



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 855848

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 15.05.70 (21) 1442284/24-07

с присоединением заявки № 2752797/07

(23) Приоритет 13.04.79

Опубликовано 15.08.81.Бюллетень № 30

Дата опубликования описания 15.08.81

(51) М. Кл.³

Н 02 J 3/00

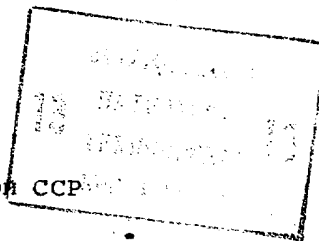
(53) УДК 621.311.4.
.016.313(088.8)

(72) Автор
изобретения

А.Д. Музыченко

(71) Заявитель

Институт электродинамики АН Украинской ССР



(54) ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧА

1

Изобретение относится к электро-
технике, а именно к системам элект-
ропередачи и системам питания элект-
рических сетей, в частности к элект-
рическим сетям, снабженным устрой-
ствами для устранения асимметрии на-
пряжений и токов в сетях.

Известна двухфазная передача элект-
рической энергии, содержащая сим-
метричный двухфазный источник, сим-
метричную двухфазную нагрузку и линию
передачи, состоящую из четырех про-
водов [1].

Недостаток ее - большое количест-
во проводов.

Известна симметричная трехфазная
передача электрической энергии, со-
держащая симметричный трехфазный ис-
точник, трехфазную симметричную на-
грузку и симметричную линию передачи,
состоящую из трех проводов [2].

Недостатком ее является большое
количество проводов.

Известна трехфазная передача
электрической энергии, содержащая
симметричный трехфазный источник,
симметричную трехфазную нагрузку и
несимметричную линию передачи, сос-
тоящую из двух проводов и одного
сопутствующего электропроводящего

2

объекта. В качестве сопутствующего
электропроводящего объекта исполь-
зуются рельсы, трубы, земля, корпуса
и т.д. Сопутствующий электропроводя-
щий объект выполняет роль третьего
провода трехфазной линии передачи
[3] и [4].

В результате того, что два прово-
да и сопутствующий электропроводящий
объект имеют различные по величине
активные сопротивления, а также соб-
ственные и взаимные индуктивности,
на приемном конце линии, называемой
в этом случае несимметричной, воз-
никает неуравновешенный режим, со-
провождающийся появлением несиммет-
рии напряжений и токов на симметрич-
ной нагрузке. Несимметрия токов в
симметричных трехфазных двигателях
приводит к недопустимым перегревам
и, как следствие, к выходу их из
строя.

Наиболее близкой по технической
сущности к предлагаемой передаче
является трехфазная передача элект-
рической энергии, содержащая трех-
фазный симметричный источник, сим-
метричную трехфазную нагрузку, не-
симметричную линию, состоящую из
двух проводов и сопутствующего

5

10

15

20

25

30

электропроводящего объекта, и устройство для симметрирования трехфазных напряжений в конце линии [5].

Однако в источнике и линии такой передачи имеет место неуравновешенный режим, зависящий от величины и фазного угла симметричной нагрузки. Из-за наличия симметрирующего устройства, обеспечивающего уравновешенный режим только нагрузки, передача имеет повышенную стоимость, а из-за наличия в симметрирующем устройстве конденсаторных батарей и контактных переключателей передача имеет низкую надежность. Кроме того, такая передача не допускает промежуточного отбора мощности от несимметричной линии.

Цель изобретения - обеспечение уравновешенности режима всей передачи при любых значениях величины и фазного угла нагрузки, повышение надежности передачи и снижение ее стоимости.

Эта цель достигается тем, что в электропередаче, содержащей источник трехфазных напряжений, трехфазную нагрузку и несимметричную линию, состоящую из двух проводов и сопутствующего электропроводного объекта, трехфазный источник и нагрузка выполнены несимметричными по фазам, причем соотношения между внутренними сопротивлениями $Z_A(u)$, $Z_B(u)$ и $Z_C(u)$ фаз источника, соотношения между сопротивлениями $Z_A(n)$, $Z_B(n)$ и $Z_C(n)$ трехфазной нагрузки и коэффициент ϵ несимметрии напряжений трехфазного источника являются функциями сопротивлений Z_A , Z_B , Z_C и взаимных индуктивностей M_{AB} , M_{BC} и M_{CA} несимметричной линии передачи, а именно:

