



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3976085/24-07

(22) 29.07.85

(46) 07.11.87.Бюл. № 41

(71) Белорусский политехнический институт и Гомельский политехнический институт

(72) В.Т.Федин, П.В.Лычев,  
Г.И.Селиверстов и Ю.Д.Головач

(53) 621.315 (088.8)

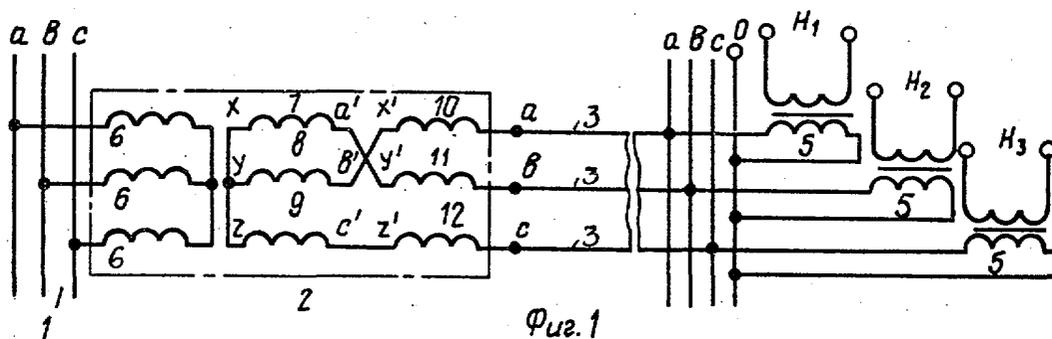
(56) Авторское свидетельство СССР  
№ 566288, кл. Н 02 J 3/00, 1977.

Авторское свидетельство СССР  
№ 1138881, кл. Н 02 J 3/00, 1985.

(54) ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

(57) Изобретение относится к области электротехники и может быть использовано при передаче электроэнергии по одноцепным воздушным линиям электропередачи. Цель изобретения -

упрощение и повышение экономичности электропередачи, а также обеспечение работы линии электропередачи с заданным фиксированным углом сдвига фаз при изменении параметров режима электропередачи и расширение диапазона регулирования угла фазового сдвига и режимов электропередачи. Фазосдвигающее устройство 2 выполнено в виде трехфазного тр-ра с вторичными регулируемыми полуобмотками 7-12. При подаче на первичные обмотки 6 системы трехфазных напряжений к проводам 3 оказывается приложенной система напряжений, в которой вектор напряжения фазы а сдвинут относительно векторов напряжений фаз b и c на  $180^\circ$ , что приводит к повышению пропускной способности линии. 3 з.п. ф-лы, 8 ил.



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

Цель изобретения - упрощение и повышение экономичности электропередачи, а также обеспечение работы линии электропередачи с заданным фиксированным углом сдвига фаз при изменении параметров режима электропередачи и расширение диапазона регулирования угла фазового сдвига и режимов электропередачи.

На фиг. 1 изображена схема электропередачи; на фиг. 2 - то же, вариант; на фиг. 3-5 - векторные диаграммы напряжений, поясняющие работу электропередачи; на фиг. 6 и 7 - схемы обмоток трансформатора с устройствами регулирования напряжения и элементами системы управления ими.

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 соединяются с шинами 4 приемной системы, к которым подключены однофазные трансформаторы 5, питающие однофазную нагрузку  $N_1, N_2, N_3$ .

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. Обмотки на стороне другого номинального напряжения выполнены из двух групп полуобмоток: 7 - 9 (полуобмотки первой группы) и 10 - 12 (полуобмотки второй группы). Полуобмотки 7 и 10 составляют фазу А трансформатора, полуобмотки 8 и 11 - фазу В, полуобмотки 9 и 12 - фазу С. Концы полуобмоток 7-9 обозначены через  $x, y, z$ , а начала этих полуобмоток - соответственно  $a', b', c'$ . Концы полуобмоток 10 - 12 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. Так, например, в

