

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **16143**

(13) **С1**

(46) **2012.08.30**

(51) МПК

H 02J 3/00 (2006.01)

(54) **ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА (ВАРИАНТЫ)**

(21) Номер заявки: а 20101043

(22) 2010.07.08

(43) 2012.02.28

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Федин Виктор Тимофеевич; Новиков Евгений Николаевич; Кудлай Андрей Иванович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) SU 1350747 А1, 1987.

ВУ 4547 С1, 2002.

ВУ 5266 С1, 2003.

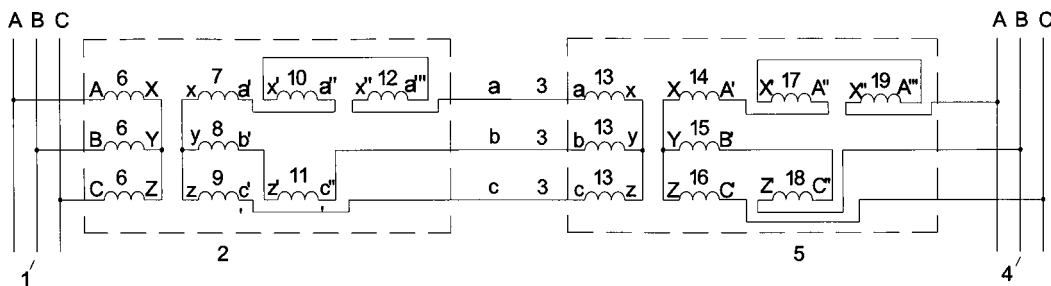
RU 2337451 С1, 2008.

SU 1539891 А1, 1990.

JP 3256531 А, 1991.

(57)

1. Электропередача переменного тока, содержащая источник симметричных трехфазных напряжений в виде трехфазных шин, одноцепную линию электропередачи, потребителей, фазосдвигающее устройство в виде установленного на передающем конце линии трехфазного трансформатора, обмотки одного из напряжений которого, соединенные с линией электропередачи, выполнены в виде групп согласно намотанным полуобмоткам, при этом концы первой группы полуобмоток трансформатора соединены в "звезду", начало полуобмотки одной из фаз первой группы соединено с концом полуобмотки второй фазы второй группы, отличающаяся тем, что на приемном конце линии содержит фазосдвигающее устройство в виде трехфазного трансформатора, обмотки одного из напряжений которого соединены с линией электропередачи, обмотки другого напряжения выполнены в виде трех групп согласно намотанным полуобмоткам; при этом концы первой группы полуобмоток всех фаз соединены в "звезду", начало полуобмотки первой фазы первой группы соединено с началом полуобмотки первой фазы второй группы, начало полуобмотки второй фазы первой группы соединено с началом полуобмотки третьей фазы второй группы; конец полуобмотки первой фазы второй группы соединен с началом полуобмотки первой фазы третьей группы, а конец полуобмотки первой фазы третьей группы, конец полуобмотки второй фазы второй группы, конец полуобмотки третьей фазы первой группы соединены соответственно с первой, второй и третьей фазой потребителей; при этом начало полуобмотки третьей фазы первой группы фазосдвигающего устройства



Фиг. 1

ВУ 16143 С1 2012.08.30

на передающем конце линии соединено с третьей фазой линии электропередачи, начало полуобмотки первой фазы первой группы соединено с началом полуобмотки первой фазы второй группы, а начало полуобмотки второй фазы первой группы соединено с концом полуобмотки третьей фазы второй группы, конец полуобмотки первой фазы второй группы соединен с началом полуобмотки первой фазы третьей группы; конец полуобмотки первой фазы третьей группы, начало полуобмотки третьей фазы второй группы соединены с первой и второй фазой линии электропередачи соответственно.