$$\begin{aligned} Z_A(u) \cdot Z_B(u) \cdot Z_C(u) &= Z_A(n) \cdot Z_B(n) \cdot Z_C(n) \\ &= \frac{1+\epsilon}{1-\epsilon} \cdot \frac{\alpha+\epsilon}{\alpha-\epsilon} \cdot \frac{\alpha^2+\epsilon}{\alpha^2-\epsilon} \\ \epsilon &= \frac{\xi^0 \pm \sqrt{(\xi^0)^2 - \xi' \xi''}}{\xi''} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \xi^0 &= \xi_C^0 - \xi_B^0; \xi' = \xi_C' + 2\alpha^2 \xi_B'; \xi'' = \xi_C'' + 2\alpha \xi_B''; \\ \xi_C^0 &= \frac{1}{3}(Z_A + Z_B + Z_C); \xi_B^0 = \frac{j\omega}{3}(M_{AB} + M_{BC} + M_{CA}); \\ \xi_C' &= \frac{1}{3}(Z_A + \alpha Z_B + \alpha^2 Z_C); \\ \xi_B' &= \frac{j\omega}{3}(M_{AB} + \alpha M_{BC} + \alpha^2 M_{CA}); \\ \xi_C'' &= \frac{1}{3}(Z_A + \alpha^2 Z_B + \alpha Z_C); \\ \xi_B'' &= \frac{j\omega}{3}(M_{AB} + \alpha^2 M_{BC} + \alpha M_{CA}). \end{aligned}$$

где ω - круговая частота сети;
 α - фазный оператор ($\alpha = e^{j(2\pi/3)}$);
 j - мнимая величина ($j = \sqrt{-1}$).

При этом несимметричный трехфазный источник может быть выполнен в виде последовательного соединения симметричного трехфазного источника

и трехфазного трансформатора, имеющего симметричную и несимметричную группы обмоток, причем симметричный источник соединен с симметричной группой обмоток.

Несимметричная нагрузка также может быть выполнена в виде последовательного соединения симметричной трехфазной нагрузки и трехфазного трансформатора, имеющего симметричную и несимметричную группы обмоток, причем симметричная группа обмоток соединена с симметричной нагрузкой.

С целью уменьшения установленной мощности передачи в качестве несимметричной нагрузки использован трехфазный двигатель, статорные обмотки которого выполнены неодинаковым по количеству витков и расположены между собой под углами α_{AB} , α_{AC} отличными от $2\pi/3$, при этом числа витков обмоток связаны между собой следующим соотношением:

$$\begin{aligned} W_A : W_B : W_C &= |1+\epsilon| : |\alpha^2 + \epsilon\alpha| : |\alpha + \epsilon\alpha^2|; \\ \alpha_{AB} &= \arg(1+\epsilon) - \arg(\alpha^2 + \epsilon\alpha); \\ \alpha_{AC} &= \arg(1+\epsilon) - \arg(\alpha + \epsilon\alpha^2). \end{aligned}$$

На фиг. 1 представлена принципиальная схема трехфазной передачи, у которой источник и нагрузка выполнены несимметричными; на фиг. 2 - трехфазная передача, у которой несимметричный источник выполнен в виде последовательного соединения несимметричного трансформатора и симметричного источника; на фиг. 3 - принципиальная схема передачи, у которой несимметричная нагрузка выполнена в виде последовательного соединения симметричной нагрузки несимметричного трансформатора; на фиг. 4 - передача с несимметричным исполнением трехфазного двигателя; на фиг. 5 - пример выполнения трехфазной передачи с промежуточным отбором мощности от несимметричной линии.

