

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202392895** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2024.07.29

(51) Int. Cl. **H02H 3/05 (2006.01)**

(22) Дата подачи заявки
2023.10.23

(54) **СПОСОБ ОТКЛЮЧЕНИЯ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ ПРИСОЕДИНЕНИЙ ОТКРЫТЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ**

(96) **KZ2023/077 (KZ) 2023.10.23**

(72) Изобретатель:

(71) Заявитель:
**НЕКОММЕРЧЕСКОЕ
АКЦИОНЕРНОЕ
ОБЩЕСТВО "ТОРАЙГЫРОВ
УНИВЕРСИТЕТ" (KZ)**

**Клецель Марк Яковлевич, Барукин
Александр Сергеевич (KZ)**

(74) Представитель:
Ержанов Н.Т. (KZ)

(57) Изобретение относится к электротехнике, а именно к технике релейной защиты, и может быть использовано в качестве способа отключения выключателей присоединений открытых распределительных устройств. Технический результат изобретения - предотвращение полного погашения электрической станции или крупной подстанции при КЗ на одном из присоединений открытого распределительного устройства в случае неисправности его основной и резервной релейной защиты или одновременного отказа: а) основной защиты и одного из выключателей присоединения; б) одного из выключателей и устройства резервирования отказа выключателя (или смежного выключателя). Это достигается тем, что дополнительно постоянно измеряют напряжения U_1, U_2 на выходе измерительных органов основной и резервной защит каждого присоединения, напряжения U_3, U_4 на выходе их выходных органов и U_5 на выходе УРОВ, и, если U_1-U_5 выходят за заданные рамки, подают сигналы о срабатывании и несрабатывании измерительных органов и УРОВ, далее при наличии определенных заранее заданных сочетаний таких сигналов и сигналов о включенном или отключенном положении выключателей поврежденного и смежных с ним присоединений формируют сигнал на запрет отключения тех m выключателей неповрежденных присоединений (от их резервных защит, имеющих выдержку времени t_p^H), через которые возможна подпитка короткого замыкания при зафиксированном сочетании сигналов, после этого через первую заданную выдержку времени t_1 подают сформированный сигнал на запрет отключения указанных m выключателей, и осуществляют запрет (здесь $t_p^H < t_1 < t_p^H$, где t_p^H - выдержки времени резервной защиты поврежденного присоединения), не позволяя исполнительному органу каждого из m выключателей срабатывать и отключать его, например, путем подачи в катушку отключения выключателя магнитного потока, направленного противоположно потоку, создаваемому током в этой катушке в результате срабатывания релейной защиты, затем через $t_p^H - t_1$ посылают сигналы от резервных защит неповрежденных присоединений на отключение их выключателей, и отключают те из них, на которые не подается сигнал запрета, через время t_2 после отключения этих выключателей прекращают подачу сигнала на запрет отключения m выключателей.

202392895
A1

202392895
A1

СПОСОБ ОТКЛЮЧЕНИЯ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ ПРИСОЕДИНЕНИЙ ОТКРЫТЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Изобретение относится к электротехнике, а именно к технике релейной защиты, и может быть использовано в качестве способа отключения выключателей присоединений открытых распределительных устройств.

Наиболее близким к предлагаемому является способ отключения выключателей присоединений открытых распределительных устройств [Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. – М.: Высш. шк. 2006. – 639 с., с ил.], при котором контролируют токи и напряжения в каждом присоединении и включенное и отключенное состояние его выключателей, и если эти токи и напряжения или их комбинации на i -ом поврежденном присоединении ($i=1, 2, 3, \dots, n$) выходят за определенные пределы, дают сигналы на отключение его выключателей, и одновременно начинают отсчет времени t_p^H резервных защит неповрежденных присоединений; если какой-то выключатель поврежденного присоединения отказал, подают сигнал на отключение смежного выключателя от устройства резервирования отказа выключателя (УРОВ); если по истечении времени t_p^H хотя бы один из выключателей поврежденного присоединения остается включенным, посылают сигналы от резервных защит неповрежденных присоединений на отключение всех выключателей в схеме открытого распределительного устройства.

Недостатком этого способа является то, что при коротком замыкании (КЗ) на одном из присоединений открытого распределительного устройства в случае неисправности его основной и резервной релейной защиты срабатывают резервные защиты подпитывающих КЗ неповрежденных присоединений. В результате происходит полное погашение электрической станции или крупной подстанции. К аналогичным последствиям при КЗ на присоединении приводят одновременные отказы: а) основной защиты и одного из выключателей присоединения; б) одного из выключателей и УРОВ (или смежного выключателя).

Технический результат изобретения – предотвращение полного погашения электрической станции или крупной подстанции при КЗ на одном из присоединений открытого

распределительного устройства в случае неисправности его основной и резервной релейной защиты или одновременного отказа: а) основной защиты и одного из выключателей присоединения; б) одного из выключателей и УРОВ (или смежного выключателя).