2. Электропередача переменного тока, содержащая источник симметричных трехфазных напряжений в виде трехфазных шин, одноцепную линию электропередачи, потребителей, фазосдвигающее устройство в виде установленного на передающем конце линии трехфазного трансформатора, обмотки одного из напряжений которого, соединенные с линией электропередачи, выполнены в виде групп согласно намотанных полуобмоток, при этом концы первой группы полуобмоток трансформатора соединены в "звезду", начало полуобмотки одной из фаз первой группы соединено с концом полуобмотки второй фазы второй группы, отличающаяся тем, что на приемном конце линии содержит фазосдвигающее устройство в виде трехфазного трансформатора, обмотки одного из напряжений которого соединены с линией электропередачи, обмотки другого напряжения выполнены в виде двух групп согласно намотанных полуобмоток; при этом концы первой группы полуобмоток всех фаз соединены в "звезду", начало полуобмотки первой фазы первой группы соединено с началом полуобмотки второй фазы второй группы; начало полуобмотки третьей фазы первой группы соединено с началом полуобмотки первой фазы второй группы, конец полуобмотки первой фазы второй группы соединен с началом полуобмотки третьей фазы второй группы; конец полуобмотки второй фазы второй группы, начало полуобмотки второй фазы первой группы, конец полуобмотки третьей фазы второй группы соединены соответственно с первой, второй и третьей фазой потребителей; при этом начало полуобмотки второй фазы первой группы фазосдвигающего устройства на передающем конце линии соединено со второй фазой линии электропередачи; начало полуобмотки первой фазы первой группы соединено с концом полуобмотки второй фазы второй группы, начало полуобмотки третьей фазы первой группы соединено с концом полуобмотки второй фазы третьей группы, начало полуобмотки второй фазы третьей группы соединено с началом полуобмотки третьей фазы второй группы; начало полуобмотки второй фазы второй группы, конец полуобмотки третьей фазы второй группы соединены с первой и третьей фазой линии электропередачи соответственно.

Изобретение относится к области электротехники и может быть использовано при передаче электроэнергии по одноцепным воздушным линиям электропередачи.

Известна электропередача переменного тока [1] (прототип), содержащая источник симметричных трехфазных напряжений, однофазные потребители, одноцепную линию электропередачи, фазосдвигающее устройство, установленное на передающем конце линии и выполненное в виде трехфазного трансформатора, содержащего на стороне одного из номинальных напряжений две группы согласно намотанных полуобмоток, по три полуобмотки в каждой группе, расположенные по одной полуобмотке из каждой группы на каждой фазе трансформатора, причем концы полуобмоток первой группы соединены в "звезду", начало полуобмотки первой фазы первой группы соединено с концом полуобмотки второй фазы второй группы, начало полуобмотки второй фазы первой группы соединено с концом полуобмотки первой фазы второй группы, а начало полуобмотки третьей фазы первой группы соединено с концом полуобмотки этой же фазы второй группы.

Однако данная электропередача переменного тока предназначена только для питания групп однофазных потребителей. Электропередача переменного тока обладает недостаточной надежностью при однофазном коротком замыкании.

Задачей изобретения является получение на приемном конце линии электропередачи трехфазной симметричной системы напряжений и повышение надежности линии электропередачи.

Поставленная задача решается следующим образом.