Трехфазная передача (фиг. 1) состоит из несимметричного источника 1, несимметричной нагрузки 2 и несимметричной линии 3, состоящей из двух проводов, имеющих соответственно сопротивления Z_A и Z_B , и сопутствующего электропроводного объекта 4 (например, рельсы), имеющего сопротивление Z_C , подключенного между источником и нагрузкой и выполняющего роль третьего провода в трехфазной передаче. Сопротивления Z_A , Z_B и Z_C включают активные и реактивные составляющие, причем в общем случае

$$Z_A \neq Z_B \neq Z_C. \quad (1)$$

Взаимные индуктивности M_{AB} , M_{BC} и M_{CA} между двумя проводами и сопут-

ствующим электропроводным объектом не равны между собой

$$M_{AB} \neq M_{BC} \neq M_{CA} \quad (2)$$

Источник выполнен с несимметричной системой трехфазных напряжений. С этой целью статорные обмотки, например синхронного генератора, имеют неодинаковые числа витков по фазам и смещены так, что оси этих обмоток находятся между собой под углами, отличными от $2\pi/3$. Статорные обмотки такого источника намотаны проводами с различными площадями поперечных сечений. Поэтому в несимметричном источнике внутренние сопротивления $Z_A(u)$, $Z_B(u)$ и $Z_C(u)$ не равны между собой, причем, если сопутствующий электропроводный объект включает в фазу С, то имеет место неравенство

$$Z_C(u) < Z_A(u); Z_C(u) < Z_B(u) \quad (3)$$

Аналогичные (3) соотношения характерны для несимметричной нагрузки.

Работа трехфазной передачи происходит следующим образом.

При уравновешенном режиме несимметричной линии токи и напряжения по фазам не равны между собой. Уравновешенный режим имеет место в том случае, если коэффициент ξ несимметрии напряжений равен с отрицательным значением коэффициенту ξ несимметрии токов в любой точке линии $\xi + \xi_i = 0$, в том числе в начале и конце ее.

Если изобразить систему линейных напряжений и токов в виде треугольников в начале несимметричной линии, то в любом ее сечении при уравновешенном режиме имеют место системы напряжений и токов, которые изображаются треугольниками, подобными треугольникам в начале линии. Кроме того, треугольники падений напряжений на внутренних сопротивлениях источника, сопротивлениях несимметричной линии и сопротивлениях нагрузки также между собой подобны. Величина ξ должна при этом быть рассчитана с учетом сопротивлений и взаимных индуктивностей несимметричной линии.

При выполнении (3) в любой точке линии и несимметричном изготовлении источника и нагрузки, во всех элементах передачи (источнике, линии и нагрузке) имеет место уравновешенный режим. Несимметрия трехфазных напряжений оценивается коэффициентом несимметрии ξ , равным отношению

$$\xi = \frac{U_2}{U_1}, \quad (4)$$

где $\bar{U}_2$ и U_1 — симметричные составляющие напряжений в фазе А, причем

$$U_1 = \frac{1}{3}(V_{AB} + \alpha V_{BC} + \alpha^2 V_{CA}), \quad (5)$$

$$U_2 = \frac{1}{3}(V_{AB} + \alpha^2 V_{BC} + \alpha V_{CA}).$$

Несимметрия трехфазных токов оценивается коэффициентом ξ_i аналогично (4) и (5). Под воздействием несимметричной системы напряжений (U_1 и U_2) источника в сопротивлениях несимметричной линии Z_A , Z_B , Z_C и несимметричной нагрузки $Z_{A(n)}$, $Z_{B(n)}$ и $Z_{C(n)}$ протекают несимметричные токи, которые можно разложить на составляющие прямой I_1 и обратной I_2 последовательностей. Неуравновешенный режим характеризуется наличием в данной точке линии пульсирующей мощности N , равной

$$N = U_1 I_2 + U_2 I_1. \quad (6)$$

При достижении уравновешенного режима пульсирующая мощность равна нулю. Разделив (6) на $U_1 I_1$, получаем условие уравновешенности режима в трехфазной системе

$$\xi = \xi_i = 0. \quad (7)$$

Условие (7) должно быть справедливо как по отношению ко всей передаче в целом, так и по отношению к ее частям (источнику, линии и нагрузке). Однако, условие (7) не может быть выполнено при всех значениях ξ , зависящих от исполнения источника, и не при всех вариантах выполнения несимметричной нагрузки, а лишь при отдельном значении коэффициента несимметрии напряжений источника ξ и вполне определенном соотношении между величинами сопротивлений нагрузки. Такое значение ξ называется согласованным и определяется сопротивлениями несимметричной линии и взаимными индуктивностями между ее проводами. Для определения согласованного значения ξ , кроме (7), необходимо привести систему уравнений, описывающих режим передачи при несимметричных источнике, линии и нагрузке

$$\Delta U_1 = \bar{I}_1 \xi^0 + \bar{I}_2 \xi''; \Delta U_2 = \bar{I}_1 \xi' + \bar{I}_2 \xi^0, \quad (8)$$

$$\xi^0 = \xi_C^0 - \xi_B^0; \xi' = \xi_C' + 2\alpha^2 \xi_B'; \xi'' = \xi_C'' + 2\alpha \xi_B'',$$

