



(51) МПК  
*H02B 5/00* (2006.01)  
*H02B 1/24* (2006.01)  
*H02B 13/065* (2006.01)  
*H02H 9/00* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

*H02B 5/00 (2020.08); H02B 1/24 (2020.08); H02B 13/065 (2020.08); H02H 9/00 (2020.08)*

(21)(22) Заявка: 2020113993, 03.04.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
 03.04.2020

Дата регистрации:  
 10.03.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 03.04.2020

(45) Опубликовано: 10.03.2021 Бюл. № 7

Адрес для переписки:

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

(72) Автор(ы):

Богдан Александр Владимирович (RU),  
 Клецель Марк Яковлевич (KZ),  
 Барукин Александр Сергеевич (KZ),  
 Динмуханбетова Айгуль Жумагельдыевна  
 (KZ),  
 Калтаев Абдулла Габдылманапулы (KZ)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
 образовательное учреждение высшего  
 образования "Кубанский государственный  
 аграрный университет имени И.Т.  
 Трубилина" (RU),  
 Республиканское государственное  
 предприятие на праве хозяйственного  
 ведения "Павлодарский государственный  
 университет имени С. Торайгырова"  
 Министерства образования и науки  
 республики Казахстан" (KZ)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
 о поиске: RU 2713447 C1, 05.02.2020. SU 349053  
 A1, 23.08.1972. SU 961018 A1, 23.09.1982. SU  
 1136249 A1, 23.01.1985. US 2018278047 A1,  
 27.09.2018. СТО 56947007-29.240.30.010-2008  
**СХЕМЫ ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ  
 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ  
 РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ  
 ПОДСТАНЦИЙ 35-750 КВ.ТИПОВЫЕ  
 РЕШЕНИЯ. 20.12.2007.стр.23, 45.**

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

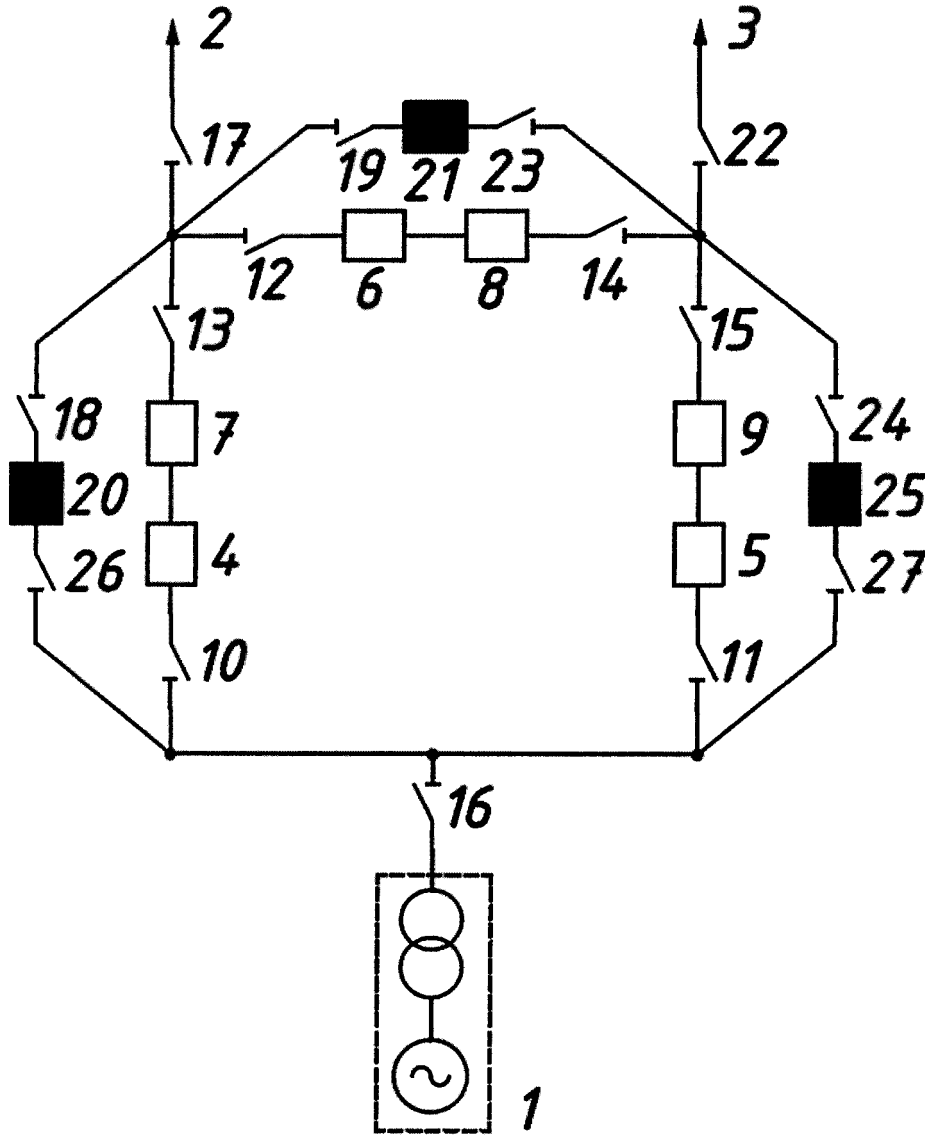
(57) Реферат:

Изобретение относится к электротехнике, а именно к открытым распределительным устройствам (ОРУ) электрических станций. 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. ОРУ электрической станции с блоком генератор-трансформатор и двумя линиями содержит первый, второй, третий, четвертый, пятый и шестой выключатели с разъединителем с одной из сторон, а также седьмой, восьмой и девятый выключатели с

разъединителями с каждой из сторон. Разъединитель блока генератор-трансформатор подключен к разъединителям первого и второго выключателей, а разъединитель первой линии - к разъединителю третьего выключателя. Четвертый выключатель включен последовательно с первым выключателем, а его разъединитель подключен к точке соединения разъединителя первой линии с разъединителем третьего выключателя, к которой также подключены первые разъединители седьмого и восьмого выключателей. Пятый выключатель включен последовательно с третьим

выключателем, а его разъединитель подключен к разъединителю второй линии, к которому также подключены второй разъединитель восьмого выключателя, первый разъединитель девятого выключателя и разъединитель шестого выключателя, включенного последовательно со вторым выключателем, при этом вторые разъединители седьмого и девятого выключателей подключены к точкам соединения разъединителей первого и второго выключателей с разъединителем блока генератор-трансформатор. 1 ил.



Фиг. 1

RU 2744474 C1

RU 2744474 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*H02B 5/00* (2006.01)  
*H02B 1/24* (2006.01)  
*H02B 13/065* (2006.01)  
*H02H 9/00* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*H02B 5/00 (2020.08); H02B 1/24 (2020.08); H02B 13/065 (2020.08); H02H 9/00 (2020.08)*

(21)(22) Application: **2020113993, 03.04.2020**

(24) Effective date for property rights:  
**03.04.2020**

Registration date:  
**10.03.2021**

Priority:

(22) Date of filing: **03.04.2020**

(45) Date of publication: **10.03.2021 Bull. № 7**

Mail address:

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

(72) Inventor(s):

**Bogdan Aleksandr Vladimirovich (RU),  
Kletsel Mark Yakovlevich (KZ),  
Barukin Aleksandr Sergeevich (KZ),  
Dinmukhanbetova Ajgul Zhumageldyevna (KZ),  
Kaltaev Abdulla Gabdylmanapuly (KZ)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Kubanskiy gosudarstvennyy  
agrarnyy universitet imeni I.T. Trubilina" (RU),  
Respublikanskoe gosudarstvennoe predpriyatie  
na prave khozyajstvennogo vedeniya  
"Pavlodarskiy gosudarstvennyy universitet imeni  
S. Torajgyrova" Ministerstva obrazovaniya i  
nauki respubliki Kazakhstan" (KZ)**

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

(57) Abstract:

FIELD: electrical equipment.