1. Электропередача переменного тока, содержащая источник симметричных трехфазных напряжений в виде трехфазных шин, одноцепную линию электропередачи, потребителей, фазосдвигающее устройство в виде установленного на передающем конце линии трехфазного трансформатора, обмотки одного из напряжений которого, соединенные с линией электропередачи, выполнены в виде групп согласно намотанных полуобмоток, при этом концы первой группы полуобмоток трансформатора соединены в "звезду", начало полуобмотки одной из фаз первой группы соединено с концом полуобмотки второй фазы второй группы, на приемном конце линии содержит фазосдвигающее устройство в виде трехфазного трансформатора, обмотки одного из напряжений которого соединены с линией электропередачи, обмотки другого напряжения выполнены в виде трех групп согласно намотанных полуобмоток, при этом концы первой группы полуобмоток всех фаз соединены в "звезду", начало полуобмотки первой фазы первой группы соединено с началом полуобмотки первой фазы второй группы, начало полуобмотки второй фазы первой группы соединено с началом полуобмотки третьей фазы второй группы; конец полуобмотки первой фазы второй группы соединен с началом полуобмотки первой фазы третьей группы, а конец полуобмотки первой фазы третьей группы, конец полуобмотки третьей фазы второй группы, конец полуобмотки третьей фазы первой группы соединены соответственно с первой, второй и третьей фазой потребителей; при этом начало полуобмотки третьей фазы первой группы фазосдвигающего устройства на передающем конце линии соединено с третьей фазой линии электропередачи, начало полуобмотки первой фазы первой группы соединено с началом полуобмотки первой фазы второй группы, а начало полуобмотки второй фазы первой группы соединено с концом полуобмотки третьей фазы второй группы, конец полуобмотки первой фазы второй группы соединен с началом полуобмотки первой фазы третьей группы; конец полуобмотки первой фазы третьей группы, начало полуобмотки третьей фазы второй группы соединены с первой и второй фазой линии электропередачи соответственно.

2. Электропередача переменного тока, содержащая источник симметричных трехфазных напряжений в виде трехфазных шин, одноцепную линию электропередачи, потребителей, фазосдвигающее устройство в виде установленного на передающем конце линии трехфазного трансформатора, обмотки одного из напряжений которого, соединенные с линией электропередачи, выполнены в виде двух групп согласно намотанных полуобмоток; при этом концы первой группы полуобмоток трансформатора соединены в "звезду", начало полуобмотки одной из фаз первой группы соединено с концом полуобмотки второй фазы второй группы, на приемном конце линии содержит фазосдвигающее устройство в виде трехфазного трансформатора, обмотки одного из напряжений которого соединены с линией электропередачи, обмотки другого напряжения выполнены в виде двух групп согласно намотанных полуобмоток; при этом концы первой группы полуобмоток всех фаз соединены в "звезду", начало полуобмотки первой фазы первой группы соединено с началом полуобмотки второй фазы второй группы; начало полуобмотки третьей фазы первой группы соединено с началом полуобмотки первой фазы второй группы, конец полуобмотки первой фазы второй группы соединен с началом полуобмотки третьей фазы второй группы; конец полуобмотки второй фазы второй группы, начало полуобмотки второй фазы первой группы, конец полуобмотки третьей фазы второй группы соединены соответственно с первой, второй и третьей фазой потребителей; при этом начало полуобмотки второй фазы первой группы фазосдвигающего устройства на передающем конце линии соединено со второй фазой линии электропередачи; начало полуобмотки первой фазы первой группы соединено с концом полуобмотки второй фазы второй груп-

пы, начало полуобмотки третьей фазы первой группы соединено с концом полуобмотки второй фазы третьей группы, начало полуобмотки второй фазы третьей группы соединено с началом полуобмотки третьей фазы второй группы; начало полуобмотки второй фазы второй группы, конец полуобмотки третьей фазы второй группы соединены с первой и третьей фазой линии электропередачи соответственно.

Сущность изобретения поясняется фигурами, где на фиг. 1 изображен первый вариант электропередачи, на фиг. 2 - векторная диаграмма к ней, на фиг. 3 - второй вариант электропередачи, на фиг. 4 - векторная диаграмма к ней.

На фиг. 1 показана схема электропередачи, в которой к шинам 1 передающей системы через фазосдвигающее устройство 2 подключены провода 3 линии электропередачи.

На приемном конце линии провода линии подключены к шинам 4 приемной системы через фазосдвигающее устройство 5.

