



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

H02B 5/00 (2019.08); H02J 3/00 (2019.08); H02B 13/065 (2019.08)

(21)(22) Заявка: 2019117342, 04.06.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
04.06.2019Дата регистрации:  
05.02.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 04.06.2019

(45) Опубликовано: 05.02.2020 Бюл. № 4

Адрес для переписки:

350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13,  
Кубанский ГАУ, отдел организации и  
сопровождения научной деятельности

(72) Автор(ы):

Богдан Владимир Александрович (RU),  
Клецель Марк Яковлевич (KZ),  
Барукин Александр Сергеевич (KZ),  
Динмуханбетова Айгуль Жумагельдыевна  
(KZ)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Кубанский государственный  
аграрный университет имени И.Т.  
Трубилина" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2484571 C1, 10.06.2013. RU 56078  
U1, 27.08.2006. RU 75792 U1, 20.08.2008. US  
20020122288 A1, 05.09.2002. US 8837116 B2,  
16.09.2014.

(54) Открытое распределительное устройство электрической станции с двумя блоками генератор-трансформатор и тремя линиями

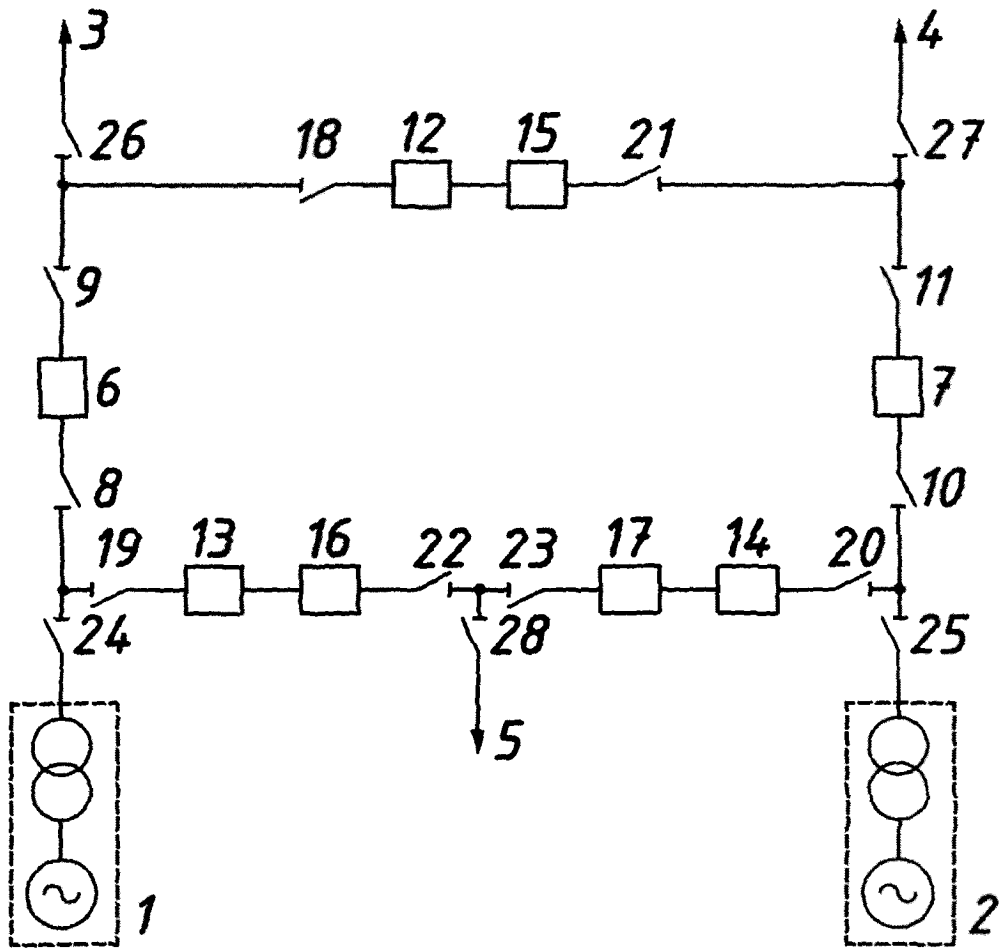
(57) Реферат:

