазы А, соединена последовательно с обмоткой другой фазы, в частности фазы С, первичной обмотки 5. Обмотка фазы В фазосдвигающей обмотки 7 соединена последовательно с обмоткой фазы А первичной обмотки 5. Обмотка фазы С фазосдвигающей обмотки 7 соединена последовательно с обмоткой фазы В первичной обмотки 5.

Обмотка одной из фаз фазосдвигающей обмотки 4 автотрансформатора 1, в частности фазы А, соединена с обмоткой фазы В обмотки 3, соединенной в треугольник. Обмотка фазы В фазосдвигающей обмотки 4 соединена с обмоткой фазы С обмотки 3, соединенной в треугольник. Обмотка фазы С фазосдвигающей обмотки 4 соединена с обмоткой фазы А обмотки 3, соединенной в треугольник.

Помимо указанных выше обмоток и их соединений, автотрансформатор трехфазного трансформаторного агрегата может содержать дополнительную - выравнивающую - обмотку 8 (см. фиг.4 и 5).

Выравнивающая обмотка 8 соединена с фазосдвигающей обмоткой 4 автотрансформатора 1 таким образом, что обмотка одной из фаз фазосдвигающей обмотки 4, в частности фазы А, соединена последовательно с обмоткой фазы В выравнивающей обмотки 8; обмотка фазы В фазосдвигающей обмотки 4 соединена последовательно с обмоткой фазы С выравнивающей обмотки 8; обмотка фазы С фазосдвигающей обмотки 4 соединена с обмоткой фазы А выравнивающей обмотки 8.

Введение в трансформатор 2 фазосдвигающей обмотки 7 и соединение ее с первичной обмоткой 5 таким образом, что обмотка одной фазы фазоповоротной обмотки соединена последовательно с обмоткой другой фазы первичной обмотки, позволит обеспечить возможность получения на трансформаторе двух углов фазового сдвига  $+\delta$  и  $-\delta$ .

Получение угла сдвига 5 достигается изменением схемы соединения фазосдвигающей обмотки 7 и первичной обмотки 5 трансформатора 1: фаза А фазосдвигающей обмотки 7 соединяется с фазой В первичной обмотки 5, фаза В фазосдвигающей обмотки 7 соединяется с фазой А первичной обмотки 5, а фаза С фазосдвигающей обмотки 7 соединяется с фазой А первичной обмотки 5.

Соединение в автотрансформаторе фазосдвигающей обмотки 4 с обмоткой, соединенной в треугольник 3, таким образом, что обмотка одной из фаз фазосдвигающей обмотки соединена с обмоткой другой фазы обмотки, соединенной в треугольник, в свою очередь позволит при равных коэффициентах трансформации автотрансформатора иметь

на нем углы фазового сдвига  $+\alpha$ , 0,  $-\alpha$ .

Получение угла 0° достигается путем подачи питающего напряжения на вершины треугольника  $A_1, B_2, C_1$  (см. фиг.1), угла  $+\alpha$  - подачей напряжения питания на концы фазосдвигающей обмотки А, В, С (см. фиг.1), получение угла  $-\alpha$  обеспечивается, например, пересоединением фазосдвигающей обмотки 4. Возможны и другие решения.

Получение равных коэффициентов трансформации достигается подбором числа витков фазосдвигающей обмотки и точки подключения фазосдвигающей обмотки к обмотке автотрансформатора, соединенной в треугольник таким образом, что линейные напряжения АВ и  $A_1B_1$ , ВС и  $B_1C_1$ , СА и  $C_1A_1$  равны (см. векторную диаграмму на фиг.2).

Таким образом, заявляемый трансформаторный агрегат позволяет путем пересоединения обмоток или изменения в схеме подсоединения питающей сети иметь следующие углы фазового сдвига  $(-\alpha, -\delta)$ ;  $(-\alpha, +\delta)$ ;  $-\delta$ ;  $+\delta$ ;  $(\alpha, -\delta)$ ;  $(\alpha, +\delta)$ .

При этом, добиваясь определенных значений углов  $\alpha$  и  $\delta$ , можно на базе трансформаторного агрегата единого исполнения получать различные фазности выпрямления n - агрегатной подстанции.

Так, например, при фазности выпрямления одного агрегата, равной  $m=6$ , для достижения на шести агрегатах  $(n \cdot m)=6 \cdot 6=36$ -фазного выпрямления необходимо, чтобы углы фазового сдвига различались на углы, кратные  $10^\circ$ . Это достигается при  $\delta=5^\circ$ ,  $\alpha=20^\circ$ , при этом агрегаты будут иметь углы соответственно  $-25^\circ$ ;  $-15^\circ$ ;  $-5^\circ$ ;  $+5^\circ$ ;  $+15^\circ$ ;  $+25^\circ$ .