SUBSTANCE: invention relates to electrical engineering, namely, to open distribution devices (ODD) of electric stations. ODD of electric station with generator-transformer unit and two lines comprises first, second, third, fourth, fifth and sixth switches with disconnecter on one side, as well as seventh, eighth and ninth switches with disconnectors on each side. Disconnecter of generator-transformer unit is connected to disconnect switches of the first and second switches, and disconnecter of the first line - to disconnecter of the third switch. Fourth switch is connected in series with the first switch, and its disconnecter is connected to the point of connection of the disconnecter of the first line with the disconnecter of the third switch, to which the first disconnectors of the seventh and eighth switches are also connected. Fifth switch is connected

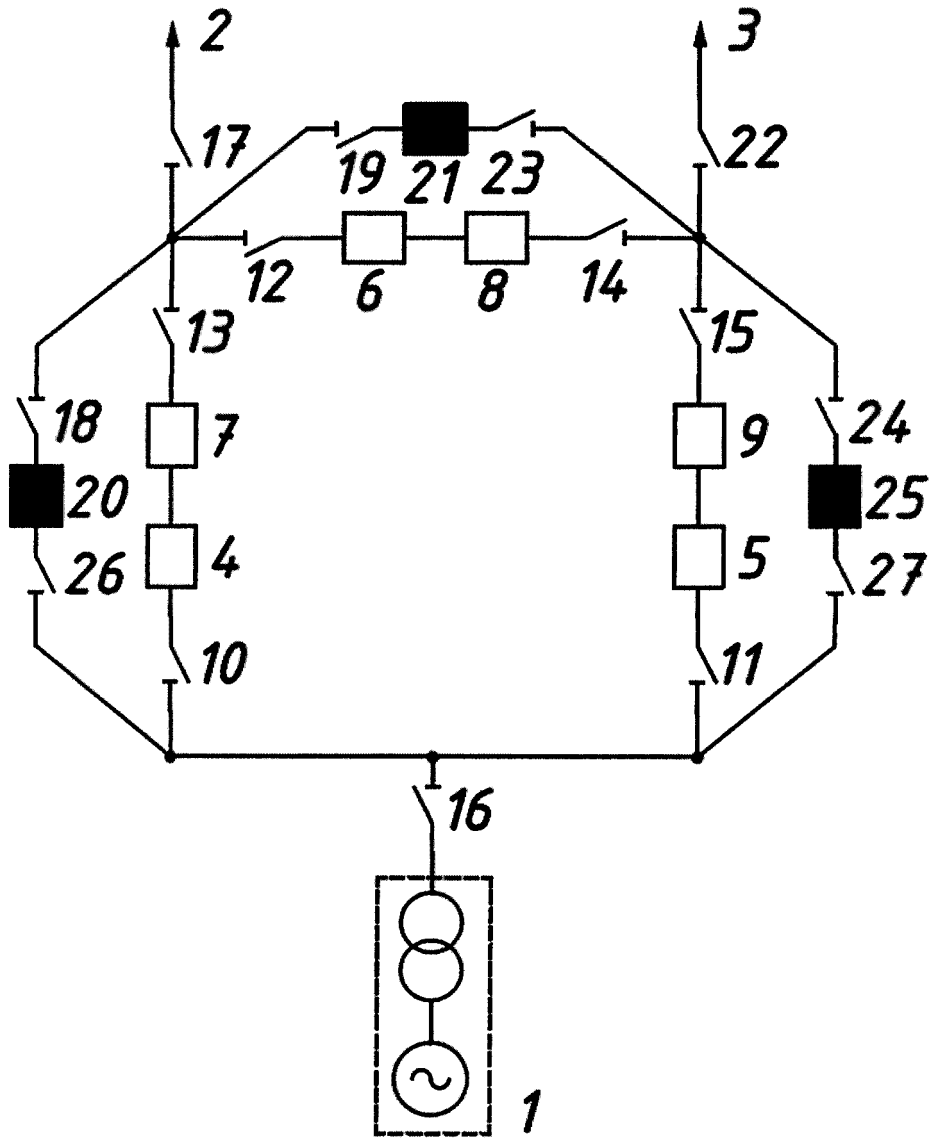
in series with the third switch, and its disconnecter is connected to the second line disconnecter, to which the second disconnecter of the eighth switch is also connected, the first disconnecter of the ninth switch and the disconnecter of the sixth switch, connected in series with the second switch, wherein the second disconnect switches of the seventh and ninth switches are connected to the connection points of the disconnectors of the first and second switches with the disconnecter of the generator-transformer unit.