фазе А начала  $a'$  и  $a$  полуобмоток 7 и 10 расположены по одну сторону от их концов  $x$  и  $x'$ . Концы  $x, y, z$  трех полуобмоток 7 и 9 разных фаз первой группы соединены в "звезду". Начало  $b'$  полуобмотки 8 фазы В соединено с концом  $x'$  полуобмотки 10 фазы А трансформатора. Начало  $a'$  полуобмотки 7 фазы А соединено с концом  $y'$  полуобмотки 11 фазы В трансформатора. И, наконец, начало  $c'$  полуобмотки 9 фазы С соединено с концом  $z'$  полуобмотки 12 фазы С. К началам  $a, b, c$  полуобмоток 10 - 12, являющихся одновременно выводами трансформатора, подключены провода 3 линии электропередачи.

Отличием схемы электропередачи, приведенной на фиг. 2, является то, что линия электропередачи выполнена двухпроводной. Провод 3' соединяется с выводом С фазосдвигающего устройства, провод 3'' - с выводами  $a$  и  $b$ , объединенными в общую точку.

На питающую обмотку 6 фазосдвигающего устройства 2 подается симметричная система напряжений, изображенная на фиг. 3. Векторы  $b$  и  $c$  напряжений фаз В и С сдвинуты соответственно на  $120$  и  $240^\circ$  относительно вектора  $a$  фазы А и равны с ним по модулю.

На фиг. 4-5 изображены векторные диаграммы напряжений на выводах  $a, b, c$  фазосдвигающего устройства 2.

Полуобмотки 7 - 9 фазосдвигающего устройства 2, соединенные в "звезду", дают симметричную систему напряжений с векторами  $xa', yb', zc'$ . Согласно фиг. 1 и 2 начало  $a'$  полуобмотки 7 электрически соединено с концом  $y'$  полуобмотки 11. Поэтому вектор  $y'b$  направлен из точки  $a'$  параллельно вектору  $yb'$ . Начало  $b'$  полуобмотки 8 соединено с концом  $x'$  полуобмотки 10. Поэтому вектор  $x'a$  направлен из точки  $b'$  параллельно вектору  $xa'$ . Начало  $c'$  полуобмотки 9 соединено с концом  $z'$  полуобмотки 12. Поэтому вектор  $z'c$  направлен из точки  $c'$  по направлению вектора  $zc'$ . Сдвиг векторов  $xa'$  и  $yb'$  равен  $120^\circ$ .

Угол между векторами  $yb'$  и  $x'a$ ,  $xa'$  и  $y'b$  равен  $60^\circ$ . Величины векторов напряжений  $x'b, y'a, zc$  разных фаз на выводах фазосдвигающего устройства зависят от соотношения чисел витков в полуобмотках 7 - 12. На

фиг.4 изображен вариант диаграммы, в котором число витков во всех полуобмотках одинаково. Для диаграммы на фиг. 5 числа витков таковы, что величины векторов напряжений  $x_b$ ,  $ya$ ,  $zc$  равны. В результате вектор напряжения  $zc$  на выводах фазосдвигающего устройства 2 сдвинут относительно векторов напряжения  $x_b$  и  $ya$  на  $180^\circ$  (фиг. 4 и 5). При этом общая индуктивность линии электропередачи, подключенной к фазосдвигающему устройству, становится наименьшей, емкость наибольшей, волновое сопротивление наименьшим и пропускная способность электропередачи достигает максимальной величины. Наибольший эффект имеет место в тех случаях, когда провода сближены на минимально допустимое расстояние по условиям диэлектрической прочности воздушного промежутка.

Как следует из диаграмм на фиг.4 и 5, потенциалы на выводах  $a$  и  $b$  фазосдвигающего устройства 2 относительно нулевой точки хуз одинаковы. Это дает возможность объединить выводы  $a$  и  $b$  и выполнить линию электропередачи двухпроводной (фиг.2).

На фиг. 6 изображена схема соединения обмоток фазосдвигающего устройства с устройствами регулирования напряжения под нагрузкой (РПН). Устройства РПН установлены в каждой фазе трансформатора в обеих группах полуобмоток. Воздействуя на устройство РПН каждой полуобмотки, можно изменять величины и взаимное положение векторов напряжений, регулируя тем самым режим о линии электропередачи.