Фазосдвигающее устройство 2, установленное в начале линии электропередачи, выполнено на основе магнитной системы обычного трехфазного трехстержневого трансформатора. Обмотки 6 на стороне одного из номинальных напряжений подключены к шинам 1 передающей системы. Концы и начала обмоток 6 обозначены соответственно через X, Y, Z и A, B, C. Обмотки на стороне другого номинального напряжения выполнены из трех групп полуобмоток: 7-9 (полуобмотки первой группы), 10-11 (полуобмотки второй группы), 12 (полуобмотка третьей группы). Полуобмотки 7, 10 и 12 составляют фазу А трансформатора, полуобмотка 8 - фазу В, полуобмотки 9 и 11 - фазу С. Концы полуобмоток 7-9 обозначены через x, y, z, а начала этих полуобмоток обозначены через a', b', c'. Концы полуобмоток 10 и 11 обозначены через x' и z', начала - соответственно a'' и c''. Конец полуобмотки 12 обозначен через x'', начало - a'''. Полуобмотки в каждой фазе трансформатора намотаны согласно, что на фиг. 1 изображено взаимным расположением концов и начал полуобмоток. Концы x, y, z трех полуобмоток 7-9 разных фаз первой группы соединены в "звезду". Начало a' полуобмотки 7 фазы А соединено с началом a'' полуобмотки 10 фазы А трансформатора. Начало b' полуобмотки 8 фазы В соединено с концом z' полуобмотки 11 фазы В трансформатора. Конец x' полуобмотки 10 фазы А соединено с началом a''' полуобмотки 12 фазы А трансформатора. К концу x'', началам c'' и c' полуобмоток 12, 11 и 9 соответственно, являющихся одновременно выводами трансформатора, подключены провода 3 линии электропередачи.

Фазосдвигающее устройство 5, установленное на приемном конце линии электропередачи, выполнено на основе магнитной системы обычного трехфазного трехстержневого трансформатора. Обмотки 13 на стороне одного из напряжений подключены к проводам 3 линии электропередачи. Концы и начала обмоток 13 обозначены через x, y, z и a, b, c соответственно. Обмотки на стороне другого номинального напряжения выполнены из трех групп полуобмоток: 14-16 (полуобмотки первой группы), 17-18 (полуобмотки второй группы) и 19 (полуобмотка третьей группы). Полуобмотки 14, 17 и 19 составляет фазу А трансформатора, полуобмотка 15 - фазу В, полуобмотки 16 и 18 - фазу С. Концы полуобмоток 14-16 обозначены через X, Y, Z, а начала этих полуобмоток - соответственно A', B', C'. Концы полуобмоток 17 и 18 обозначены через X', Z', а начала этих полуобмоток - соответственно A'', C''. Конец полуобмотки 19 обозначен через X'', а начало этой полуобмотки - A'''. Полуобмотки в каждой фазе трансформатора намотаны согласно, что на фиг. 1 изображено взаимным расположением концов и начал полуобмоток. Концы X, Y, Z трех полуобмоток 14-16 разных фаз первой группы соединены в "звезду". Начало A' полуобмотки 14 фазы А соединено с началом A'' полуобмотки 17 фазы А трансформатора. Конец X' полуобмотки 17 фазы А соединено с началом A''' полуобмотки 19 фазы А трансформатора. Начало B' полуобмотки 15 фазы В соединено с началом C'' полуобмотки 18 фазы С трансформатора. К концам X'' фазы А и Z' фазы С, началу C' фазы С полуобмоток 19, 18 и 16 соответственно, являющихся одновременно выводами трансформатора, подключены первая, вторая и третья фаза потребителей.

На фиг. 2 изображены диаграммы на шинах 1 передающей системы, на выводах фазосдвигающего устройства 2, на линии электропередачи 3, на выводах фазосдвигающего устройства 5 и на шинах потребителя 4.