Изобретение относится к электротехнике, в частности к открытым распределительным устройствам электрических станций, и может быть применено на них для выдачи вырабатываемой электроэнергии. Технический результат заключается в повышении надежности работы устройства при возникновении отказов в отключении КЗ на присоединении или отказов типа «КЗ в обе стороны» любого из выключателей, а также при их нахождении в ремонте. Это достигается тем, что в открытое распределительное устройство электрической станции с двумя блоками генератор-

трансформатор и тремя линиями введены шестой, седьмой и восьмой выключатели с разъединителем с одной из сторон, причем шестой выключатель включен последовательно с третьим выключателем, а его разъединитель подключен к точке соединения разъединителя второй линии со вторым разъединителем второго выключателя, разъединитель третьей линии подключен к разъединителям седьмого и восьмого выключателей, включенных последовательно с четвертым и пятым выключателями, соответственно. 1 ил.

RU 2 713 447 C1

RU 2 713 447 C1



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*H02B 5/00* (2006.01)  
*H02J 3/00* (2006.01)  
*H02B 13/065* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*H02B 5/00 (2019.08); H02J 3/00 (2019.08); H02B 13/065 (2019.08)*

(21)(22) Application: **2019117342, 04.06.2019**

(24) Effective date for property rights:  
**04.06.2019**

Registration date:  
**05.02.2020**

Priority:

(22) Date of filing: **04.06.2019**

(45) Date of publication: **05.02.2020** Bull. № 4

Mail address:

**350044, g. Krasnodar, ul. Kalinina, 13, Kubanskiy  
GAU, otdel organizatsii i soprovozhdeniya  
nauchnoj deyatel'nosti**

(72) Inventor(s):

**Bogdan Vladimir Aleksandrovich (RU),  
Kletsel Mark Yakovlevich (KZ),  
Barukin Aleksandr Sergeevich (KZ),  
Dinmukhanbetova Ajgul Zhumageldyevna (KZ)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe  
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Kubanskiy gosudarstvennyy  
agrarnyy universitet imeni I.T. Trubilina" (RU)**

(54) **OPEN DISTRIBUTION DEVICE OF ELECTRIC STATION WITH TWO UNITS OF GENERATOR-TRANSFORMER AND THREE LINES**

(57) Abstract:

FIELD: electrical engineering.

SUBSTANCE: invention is related to electric engineering, in particular to open distribution devices of electric stations, and can be used on them for generation of generated electric energy. In open distribution device of electric station with two units of generator-transformer and three lines there are sixth, seventh and eighth switches with disconnector on one side, wherein sixth switch is connected in series with third switch, and its disconnector is connected to the connection point of the disconnector of the second line

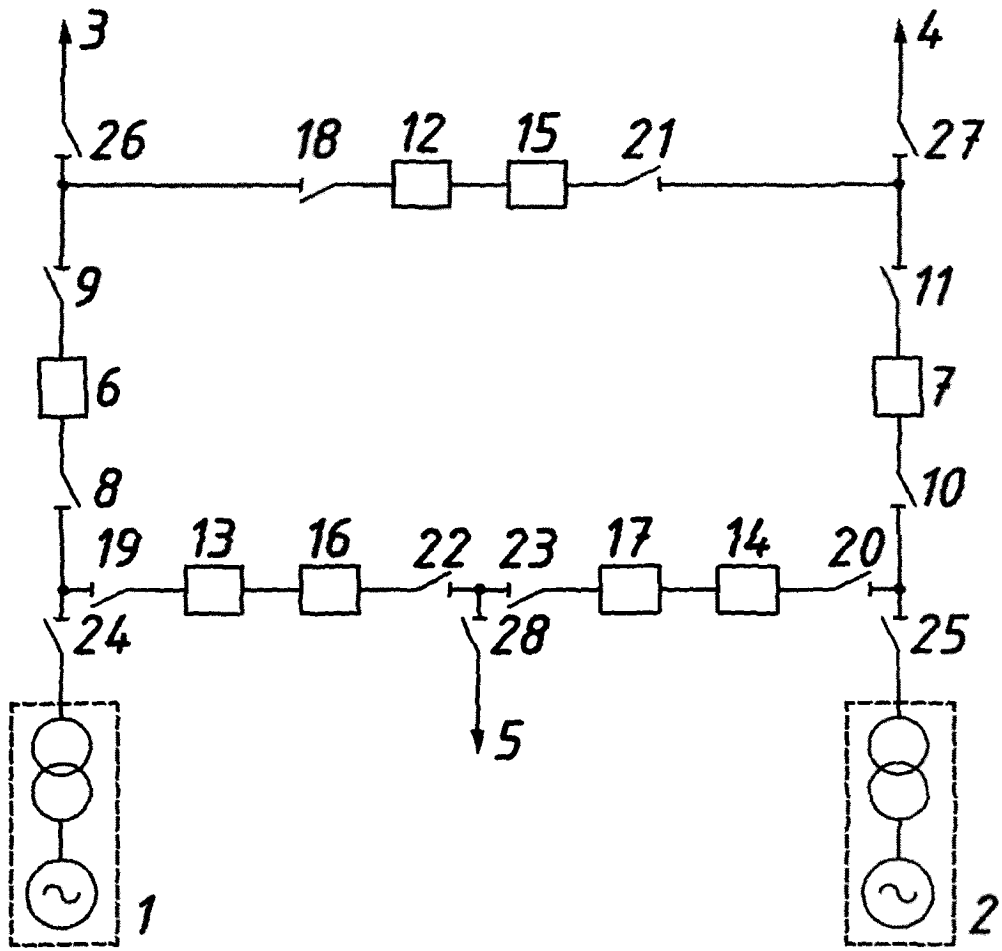
with the second disconnector of the second switch, the disconnector of the third line is connected to disconnect switches of the seventh and eighth switches, which are connected in series with the fourth and fifth switches, respectively.