Для оптимизации режима линии или поддержания фиксированного значения угла сдвига фаз, равного  $180^\circ$ , каждая фаза фазосдвигающего устройства снабжена независимой системой управления - устройствами 13-15 регулирования напряжения (фиг.6). Устройство 13 регулирует величины векторов напряжений полуобмоток  $xa'$  и  $y'b$ , устройство 14 - векторов  $yb'$  и  $x'a$ , устройство 15 - векторов  $zc'$  и  $z's$  (фиг.4).

При изменении нагрузки фазовый сдвиг между напряжениями фазы С и фаз А, В изменяется. Система управления реагирует на это изменение и с помощью устройств РПН регулирует вели-

чины векторов напряжений таким образом, чтобы фазовый сдвиг снова стал равным  $180^\circ$ , а потенциалы точек  $a$  и  $b$  совпали.

Устройства РПН на фиг.6 установлены в концах полуобмоток. Полуобмотки второй группы фазосдвигающего устройства снабжены дополнительными устройствами РПН (фиг.7), которые устанавливаются в началах полуобмоток.

На фиг.8 приведена векторная диаграмма напряжений полуобмоток, соединенных по схеме фиг. 7, имеющих одинаковое количество витков, при регулировании напряжения электропередачи с помощью основного и дополнительного устройств РПН. В режиме максимальных нагрузок наиболее эффективна работа электропередачи с углом сдвига фаз  $180^\circ$ . Этот угол обеспечивается выведенным положением устройств РПН второй группы полуобмоток. К проводам приложены напряжения  $x_b'$ ,  $ya'$ ,  $zc$ . Работу электропередачи в других режимах рассмотрим на примере последовательно соединенных полуобмоток  $yb'$  и  $x'a$ . При перемещении подвижных контактов основного устройства РПН от конца  $x'$  полуобмотки  $x'a$  к ее началу а конец вектора напряжения  $x'a$ , перемещается по отрезку  $a_1-a_2$  (фиг.8) от положения  $a_1$  до положения  $x'$ . Угол фазового сдвига между векторами  $yb'$  (положение  $x'$ ) и  $xa'$  (положение  $y'$ ) составляет  $120^\circ$ . При введении дополнительного устройства РПН можно получить угол сдвига векторов напряжений  $ya$  и  $x_b$ , равной  $180^\circ$ , а векторов  $zc$  и  $ya$ ,  $zc$  и  $x_b$  - равный  $90^\circ$  и  $270^\circ$ . В этом случае подвижные контакты дополнительного устройства РПН перемещаются от начала  $a$  полуобмотки  $x'a$  к ее концу  $x'$ , полуобмотки  $yb'$  и  $x'a$  оказываются соединенными последовательно и встречно, результирующий вектор напряжения скользит далее по отрезку  $a_1 - a_2$  и при полностью введенном устройстве достигает положения  $a_2$ .

Следует отметить, что регулирование выходных напряжений фазосдвигающего устройства должно происходить независимо в каждой фазе (фиг.6) с помощью систем управления устройствами РПН.

Выполнение фазосдвигающего устройства электропередачи в виде рассмот-

ренного трансформатора, который осуществляет требуемый сдвиг векторов напряжений двух фаз относительно третьей фазы, позволяет использовать его в качестве единого устройства вместо двух отдельных устройств (трансформатора и фазосдвигающего устройства), а также уменьшить количество коммутационных аппаратов, в результате чего упрощается электропередача и повышается ее экономичность.

Предлагаемое изобретение может быть использовано при создании одноцепных воздушных линий электропередачи 6 - 220 кВ для питания групп однофазных потребителей большой мощности.