причем

$$\xi_C^0 = \frac{1}{3}(Z_A + Z_B + Z_C);$$

$$\xi_B^0 = \frac{j\omega}{3}(M_{AB} + M_{BC} + M_{CA});$$

$$\xi_C' = \frac{1}{3}(Z_A + \alpha Z_B + \alpha^2 Z_C);$$

$$\xi_B' = \frac{j\omega}{3}(M_{AB} + \alpha M_{BC} + \alpha^2 M_{CA});$$

$$\xi_C'' = \frac{1}{3}(Z_A + \alpha^2 Z_B + \alpha Z_C);$$

$$\xi_B'' = \frac{j\omega}{3}(M_{AB} + \alpha^2 M_{BC} + \alpha M_{CA}).$$

В выражении (8) ΔU_1 и ΔU_2 симметричные составляющие прямой и обратной последовательностей падений напряжений на сопротивлениях Z_A, Z_B

и Z_c . Разделив почленно правое уравнение (8) на левое, получаем

$$\varepsilon_{\Delta U} = \frac{\Delta U_2}{\Delta U_1} = \frac{J_1 \xi' + J_2 \xi''}{J_2 \xi'' + J_2 \xi''} \quad (9)$$

Кроме того, для линии справедливо $\varepsilon_{\Delta U} + \varepsilon_i = 0$. (10)

Уравнения (9) и (10) образуют систему уравнений первой степени с двумя неизвестными. Решив ее, найдем согласованное значение коэффициента несимметрии

$$\varepsilon_{\Delta U} = \frac{\xi'' \pm \sqrt{(\xi''^2 - \xi' \xi'')}}{\xi''}, \quad (11)$$

которое с учетом (7) и (10) равно ε .

Условие (7) и (10) должно выполняться в источнике и нагрузке, последние должны быть выполнены несимметричными. В этом случае в источнике и нагрузке, в качестве которых могут быть использованы синхронные машины, имеет место уравновешенный режим (отсутствие эллиптичности вращающегося магнитного поля, механические вибрации удвоенной частоты сети, перегревы обмоток и т.д.).

Схема трехфазной передачи (фиг.2) содержит несимметричный источник 1, несимметричную нагрузку 2 и несимметричную линию 3. Несимметричный источник 1 состоит из симметричного источника 4 и трансформатора, имеющего симметричную 5 и несимметричную 6 группы обмоток. Такое выполнение несимметричного источника позволяет согласовать уравновешенный режим несимметричной линии и уравновешенный режим симметричного источника.

В этом случае должны выполняться условия, уравновешивания (7), (10) и (11) с той разницей, что вместо параметров несимметричной линии 3 в (8) и (11) должны быть подставлены параметры несимметричной 6 группы обмоток трансформатора. Очевидно, что для выполнения (7), (10) и (11) обмотки 6 трансформатора должны содержать неодинаковое количество витков и быть выполнены проводами с различной площадью поперечного сечения, при этом соотношение между количеством витков в несимметричной группе 6 определяется величиной несимметрии и ее фазным углом из (11), а величины площадей сечений обмоток — соответствующими токами, соотношение между которыми устанавливается с помощью (7).

Трехфазная электропередача (фиг.3) содержит несимметричный источник 1, несимметричную линию 3 и несимметричную нагрузку 2, состоящую из симметричной нагрузки 4 и согласующего

трансформатора с симметричной 5 и несимметричной 6 групп обмоток. На входе трансформатора коэффициент несимметрии напряжений определяется выражением (11), а на выходе трансформатора он равен нулю. Несимметричная группа обмоток 6 имеет неодинаковое количество витков и намотана проводами, имеющими различные величины площадей поперечных сечений. Такое выполнение передачи также позволяет создать уравновешенный режим для всех частей электропередачи независимо от величины и фазного угла нагрузки.