EFFECT: technical result consists in improvement of reliability of device in case of faults in disconnection of SC on connection or faults of type "short circuit in both sides" of any of switches, as well as when they are in repair.

1 cl, 1 dwg

**1 C  
7  
4  
4  
7  
2  
7  
1  
3  
4  
4  
7  
R U**

**R U  
2  
7  
1  
3  
4  
4  
7  
C 1**



Фиг. 1

Изобретение относится к электротехнике, а именно к открытым распределительным устройствам электрических станций, и может быть применено на них для выдачи вырабатываемой электроэнергии.

Известно открытое распределительное устройство электрической станции с двумя блоками генератор-трансформатор и тремя линиями [Электрическая часть электростанций: Учебник для вузов // Под ред. С.В. Усова. - Л.: Энергоатомиздат, 1987. - 616 с.], выбранное в качестве прототипа, содержащее первый, второй, третий, четвертый и пятый выключатели с разъединителями с каждой из сторон. Разъединитель первого блока генератор-трансформатор подключен к первым разъединителям первого и четвертого выключателей, а разъединитель второго блока генератор-трансформатор - к первым разъединителям второго и пятого выключателей. Разъединитель первой линии подключен ко второму разъединителю первого выключателя и к первому разъединителю третьего выключателя, а разъединитель второй линии - ко вторым разъединителям второго и третьего выключателей. Разъединитель третьей линии подключен ко вторым разъединителям четвертого и пятого выключателей.

Недостатком этого устройства является низкая надежность, так как отказ любого выключателя в отключении при коротком замыкании (КЗ) на любом присоединении или его отказ типа «КЗ в обе стороны» приводит к одновременному отключению двух присоединений. Надежность устройства низка и в случае нахождения в ремонте одного из двух выключателей, осуществляющих подключение блока генератор-трансформатор к двум линиям, что при возникновении отказа второго выключателя приводит к длительному погашению этого блока. В обоих случаях отказы выключателей ведут к дефициту мощности в энергосистеме и, как следствие, к недоотпуску электроэнергии конечным потребителям.

Техническим результатом изобретения является повышение надежности работы устройства при возникновении отказов в отключении КЗ на присоединении или отказов типа «КЗ в обе стороны» любого из выключателей, а также при их нахождении в ремонте.

Технический результат достигается тем, что в открытое распределительное устройство электрической станции с двумя блоками генератор-трансформатор и тремя линиями, содержащем первый и второй выключатели с разъединителями с каждой из сторон, третий, четвертый и пятый выключатели с разъединителем с одной из сторон. Разъединитель первого блока генератор-трансформатор подключен к первому разъединителю первого выключателя и к разъединителю четвертого выключателя. Разъединитель второго блока генератор-трансформатор подключен к первому разъединителю второго выключателя и к разъединителю пятого выключателя, разъединитель первой линии подключен ко второму разъединителю первого выключателя и к разъединителю третьего выключателя, разъединитель второй линии подключен ко второму разъединителю второго выключателя, согласно изобретению, введены шестой, седьмой и восьмой выключатели с разъединителем с одной из сторон, причем, шестой выключатель включен последовательно с третьим выключателем, а его разъединитель подключен к точке соединения разъединителя второй линии со вторым разъединителем второго выключателя, разъединитель третьей линии подключен к разъединителям седьмого и восьмого выключателей, включенных последовательно с четвертым и пятым выключателями, соответственно.