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

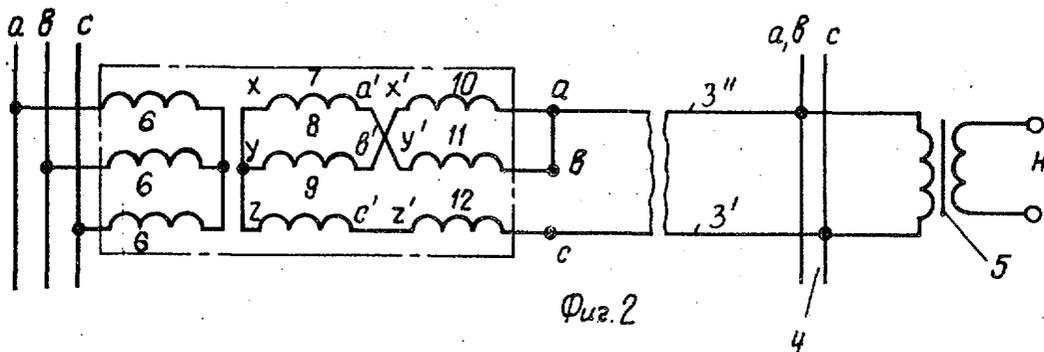
1. Электропередача переменного тока, содержащая источник симметричных трехфазных напряжений, однофазные потребители, одноцепную линию электропередачи, фазосдвигающее устройство, установленное на передающем конце линии, отличающаяся тем, что, с целью ее упрощения и повышения экономичности, фазосдвигающее устройство выполнено 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.

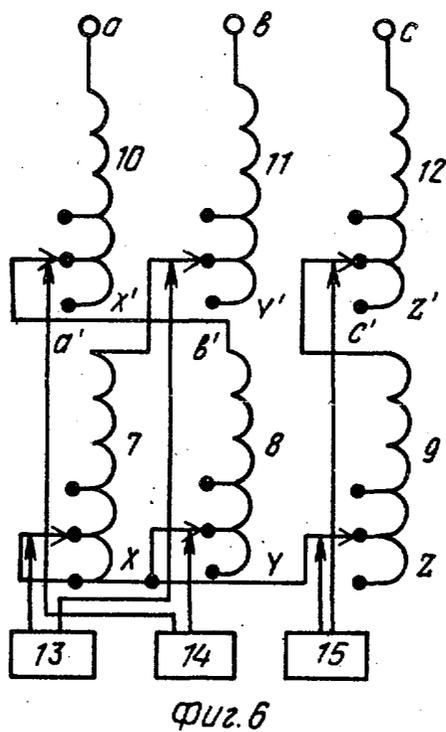
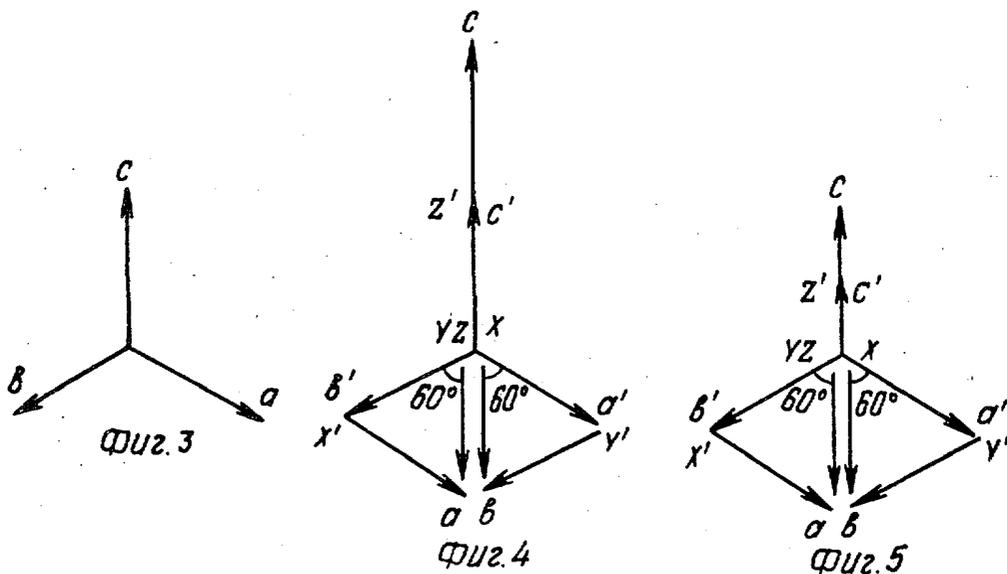
2. Электропередача по п.1, отличающаяся тем, что полуобмотки фазосдвигающего устройства, относящиеся к разным фазам, в каждой группе содержат различное число витков.