Полуобмотки 7-9 фазосдвигающего устройства 2, соединенные в "звезду", дают симметричную систему напряжений с векторами U_a, U_b, U_c . Согласно фиг. 1, начало a' полуобмотки 7 соединено с началом a'' полуобмотки 10, начало b' полуобмотки 8 соединено с концом z' полуобмотки 11, конец x' полуобмотки 10 соединен с началом a''' полуобмотки 12, к концу x'' и началам c'' и c' полуобмоток 12, 11, 9 соответственно подключены провода 3 линии электропередачи. Поэтому от конца вектора U_b отложен вектор $U'_c = U_c$, от конца вектора U_a отложен вектор $U'_a = -U_a$, от конца полученного вектора U'_a отложен вектор $U''_a = -U'_a$, в итоге получаем вектор $U''_a = U'_b$, совпадающий по направлению с вектором U'_b . Совпадение векторов напряжений U''_a и U'_b двух фаз на линии электропередачи позволяет практически отказаться от изоляции между ними и существенно сблизить эти фазы в полете. Векторы напряжений U''_a и U'_b сдвинуты относительно вектора напряжений третьей фазы U_c лишь на 60° , т.е. между ними на линии прикладывается лишь фазное напряжение, что также позволяет сблизить третью фазу с двумя первыми. В итоге существенно сокращаются ширина трассы линии и ее площадь поперечного сечения, уменьшаются механические нагрузки на опору, что приводит к повышению надежности линии и улучшению ее экологических характеристик.

Концы X, Y, Z трех полуобмоток 14-16 соединены в "звезду", начало A' полуобмотки 14 соединено с началом A'' полуобмотки 17, конец X' полуобмотки 17 соединено с началом A''' полуобмотки 19, начало B' полуобмотки 15 соединено с началом C'' полуобмотки 18, к концам X'' и Z', началу C' полуобмоток 19, 18 и 16 соответственно, являющихся одновременно выводами трансформатора, подключены первая, вторая и третья фаза потребителей.

Поэтому от конца вектора U'_a отложен вектор $U'_c = -U_c$, от конца вектора U'_a отложен вектор $U_a = -U'_a$, от конца полученного вектора U_a отложен вектор $U_A = -U'_a$, в итоге получаем вектор U_A , угол сдвига между векторами U_A, U_B, U_C составляет 120° . В результате получаем симметричную трехфазную систему напряжений.

На фиг. 3 показана схема электропередачи, в которой к шинам 1 передающей системы через фазосдвигающее устройство 2 подключены провода 3 линии электропередачи.

На приемном конце линии провода линии подключены к шинам 4 приемной системы через фазосдвигающее устройство 5.

Фазосдвигающее устройство 2, установленное в начале линии электропередачи, выполнено на основе магнитной системы обычного трехфазного трехстержневого трансформатора. Обмотки б на стороне одного из номинальных напряжений подключены к шинам 1 передающей системы. Концы и начала обмоток б обозначены соответственно через X, Y, Z и A, B, C. Обмотки на стороне другого номинального напряжения выполнены из трех групп полуобмоток: 7-9 (полуобмотки первой группы), 10-11 (полуобмотки второй группы), 12 (полуобмотка третьей группы). Полуобмотка 7 составляет фазу А трансформатора, полуобмотки 8, 10 и 12 - фазу В, полуобмотки 9 и 11 - фазу С. Концы полуобмоток 7-9 обозначены через x, y, z, а начала этих полуобмоток обозначены через a', b', c'. Концы полуобмоток 10 и 11 обозначены через y' и z', начала - соответственно b'' и c''. Конец полуобмотки 12 обозначен через y'', начало - b'''. Полуобмотки в каждой фазе трансформатора намотаны согласно, что на фиг. 2 изображено взаимным расположением концов и начал полуобмоток. Концы x, y, z трех полуобмоток 7-9 разных фаз первой группы соединены в "звезду". Начало a' полуобмотки 7 фазы А соединено с концом y' полуобмотки 10 фазы В трансформатора. Начало c' полуобмотки 9 фазы С соединено с концом y'' полуобмотки 12 фазы В трансформатора. Начало b''' полуобмотки 12 фазы В соединено с концом z' полу-

обмотки 11 фазы С трансформатора. К началу b'' и b' , концу z' полуобмоток 10, 8, 11 соответственно, являющихся одновременно выводами трансформатора, подключены провода 3 линии электропередачи.