EFFECT: technical result of invention is higher reliability of device in case of failure in disconnection of short-circuit at connection or short-circuit in both sides failure type of any of switches, as well as when they are in repair.

1 cl, 1 dwg

C 1  
2 7 4 4 4 7 4  
R U

R U  
2 7 4 4 4 7 4  
C 1



Фиг. 1

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

Известно распределительное устройство повышенного напряжения с трансформатором связи и двумя линиями [Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций: Учебник для техникумов - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 648 с.], содержащее три выключателя с разъединителями с каждой из сторон, соединенных в кольцо.

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 полному погашению распределительного устройства, что ведет к дефициту мощности в энергосистеме и, как следствие, к недоотпуску электроэнергии конечным потребителям.

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

Недостатком этого устройства является низкая надежность, так как отказ любого выключателя в отключении при КЗ на любом присоединении или его отказ типа «КЗ в обе стороны» приводит к полному кратковременному погашению распределительного устройства. Надежность устройства низка и в случае нахождения в ремонте одного из двух выключателей, осуществляющих подключение блока генератор-трансформатор к линиям, что при возникновении отказа второго выключателя приводит к длительному погашению распределительного устройства. В обоих случаях отказы выключателей ведут к дефициту мощности в энергосистеме (также возможно нарушение ее устойчивой работы из-за потери блока) 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.

Предложенное ОРУ электрической станции с блоком генератор-трансформатор и двумя линиями, так же, как и в прототипе, содержит первый, второй и третий выключатели с разъединителем с одной из сторон, разъединитель блока генератор-трансформатор, подключенный к разъединителям первого и второго выключателей, и разъединитель первой линии, подключенный к разъединителю третьего выключателя.

Согласно изобретению, введены четвертый, пятый и шестой выключатели с разъединителем с одной из сторон, а также седьмой, восьмой и девятый выключатели с разъединителями с каждой из сторон. Четвертый выключатель включен последовательно с первым выключателем, а его разъединитель подключен к точке соединения разъединителя первой линии с разъединителем третьего выключателя, к которой также подключены первые разъединители седьмого и восьмого выключателей. Пятый выключатель включен последовательно с третьим выключателем, а его

разъединитель подключен к разъединителю второй линии, к которому также подключены второй разъединитель восьмого выключателя, первый разъединитель девятого выключателя и разъединитель шестого выключателя, включенного последовательно со вторым выключателем. Вторые разъединители седьмого и девятого выключателей подключены к точкам соединения разъединителей первого и второго выключателей с разъединителем блока генератор-трансформатор.

Использование четвертого, пятого и шестого выключателей с разъединителем с одной из сторон, а также седьмого, восьмого и девятого выключателей с разъединителями с каждой из сторон, и их соответствующее подключение позволяет, по сравнению с прототипом, повысить надежность работы ОРУ за счет снижения частоты потери мощности, вырабатываемой генератором, при отказах любого из выключателей и при их нахождении в ремонте.

На фиг. 1 представлена схема предлагаемого ОРУ.

ОРУ электрической станции с блоком 1 генератор-трансформатор и двумя линиями 2 и 3 (фиг. 1) содержит первый 4, второй 5, третий 6, четвертый 7, пятый 8 и шестой 9 выключатели с разъединителями 10, 11, 12, 13, 14 и 15, соответственно. Разъединитель 16 блока 1 генератор-трансформатор подключен к разъединителям 10 и 11 первого 4 и второго 5 выключателей, а разъединитель 17 первой линии 2 - к разъединителю 12 третьего выключателя 6. Четвертый выключатель 7 включен последовательно с первым выключателем 4, а его разъединитель 13 подключен к точке соединения разъединителя 17 первой линии 2 с разъединителем 12 третьего выключателя 6, к которой также подключены первые разъединители 18 и 19 седьмого 20 и восьмого 21 выключателей. Пятый выключатель 8 включен последовательно с третьим выключателем 6, а его разъединитель 14 подключен к разъединителю 22 второй линии 3, к которому также подключены второй разъединитель 23 восьмого выключателя 21, первый разъединитель 24 девятого выключателя 25 и разъединитель 15 шестого выключателя 9, включенного последовательно со вторым выключателем 5. Вторые разъединители 26 и 27 седьмого 20 и девятого 25 выключателей подключены к точкам соединения разъединителей 10 и 11 первого 4 и второго 5 выключателей с разъединителем 16 блока 1 генератор-трансформатор.