Схема трехфазной передачи (фиг.4) состоит из несимметричного источника 1, несимметричной нагрузки 2 и линии 3. Несимметричный источник выполнен из трансформатора с симметричной 5 и несимметричной 6 группами обмоток и симметричного источника, в качестве которого использованы зажимы А, В и С трехфазной симметричной сети 4. Несимметричная нагрузка выполнена в виде двигателя переменного тока, имеющего различное количество витков W_A , W_B и W_C в обмотках статора. В этом случае оси обмоток находятся под углами α_{AB} и α_{AC} , отличными от $2\pi/3$, как это принято у симметричных машин переменного тока. Для достижения уравновешенности режима всех частей передачи, кроме выполнения (7) и (11), необходимо, чтобы отношение числа витков обмоток статора было равно

$$W_A : W_B : W_C = |1 + \varepsilon| : |\alpha^2 + \alpha \varepsilon| : |\alpha + \alpha^2 \varepsilon|$$

и углы α_{AB} и α_{AC} между осями обмоток статора составляли

$$\alpha_{AB} = \arg(1 + \varepsilon) - \arg(\alpha^2 + \alpha \varepsilon);$$

$$\alpha_{AC} = \arg(1 + \varepsilon) - \arg(\alpha + \alpha^2 \varepsilon).$$

Ротор такого двигателя выполнен симметричным и не отличается от обычного исполнения (короткозамкнутого или с обмоткой). При таком исполнении трехфазного двигателя в нем отсутствуют пульсации крутящего момента и мощности на валу. Кроме того, двигатель обеспечивает уравновешенный режим всей линии при изменении нагрузки на его валу. В случае, если ротор выполнен подмагничиваемым как у синхронной машины, то несимметричный двигатель может в таком случае выполнить роль несимметричного источника, так как его коэффициент несимметрии по напряжению является согласованным с сопротивлением несимметричной линии. В этом случае двигатель и генератор

в несимметричной передаче являются обратными.

Электропередача, представленная на фиг. 5, состоит из несимметричного источника 1, участков несимметричной линии 3 и несимметричных нагрузок 2. Узлы 4 и 5 являются пунктами промежуточного отбора мощности. Для передачи характерно несимметричное исполнение всех элементов (источника, линии и нагрузки). Во всех элементах этой разветвленной передачи имеет место уравновешенный режим. В случае подключения к такой линии передачи однофазных нагрузок для компенсации неуровновешенности необходимы специальные симметрирующие устройства, как и в обычной симметричной трехфазной сети.

Эффективность использования данного изобретения заключается в снижении капитальных и эксплуатационных затрат трехфазных передач, линия передачи которых выполнена несимметричной.

Согласно изобретению для переделки существующих передач, включающих линии два провода - рельс, необходима только перемотка обмоток трансформаторов (первичных либо вторичных). А для использования передачи совместно с линией два провода - труба необходимо перемотать вторичную обмотку трансформатора и статорную обмотку электробура или погружного электронасоса.

Экономический эффект при внедрении передачи вместо существующей по линии два провода - рельс составляет 500-1000 р. в год при протяженности передачи 5-15 км.

Формула изобретения

1. Электропередача, содержащая источник трехфазных напряжений, трехфазную нагрузку и несимметричную линию, выполненную из двух проводов и электропроводного объекта, выполняющего роль третьего провода, отличающаяся тем, что, с целью обеспечения уравновешенного режима работы электропередачи при любых значениях величины и фазного угла нагрузки и повышения пропускной способности электропередачи, трехфазный источник и нагрузка выполнены несимметричными по фазам.

2. Электропередача по п. 1, отличающаяся тем, что внутреннее сопротивление источника $Z_A(u)$, $Z_B(u)$ и $Z_C(u)$, сопротивления нагрузки $Z_A(u)$, $Z_B(u)$, $Z_C(u)$ и коэффициент несимметрии ϵ напряжения трехфазного источника связаны следующими соотношениями:

$$Z_A(u) \cdot Z_B(u) \cdot Z_C(u) = Z_A(u) \cdot Z_B(u) \cdot Z_C(u)$$

$$\frac{1+\epsilon}{1-\epsilon} \cdot \frac{\alpha+\epsilon}{\alpha-\epsilon} \cdot \frac{\alpha^2+\epsilon}{\alpha^2-\epsilon}; \quad \epsilon = \frac{\epsilon_0 \sqrt{(\epsilon_0)^2 \epsilon_1' \epsilon_2''}}{\epsilon_3''}$$