Аналогично, при  $m=12$  для достижения 72-фазного выпрямления при  $n=6$  необходимо иметь углы фазовых сдвигов, кратные  $5^\circ$ . Это достигается при  $\delta=2,5^\circ$ ,  $\alpha=10^\circ$ , при этом агрегаты будут иметь углы соответственно  $-12,5^\circ$ ;  $-7,5^\circ$ ;  $-2,5^\circ$ ;  $+2,5^\circ$ ;  $+7,5^\circ$ ;  $+12,5^\circ$ .

В соответствии с заявляемым решением разработана техническая документация. В настоящее время изготовлен и испытан опытный образец трехфазного трансформаторного агрегата, в котором реализовано заявляемое решение.

Источники информации

1. Авт. свид. СССР 970494, МКИ Н 01 F 29/02, 1982 г.

2. Акцептованная заявка Японии 60-98610, МКИ Н 01 F 29/04, 1985 г.

#### Формула изобретения:

1. Трехфазный трансформаторный агрегат, содержащий автотрансформатор, имеющий обмотку, соединенную в треугольник, фазосдвигающую обмотку и трансформатор, имеющий первичную и вторичную обмотки, отличающийся тем, что трансформатор содержит фазосдвигающую обмотку, соединенную с первичной обмоткой таким образом, что обмотка одной из фаз фазосдвигающей обмотки соединена последовательно с обмоткой другой фазы первичной обмотки, при этом обмотка одной из фаз фазосдвигающей обмотки автотрансформатора соединена, по крайней мере, с обмоткой одной из двух других фаз обмотки автотрансформатора, соединенной в

треугольник.

2. Трехфазный трансформаторный агрегат по п. 1, отличающийся тем, что автотрансформатор содержит дополнительную выравнивающую обмотку,

соединенную с фазосдвигающей обмоткой таким образом, что обмотка одной из фаз фазосдвигающей обмотки соединена последовательно с обмоткой другой фазы выравнивающей обмотки.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