Новизна заявляемого предложения обусловлена тем, что использование шестого, седьмого и восьмого выключателей с разъединителем с одной из сторон, и их соответствующее подключение позволяет, по сравнению с прототипом, позволяет

повысить надежность работы открытого распределительного устройства за счет снижения частоты потери мощности, вырабатываемой генераторами, при отказах любого из выключателей и при их нахождении в ремонте.

5 Сущность изобретения поясняется чертежами, где на фиг.1 представлена схема предлагаемого открытого распределительного устройства.

Открытое распределительное устройство электрической станции с двумя блоками генератор-трансформатор 1 и 2 и тремя линиями 3, 4 и 5 (фиг. 1) содержит первый 6 и второй 7 выключатели с разъединителями 8, 9 и 10, 11, а также третий 12, четвертый 13, пятый 14, шестой 15, седьмой 16 и восьмой 17 выключатели с разъединителями 18, 19, 20, 21, 22 и 23, соответственно. Разъединитель 24 первого блока генератор-трансформатор 1 подключен к первому разъединителю 8 первого выключателя 6 и к  
10 разъединителю 19 четвертого выключателя 13. Разъединитель 25 второго блока генератор-трансформатор 2 подключен к первому разъединителю 10 второго выключателя 7 и к разъединителю 20 пятого выключателя 14. Разъединитель 26 первой  
15 линии 3 подключен ко второму разъединителю 9 первого выключателя 6 и к разъединителю 18 третьего выключателя 12. Разъединитель 27 второй линии 4 подключен ко второму разъединителю 11 второго выключателя 7 и к разъединителю 21 шестого выключателя 15, включенного последовательно с третьим выключателем 12. Разъединитель 28 третьей линии 5 подключен к разъединителям 22 и 23 седьмого  
20 16 и восьмого 17 выключателей, включенных последовательно с четвертым 13 и пятым 14 выключателями, соответственно.

Открытое распределительное устройство электрической станции с двумя блоками генератор-трансформатор и тремя линиями работает следующим образом. Пусть электростанция выдает запланированную мощность при отсутствии ремонтов в  
25 открытом распределительном устройстве (ОРУ). Тогда:

1) При КЗ в блоке генератор-трансформатор 1 от действия его релейной защиты (РЗ) отключаются выключатели 6, 13 и 16, после чего оперативный персонал отключает  
30 разъединитель 24 (фиг. 1). При этом происходит потеря мощности блока на суммарное время его аварийного ремонта и пуска из холодного состояния. При КЗ в блоке генератор-трансформатор 2 схема работает аналогично.

2) При КЗ на линии 3 от действия ее РЗ отключаются выключатели 6, 12 и 15. Если КЗ неустойчивое (успешное АПВ), то через время  $t_{АПВ}$  срабатывания устройства АПВ выключатели 6, 12 и 15 включаются обратно, и восстанавливается нормальный режим  
35 работы. Если КЗ на линии 3 устойчивое (неуспешное АПВ), то после отключения этих выключателей оперативный персонал отключает разъединитель 26, и линия выводится в ремонт. При этом в первом случае происходит кратковременная потеря линии 3, а во втором случае - длительная. При КЗ на линиях 4 и 5 схема работает аналогично.

3) При отказе типа «КЗ в обе стороны» выключателя 6 от действия РЗ блока 1 и линии 3 отключаются выключатели 12, 13, 15 и 16; также перегорают предохранители,  
40 установленные в цепи выключателя нагрузки блока 1, что приводит к его потере. После вывода в ремонт выключателя 6 разъединителями 8 и 9 и замены предохранителей выключатели 12, 13, 15 и 16 включаются обратно, после чего линия 3 подключается к схеме и осуществляется пуск блока 1 из состояния горячего резерва. При отказе типа «КЗ в обе стороны» выключателя 7 схема работает аналогично.

4) При отказе типа «КЗ в обе стороны» выключателя 12 от действия РЗ линии 3 отключаются выключатели 6 и 15, что приводит к ее кратковременному отключению.  
45 После отключения выключателей 12 и 15 от схемы разъединителями 18 и 21 (для ремонта выключателя 12 и профилактического осмотра выключателя 15) выключатель 6

включается обратно, и линия 3 подключается к схеме. При отказах типа «КЗ в обе стороны» выключателей 15, 16 и 17 схема работает аналогично.