$$\epsilon_3^0 = \epsilon_3^0 - \epsilon_3^0; \quad \epsilon_3' = \epsilon_3' + 2\alpha^2 \epsilon_3'; \quad \epsilon_3'' = \epsilon_3'' + 2\alpha \epsilon_3'';$$

$$\epsilon_3^0 = \frac{1}{3} (Z_A + Z_B + Z_C); \quad \epsilon_3^0 = \frac{j\omega}{3} (M_{AB} + M_{BC} + M_{CA});$$

$$\epsilon_3' = \frac{1}{3} (Z_A + \alpha Z_B + \alpha^2 Z_C);$$

$$\epsilon_3' = \frac{j\omega}{3} (M_{AB} + \alpha M_{BC} + \alpha^2 M_{CA});$$

$$\epsilon_3'' = \frac{1}{3} (Z_A + \alpha^2 Z_B + \alpha Z_C);$$

$$\epsilon_3'' = \frac{j\omega}{3} (M_{AB} + \alpha^2 M_{BC} + \alpha M_{CA});$$

где Z_A, Z_B и Z_C - сопротивления линии электропередачи;
 M_{AB}, M_{BC} и M_{CA} - взаимные индуктивности линии электропередачи;
 ω - круговая частота сети;
 α - фазный оператор, равный $e^{j(2\pi/3)}$;
 j - мнимая величина, равная $\sqrt{-1}$.

3. Электропередача по п. 1, отличающаяся тем, что несимметричный источник выполнен в виде последовательного соединения симметричного трехфазного источника и трехфазного трансформатора, имеющего симметричную и несимметричную группы обмоток, причем симметричный источник соединен с симметричной группой обмоток.

4. Электропередача по пп. 1 и 2, отличающаяся тем, что несимметричная нагрузка выполнена и в виде последовательного соединения симметричной трехфазной нагрузки и трехфазного трансформатора, имеющего симметричную и несимметричную группы обмоток, причем симметричная группа обмоток соединена с симметричной нагрузкой.

5. Электропередача по пп. 1 и 2, отличающаяся тем, что, с целью уменьшения установленной мощности передачи, в качестве несимметричной нагрузки использован трехфазный двигатель, статорные обмотки которого выполнены неодинаковыми по количеству витков и расположены между собой под углами α_{AB} и α_{AC} , отличными от $2\pi/3$, при этом числа витков обмоток связаны между собой следующим соотношением:

$$W_A : W_B : W_C = |1+\epsilon| : |\alpha^2 + \alpha\epsilon| : |\alpha + \alpha^2\epsilon|;$$

$$\alpha_{AB} = \arg(1+\epsilon) - \arg(\alpha^2 + \alpha\epsilon);$$

$$\alpha_{AC} = \arg(1+\epsilon) - \arg(\alpha + \alpha^2\epsilon).$$

где $W_A:W_B:W_C$ - числа витков статорных обмоток.

Приоритет по пунктам
13.04.79 по пп. 2-5.

Источники информации,
принятые во внимание при экспертизе

1. Веселовский О.Н. Михаил Осипович Доливо-Добровольский. М.-Л., ГЭИ, 1958, с. 54.

2. Веселовский О.Н. Михаил Осипович Доливо-Добровольский. ГЭИ, 1958, с. 73, 265.