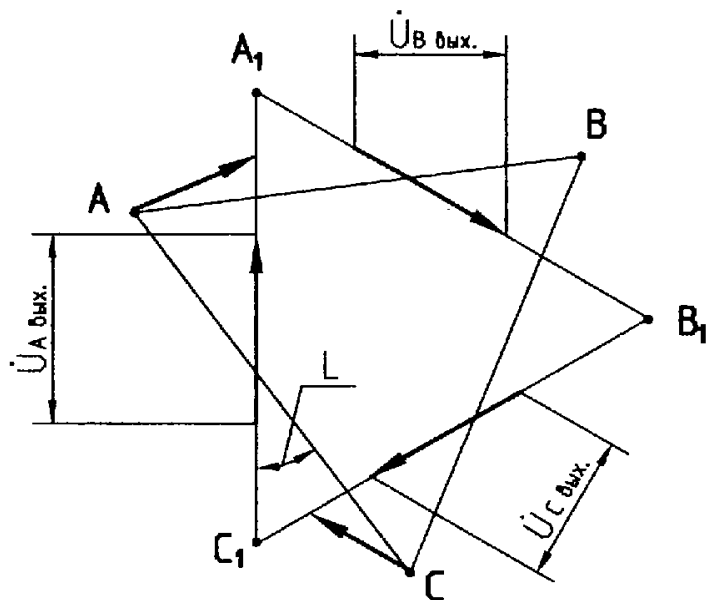
55

60

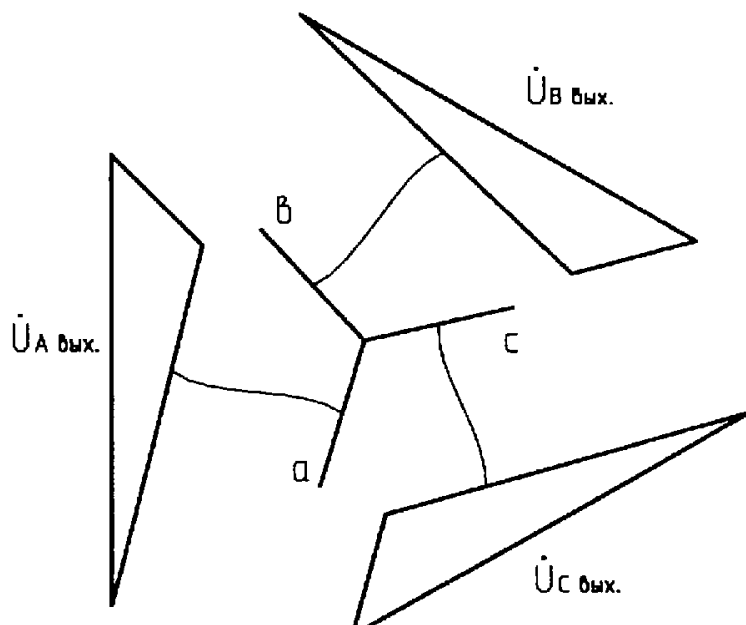
-5-

RU 2200355 C2

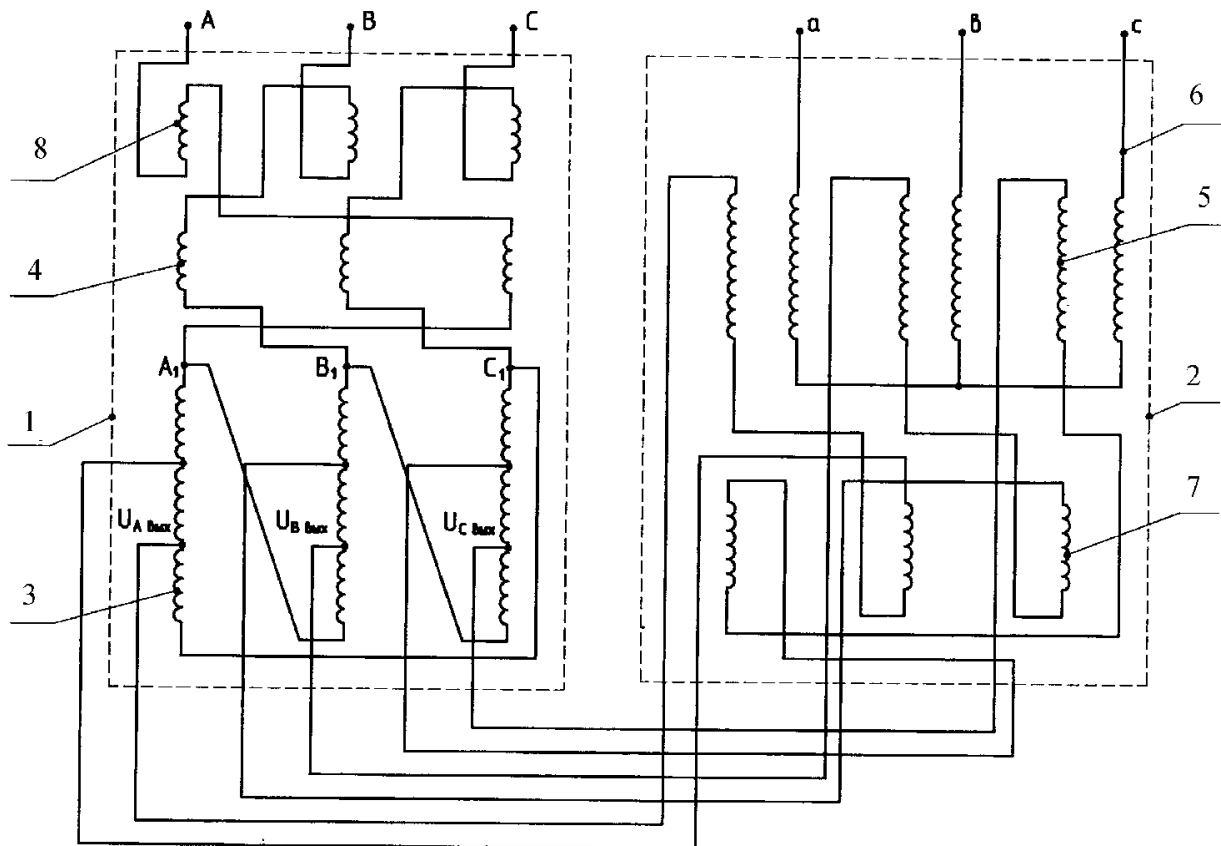
RU 2200355 C2



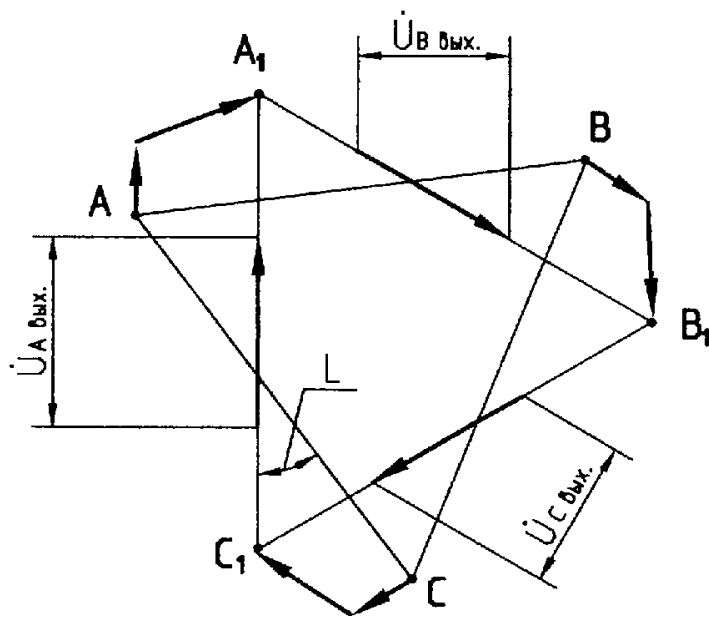
Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4



Фиг.5