5) При отказе типа «КЗ в обе стороны» выключателя 13 от действия РЗ блока 1 отключаются выключатели 6 и 16; также перегорают предохранители, установленные в цепи выключателя нагрузки блока 1, что приводит к его потере. После отключения выключателей 13 и 16 от схемы разъединителями 19 и 22 (для ремонта выключателя 13 и профилактического осмотра выключателя 16) и замены предохранителей выключатель 6 включается обратно, и осуществляется пуск блока 1 из состояния горячего резерва. При отказах типа «КЗ в обе стороны» выключателя 14 схема работает аналогично.

6) При КЗ на линии 3 и отказе в отключении выключателя 6 от действия УРОВ отключаются выключатели 13 и 16 (выключатели 12 и 15 были отключены РЗ линии 3); также перегорают предохранители, установленные в цепи выключателя нагрузки блока 1, что приводит к его потере. Если КЗ на линии 3 неустойчивое, то после вывода в ремонт выключателя 6 разъединителями 8 и 9 и замены предохранителей выключатели 12, 13, 15 и 16 включаются обратно, линия 3 подключается к схеме и осуществляется пуск блока 1 из состояния горячего резерва; в случае устойчивого КЗ линия 3 также выводится в ремонт разъединителем 26, при этом происходит кратковременная потеря блока 1 и длительная потеря линии 3. При КЗ на линии 4 и отказе в отключении выключателя 7 схема работает аналогично.

7) Отказ выключателя 12 в отключении КЗ на линии 3 не приводит к утяжелению последствий при КЗ на этой линии в условиях безотказного отключения ее выключателей, так как включенный последовательно с ним выключатель 15 отключается от действия РЗ линии 3 (также, как и выключатель 6) и разрывает цепь, соединяющую линии 3 и 4. При этом, если КЗ на линии 3 неустойчивое, то через время  $t_{АПВ}$  выключатели 6 и 15 включаются обратно (выключатель 12 из-за отказа оставался включенным), и восстанавливается нормальный режим работы. При устойчивом КЗ на линии 3 она выводится в аварийный ремонт разъединителем 26; также разъединителями 18 и 21 от схемы отключаются выключатели 12 и 15 (для ремонта выключателя 12 и профилактического осмотра выключателя 15), а разъединителями 8 и 9 - выключатель 6. При КЗ на линиях 3, 4 и 5, совпадающих с отказами в отключении выключателей 12, 13, 14, 15, 16 или 17, схема работает аналогично. При КЗ в блоках 1 и 2, совпадающих с отказами в отключении выключателей 13 или 16 и 14 или 17, принцип работы схемы также аналогичен.

8) Отказ выключателя 6 в отключении КЗ в блоке 1 приводит к кратковременной потере линии 3, так как от действия УРОВ отключаются выключатели 12 и 15 (выключатели 13 и 16 были отключены РЗ блока 1). Блок 1 выводится в аварийный ремонт разъединителем 24; также для ремонта разъединителями 8 и 9 от схемы отключается выключатель 6, а для профилактического осмотра разъединителями 19 и 22 от схемы отключаются выключатели 13 и 16. После этого выключатели 12 и 15 включаются обратно, и линия 3 подключается к схеме. При КЗ в блоке 2 и отказе в отключении выключателя 7 схема работает аналогично.

Принцип работы схемы ОРУ при нахождении в ремонте одного из блоков генератор-трансформатор 1 и 2, одной из линий 3-5 или одного из выключателей 6, 7, 12-17 аналогичен рассмотренному выше.

Расчеты суммарного аварийного недоотпуска электроэнергии, характеризующего надежность работы ОРУ, проведенные по широко известной методике [1] с использованием данных из [2]-[4] для заявляемого ОРУ напряжением 750 кВ с двумя блоками генератор-трансформатор мощностью по 1200 МВт и тремя линиями длиной

600 км (две из которых передают по 40% суммарной мощности, а третья - 20%), а также для ОРУ, взятого за прототип, показали, что в первом случае он ниже -

$\Delta W_{\Sigma \text{заявл.}} = 24,8 \cdot 10^8$  кВт·ч/год, а  $\Delta W_{\Sigma \text{прот.}} = 25,2 \cdot 10^8$  кВт·ч/год. При этом ниже оказались

и приведенные затраты, являющиеся критерием выбора окончательного варианта построения схемы ОРУ -  $Z_{\text{заявл.}} = 1,93$  трлн. руб./год, а  $Z_{\text{прот.}} = 1,96$  трлн. руб./год. Таким образом, заявляемое ОРУ, в сравнении с известным, позволяет добиться экономического эффекта за счет снижения величины приведенных затрат за средний срок службы оборудования, равный 25 годам, на 750 млрд. рублей.