ОРУ электрической станции с блоком генератор-трансформатор и двумя линиями работает следующим образом. Пусть электростанция выдает запланированную мощность при отсутствии ремонтов в ОРУ (выключатели 4-9 включены, выключатели 20, 21 и 25 отключены). Тогда:

1) При КЗ в блоке 1 генератор-трансформатор от действия его релейной защиты (РЗ) отключаются выключатели 4, 5, 7 и 9, после чего оперативный персонал отключает разъединитель 16 (фиг. 1). При этом происходит потеря мощности блока  $\Delta P_{\text{бл.}}$  на суммарное время  $t_1$  его аварийного ремонта и пуска из холодного состояния.

2) При КЗ на линии 2 от действия ее РЗ отключаются выключатели 4, 6, 7 и 8. Если КЗ неустойчивое (успешное АПВ), то через время  $t_2$  срабатывания устройства АПВ выключатели 4, 6, 7 и 8 включаются обратно, и восстанавливается нормальный режим работы. Если КЗ на линии 2 устойчивое (неуспешное АПВ), то после отключения этих выключателей оперативный персонал отключает разъединитель 17, и линия выводится в ремонт. При этом в обоих случаях не происходит потеря мощности  $\Delta P_{\text{бл.}}$ , так как оставшаяся в работе линия 3 способна передать всю вырабатываемую генератором мощность. При КЗ на линии 3 схема работает аналогично.

3) При отказе типа «КЗ в обе стороны» выключателя 4 от действия РЗ блока 1

отключаются выключатели 5, 7 и 9; также перегорают предохранители, установленные в цепи выключателя нагрузки блока 1 (на фиг. 1 не показано), что приводит к его потере. После отключения выключателей 4 (для ремонта) и 7 (для профилактического осмотра) от схемы разъединителями 10 и 13, и замены предохранителей выключатели 5 и 9

включаются обратно. Также включают нормально отключенный выключатель 20, после чего через время  $t_3$  осуществляется пуск блока 1 из состояния горячего резерва.

При отказе типа «КЗ в обе стороны» выключателя 5 схема работает аналогично.

4) При отказе типа «КЗ в обе стороны» выключателя 6 от действия РЗ линии 2 отключаются выключатели 4, 7 и 8, что приводит к ее кратковременному отключению. После отключения выключателей 6 (для ремонта) и 8 (для профилактического осмотра) от схемы разъединителями 12 и 14 выключатели 4 и 7 включаются обратно. Также включают нормально отключенный выключатель 21, после чего линия 2 подключается к схеме. При отказах типа «КЗ в обе стороны» выключателей 7, 8 и 9 схема работает аналогично.

5) Отказ выключателя 6 в отключении КЗ на линии 2 не приводит к потере мощности  $\Delta P_{\text{бл.}}$ , так как включенный последовательно с ним выключатель 8 отключается от действия РЗ линии 2 (также, как и выключатели 4 и 7) и разрывает цепь, соединяющую линии 2 и 3. Линия 3 остается в работе и передает всю мощность, вырабатываемую генератором. При этом, если КЗ на линии 2 неустойчивое, то через время  $t_2$  выключатели 4, 7 и 8 включаются обратно (выключатель 6 из-за отказа оставался включенным), и восстанавливается нормальный режим работы. При устойчивом КЗ на линии 2 она выводится в аварийный ремонт разъединителем 17; также разъединителями 12 и 14 от схемы отключаются выключатели 6 (для ремонта) и 8 (для профилактического осмотра), а разъединителями 10 и 13 - выключатели 4 и 7. При КЗ на линиях 2 и 3, совпадающих с отказами в отключении выключателей 4 или 7, 6 или 8, 5 или 9, схема работает аналогично.