Фазосдвигающее устройство 5, установленное на приемном конце линии электропередачи, выполнено на основе магнитной системы обычного трехфазного трехстержневого трансформатора. Обмотки 13 на стороне одного из напряжений подключены к проводам 3 линии электропередачи. Концы и начало обмоток 13 обозначены через x , y , z и a , b , c соответственно. Обмотки на стороне другого номинального напряжения выполнены из двух групп полуобмоток: 14-16 (полуобмотки первой группы) и 17-19 (полуобмотки второй группы). Полуобмотки 14 и 17 составляет фазу А трансформатора, полуобмотки 15 и 18 - фазу В, полуобмотки 16 и 19 - фазу С. Концы полуобмоток 14-16 обозначены через X , Y , Z , а начала этих полуобмоток - соответственно A' , B' , C' . Концы полуобмоток 17-19 обозначены через X' , Y' , Z' , а начала этих полуобмоток - соответственно A'' , B'' , C'' . Полуобмотки в каждой фазе трансформатора намотаны согласно, что на фиг. 1 изображено взаимным расположением концов и начал полуобмоток. Концы X , Y , Z трех полуобмоток 14-16 разных фаз первой группы соединены в "звезду". Начало A' полуобмотки 14 фазы А соединено с началом B'' полуобмотки 18 фазы В трансформатора. Начало C' полуобмотки 16 фазы С соединено с началом A'' полуобмотки 17 фазы А трансформатора. Конец X' полуобмотки 17 фазы А соединен с началом C'' полуобмотки 19 фазы С трансформатора. К концу Y' фазы В, началам B' фазы В и концу Z' фазы С полуобмоток 18, 15 и 19 соответственно, являющихся одновременно выводами трансформатора, подключены первая, вторая и третья фаза потребителей.

Полуобмотки 7-9 фазосдвигающего устройства 2, соединенные в "звезду", дают симметричную систему напряжений с векторами U_a , U_b , U_c . Согласно фиг. 4, начало a' полуобмотки 7 соединено с концом y' полуобмотки 10, начало c' полуобмотки 9 соединено с концом y'' полуобмотки 12, начало b''' полуобмотки 12 соединено с началом c'' полуобмотки 11, к началам b'' , b''' и c'' полуобмоток 10, 12, 11 соответственно подключены провода 3 линии электропередачи. Поэтому от конца вектора U_a отложен вектор $U'_b = U_b$, от конца вектора U_c отложен вектор $U'_b = U_b$, от конца полученного вектора U'_b отложен вектор $U'_c = -U_c$, в итоге получаем вектор $U''_c = U_b$, совпадающий по направлению с вектором U_b . Совпадение векторов напряжений U''_c и U_b двух фаз на линии электропередачи позволяет практически отказаться от изоляции между ними и существенно сблизить эти фазы в пролете. Векторы напряжений U''_c и U_b сдвинуты относительно вектора напряжений третьей фазы U'_a лишь на 60° , т.е. между ними на линии прикладывается лишь фазное напряжение, что также позволяет сблизить третью фазу с двумя первыми. В итоге существенно сокращаются ширина трассы линии и ее площадь поперечного сечения, уменьшаются механические нагрузки на опору, что приводит к повышению надежности линии и улучшению ее экологических характеристик.

Концы X , Y , Z трех полуобмоток 14-16 соединены в "звезду". Начало A' полуобмотки 14 соединено с началом B'' полуобмотки 18. Начало C' полуобмотки 16 соединено с началом A'' полуобмотки 17. Конец X' полуобмотки 17 соединен с началом C'' полуобмотки 19. К концу Y' , началам B' и концу Z' полуобмоток 18, 15 и 19 соответственно, являющихся одновременно выводами трансформатора, подключены первая, вторая и третья фаза потребителей. Поэтому от конца вектора U_a отложен вектор $U'_b = -U_b$, от конца вектора U_c отложен вектор $U'_c = -U_a$, от конца полученного вектора U'_c отложен вектор $U'_c = -U''_c$, в итоге получаем вектор U_c , угол сдвига между векторами U_A , U_B , U_C составляет 120° . В результате получаем симметричную трехфазную систему напряжений.