Список использованных источников

1. Гук Ю.Б. Теория надежности. Введение: учеб. пособие - СПб.: Изд-во Политехи, ун-та, 2009. - 171 с.

2. Шабад М.А. Автоматизация распределительных электрических сетей с использованием цифровых реле. - М.: НТФ «Энергопрогресс», 2003. - 68 с.

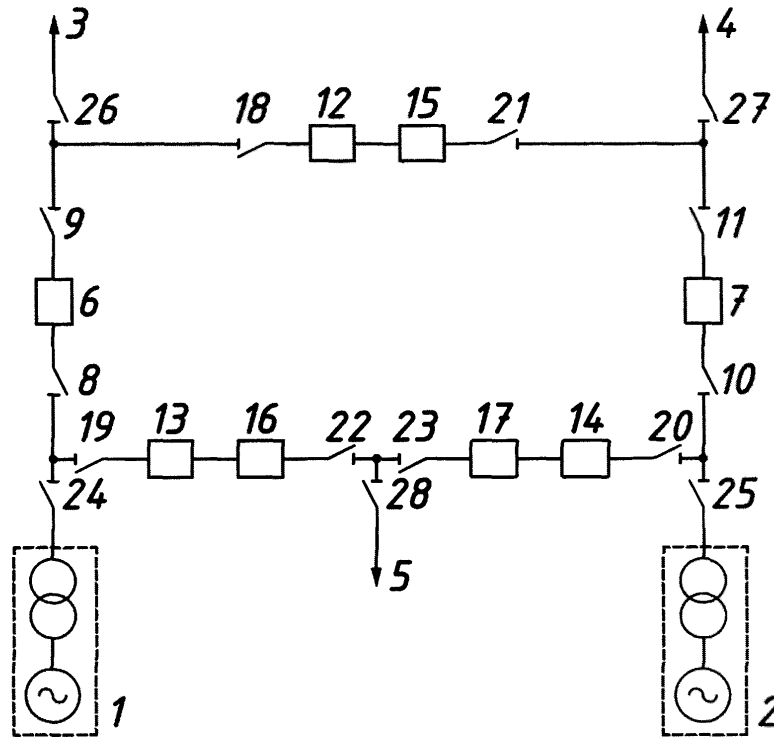
3. Балаков Ю.Н., Мисриханов М.Ш., Шунтов А.В. Проектирование схем электроустановок: Учебное пособие для вузов. - 2-е изд., стереот. - М: Издательский дом МЭИ, 2006. - 288 с., ил.

4. Справочник по проектированию электрических сетей / под ред. Д.Л. Файбисовича. - 3-е изд. - М.: ЭНАС, 2009. - 392 с.

#### (57) Формула изобретения

Открытое распределительное устройство электрической станции с двумя блоками генератор-трансформатор и тремя линиями, содержащее первый и второй выключатели с разъединителями с каждой из сторон, третий, четвертый и пятый выключатели с разъединителем с одной из сторон, разъединитель первого блока генератор-трансформатор, подключенный к первому разъединителю первого выключателя и к разъединителю четвертого выключателя, разъединитель второго блока генератор-трансформатор, подключенный к первому разъединителю второго выключателя и к разъединителю пятого выключателя, разъединитель первой линии, подключенный ко второму разъединителю первого выключателя и к разъединителю третьего выключателя, разъединитель второй линии, подключенный ко второму разъединителю второго выключателя, отличающееся тем, что введены шестой, седьмой и восьмой выключатели с разъединителем с одной из сторон, причем шестой выключатель включен последовательно с третьим выключателем, а его разъединитель подключен к точке соединения разъединителя второй линии со вторым разъединителем второго выключателя, разъединитель третьей линии подключен к разъединителям седьмого и восьмого выключателей, включенных последовательно с четвертым и пятым выключателями, соответственно.





Фиг. 1