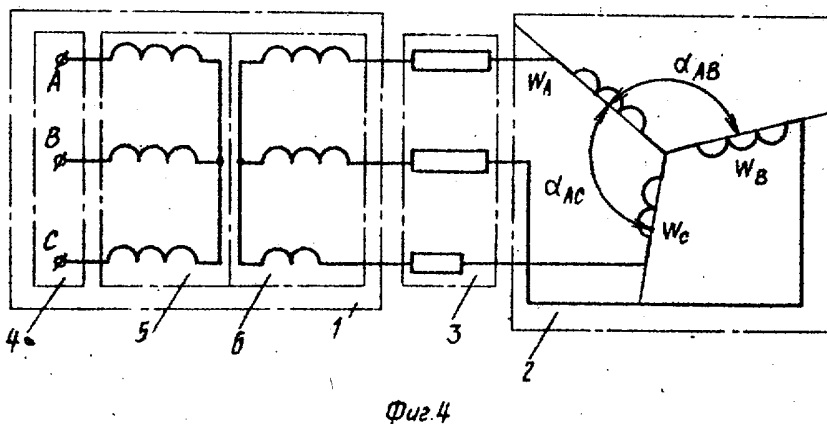
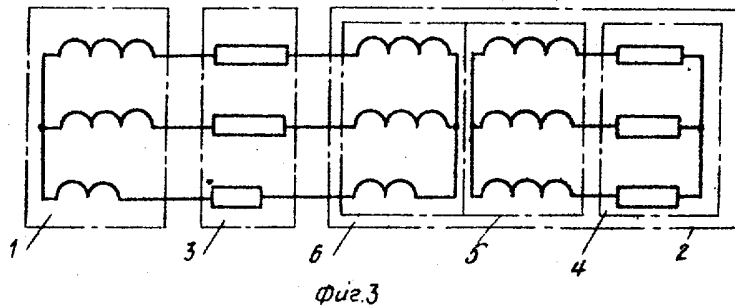
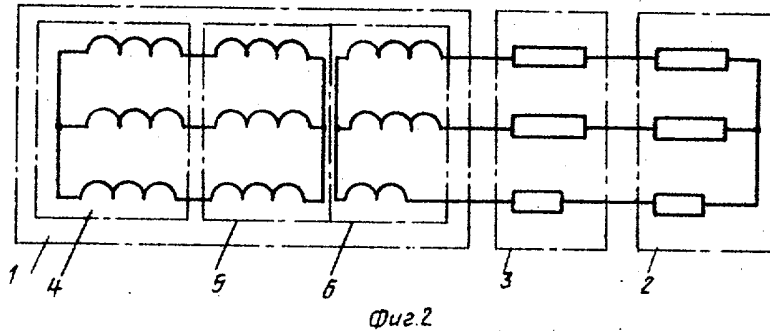
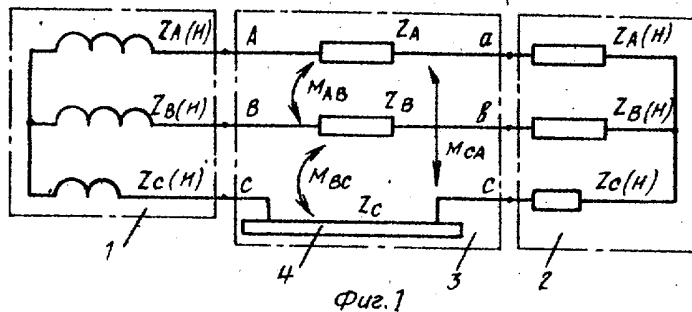
5

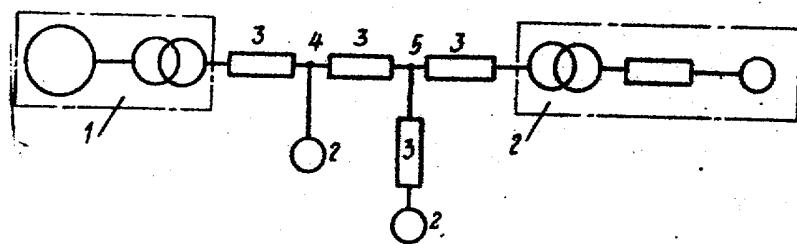
3. Эфендизаде А.А., Листенгартон Б.А. Исследование режима работы электробура при питании по системе два провода - труба.- Известия ВУЗов. "Нефть и газ", 1963, № 10, с.93-96.

4. Венер П.П. Электропередача два провода - земля.- "Электричество", 1933, № 20.

5. Титов А.И. Симметрирование напряжений с помощью емкости в системе ДПР (два провода - рельс).- Вестник Всесоюзного научно-исследовательского института железнодорожного транспорта, 1965, с. 40-43.

10





Фиг. 5

Редактор Т. Парфенова Составитель Л. Дементьева Корректор М. Демчик
 Техред М. Рейвес
 Заказ 6956/78 Тираж 675 Подписное
 ВНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5
 Филиал ИИП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4