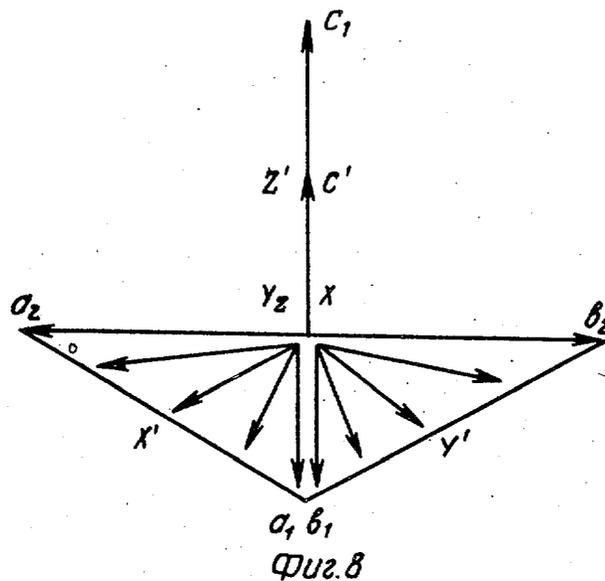
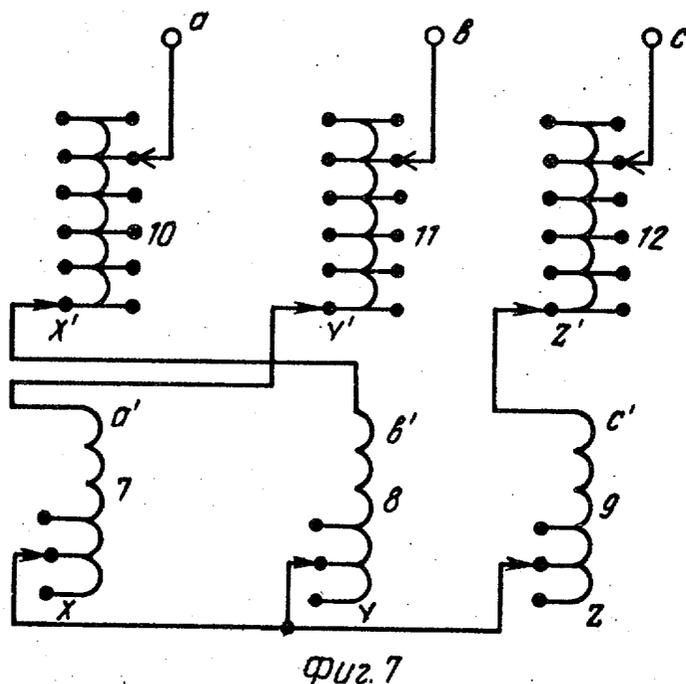
3. Электропередача по пп. 1 и 2, отличающаяся тем, что, с целью обеспечения работы линии электропередачи с заданным фиксированным углом сдвига фаз при изменении параметров режима электропередачи, каждая фаза фазосдвигающего устройства снабжена установленными в каждой группе полуобмоток устройствами регулирования напряжений и независимой системой управления ими.

4. Электропередача по пп. 1-3, отличающаяся тем, что, с целью расширения диапазона регулирования угла фазового сдвига и режимов электропередачи, начала полуобмоток второй группы снабжены дополнительными устройствами регулирования напряжения.



Фиг. 2





Редактор С.Пекаръ                      Составитель М.Поляков                      Корректор М.Пожо  
 Техред М.Ходанич

Заказ 5292/53                      Тираж 618                      Подписное  
 ВНИИПИ Государственного комитета СССР  
 по делам изобретений и открытий  
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д.4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г.Ужгород, ул.Проектная, 4