Использование фазосдвигающего устройства электропередачи 5 в виде рассмотренного трансформатора, который осуществляет сдвиг векторов напряжений фазы относитель-

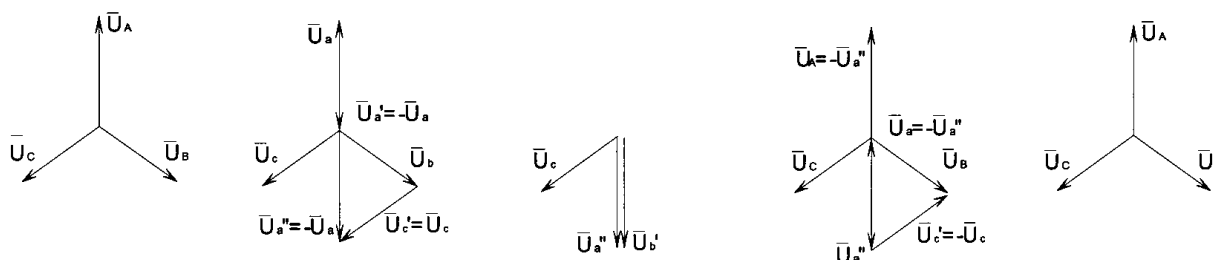
ВУ 16143 С1 2012.08.30

но двух других, позволяет получать на шинах 4 приемной системы трехфазную симметричную систему переменного тока.

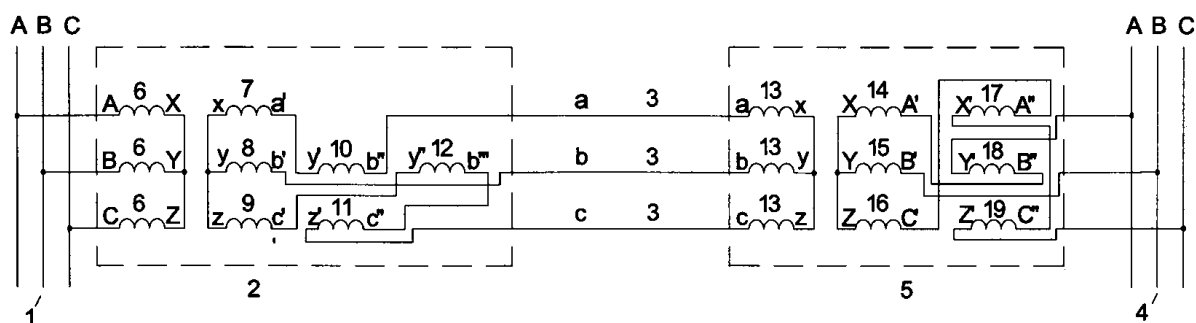
Предлагаемое изобретение может быть использовано при создании одноцепных воздушных линий электропередачи преимущественно 6 кВ и выше.

Источники информации:

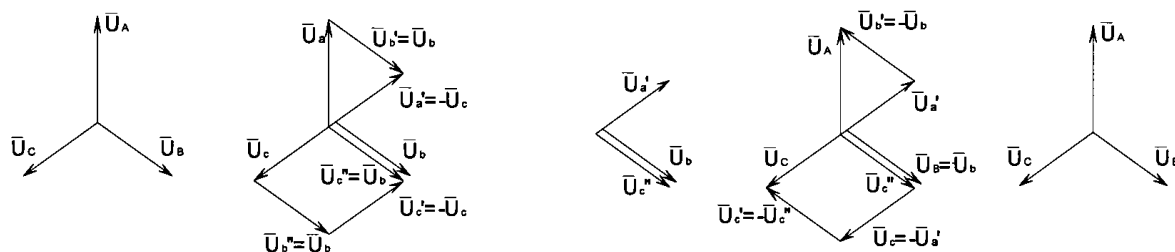
1. А.с. СССР 1350747, МПК Н 02J 3/00, 1987.



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4