Принцип работы схемы ОРУ при нахождении в ремонте одной из линий 2 и 3 или одного из выключателей 4-9 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 блоком генератор-трансформатор мощностью 1200 МВт и двумя линиями длиной 600 км, а также для ОРУ, взятого за прототип, показали, что в первом случае он ниже -

$\Delta W_{\Sigma \text{заявл.}} = 13,09 \cdot 10^8$  кВт·ч/год, а  $\Delta W_{\Sigma \text{прот.}} = 13,13 \cdot 10^8$  кВт·ч/год. При этом ниже оказались и приведенные затраты, являющиеся критерием выбора окончательного варианта построения схемы ОРУ -  $Z_{\text{заявл.}} = 1,02$  трлн. руб./год, а  $Z_{\text{прот.}} = 1,03$  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 250 млрд. рублей.

Список использованных источников

1. Гук Ю.Б. Теория надежности. Введение: учеб. пособие - СПб.: Изд-во Политехн. 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

5 Открытое распределительное устройство электрической станции с блоком генератор-  
трансформатор и двумя линиями, содержащее первый, второй и третий выключатели  
с разъединителем с одной из сторон, разъединитель блока генератор-трансформатор,  
подключенный к разъединителям первого и второго выключателей, и разъединитель  
10 первой линии, подключенный к разъединителю третьего выключателя, отличающееся  
тем, что введены четвертый, пятый и шестой выключатели с разъединителем с одной  
из сторон, а также седьмой, восьмой и девятый выключатели с разъединителями с  
каждой из сторон, причем четвертый выключатель включен последовательно с первым  
выключателем, а его разъединитель подключен к точке соединения разъединителя  
15 первой линии с разъединителем третьего выключателя, к которой также подключены  
первые разъединители седьмого и восьмого выключателей, пятый выключатель включен  
последовательно с третьим выключателем, а его разъединитель подключен к  
разъединителю второй линии, к которому также подключены второй разъединитель  
восьмого выключателя, первый разъединитель девятого выключателя и разъединитель  
20 шестого выключателя, включенного последовательно со вторым выключателем, при  
этом вторые разъединители седьмого и девятого выключателей подключены к точкам  
соединения разъединителей первого и второго выключателей с разъединителем блока  
генератор-трансформатор.

25

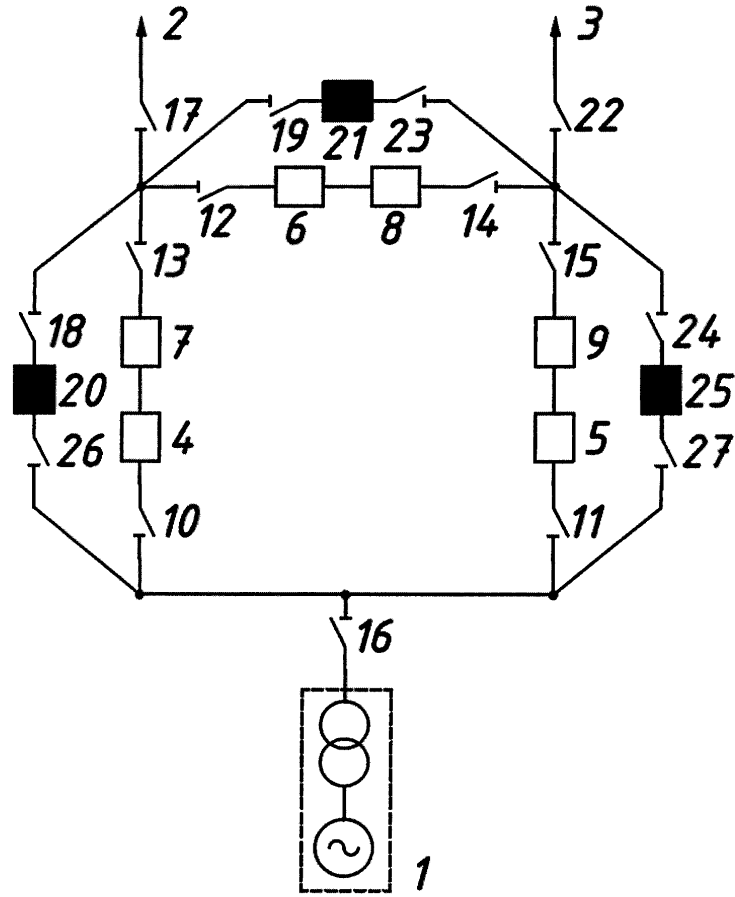
30

35

40

45





Фиг. 1