Технический результат достигается тем, что в способе отключения выключателей присоединений открытых распределительных устройств, при котором контролируют токи и напряжения в каждом присоединении и включенное и отключенное состояние его выключателей, и если эти токи и напряжения или их комбинации на i -ом поврежденном присоединении ($i=1, 2, 3, \dots, n$) выходят за определенные пределы, дают сигналы на отключение его выключателей, и одновременно начинают отсчет времени t_p^H резервных защит неповрежденных присоединений, и если какой-то выключатель поврежденного присоединения отказал, подают сигнал на отключение смежного выключателя от устройства резервирования отказа выключателя (УРОВ), **дополнительно** постоянно измеряют напряжения U_1, U_2 на выходе измерительных органов основной и резервной защит каждого присоединения, напряжения U_3, U_4 на выходе их выходных органов и U_5 на выходе УРОВ, и, если $U_1 \div U_5$ выходят за заданные рамки, подают сигналы о срабатывании и несрабатывании измерительных органов и УРОВ, далее при наличии определенных заранее заданных сочетаний таких сигналов (например, при наличии сигналов о несрабатывании измерительного органа основной защиты и выходного органа резервной защиты присоединения и сигнала о срабатывании измерительного органа его резервной защиты) и сигналов о включенном или отключенном положении выключателей поврежденного и смежных с ним присоединений формируют сигнал на запрет отключения тех m выключателей неповрежденных присоединений (от их резервных защит, имеющих выдержку времени t_p^H), через которые возможна подпитка короткого замыкания при зафиксированном сочетании сигналов, после этого через первую заданную выдержку времени t_1 подают сформированный сигнал на запрет отключения указанных m выключателей, и осуществляют запрет (здесь $t_p^H < t_1 < t_p^H$, где t_p^H – выдержки времени резервной защиты поврежденного присоединения), не позволяя исполнительному органу каждого из m выключателей срабатывать и отключать его, например, путем подачи в катушку отключения выключателя магнитного потока, направленного противоположно потоку, создаваемому током в этой катушке в результате срабатывания релейной защиты, затем через $t_p^H - t_1$ посылают сигналы от резервных защит неповрежденных присоединений на отключение их выключателей, и отключают те из них, на которые не

подается сигнал запрета, через время t_2 после отключения этих выключателей прекращают подачу сигнала на запрет отключения m выключателей.

Способ может быть реализован, например, для схемы открытого распределительного устройства «шестиугольник» с тремя блоками 1-3 генератор-трансформатор (фиг. 1), тремя линиями 4-6 и шестью выключателями 7-12. Устройство, реализующее способ, показано на фиг. 2, где 13 – микропроцессор; 14-19 – блоки запрета отключения, соответственно, выключателей 7-12; 20-25 – исполнительные блоки с катушками отключения и приводами, соответственно, выключателей 7-12.

При коротком замыкании (КЗ), например на линии 4 (точка К1 на фиг. 1) возможны следующие наложения отказов в ее защитах: 1) измерительного органа основной защиты (сигнал о её срабатывании обозначим L_1) и блока логики или выходного органа резервной (сигнал о срабатывании B_1'); 2) измерительного органа резервной защиты (сигнал L_1') и блока логики или выходного органа основной (сигнал B_1); 3) измерительного органа основной защиты и выключателя 7 или выключателя 8. Итого 6 вариантов наложения отказов. При этих наложениях блоки 1-3 (фиг. 1) продолжают подпитывать КЗ через один неотключённый выключатель линии (или оба), и их резервные защиты, срабатывая, подают сигналы на отключение. В результате происходит погашение электростанции. Этого можно избежать, если запретить отключение некоторых выключателей, через которые возможна подпитка КЗ.

Для примера проанализируем какие выключатели следует запретить отключать при отказах релейной защиты в первых четырех случаях, когда не сработали и основная, и резервная защиты линии 4 и выключатели 7 и 8 остаются включенными. Чтобы не подпитывать КЗ на линии 4, достаточно отключить выключатель 8 от защиты блока 1 и выключатель 7 от защиты блока 2. Отключение выключателей 9-12 от защит блоков 1-3 можно запретить, так как после отключения выключателей 7 и 8 они перестают подпитывать точку КЗ.

Сформулируем условия подачи сигнала от микропроцессора 13 на запрет отключения выключателей 9-12 от резервных защит блоков 1-3 при рассмотренных выше отказах. При этом используем операторы алгебры логики: логическое сложение (ИЛИ) обозначается знаком «+», логическое умножение (И) – знаком «>», инверсия (НЕ) – черточкой над логической переменной. Каждая переменная и функция может принимать значение «1» или «0». Обозначим сигнал на запрет отключения выключателей за F . Тогда, если сигнал есть, то $F = 1$, если нет, то $F = 0$.

При отказах, указанных выше в «1» и «2», микропроцессор (МП) 13 формирует сигнал F_{9-12} на запрет отключения выключателей 9-12, который с выдержкой времени t_1 подается на блоки 16-19, если нет сигналов L_1 И B_1' И есть сигнал L_1' , ИЛИ нет сигналов L_1' И B_1 И есть сигнал L_1 , что записывается так:

$$F_{9-12} = \left(\bar{L}_1 \cdot L_1' \cdot \bar{B}_1' + L_1 \cdot \bar{L}_1' \cdot \bar{B}_1 \right) D_1, \quad (1)$$

где D_1 – оператор задержки подачи запрещающего сигнала на время $t_1 = t_{PЗ} + \Delta t$ ($t_{PЗ}$ – время действия резервной защиты линии; Δt – время запаса).

При отказе измерительного органа основной защиты и выключателя 7 (8) (отказ «3») сигнал F_{9-11} (F_{10-12}) на запрет отключения выключателей 9-11 (10-12) от МП 13 подается с задержкой t_2 на блоки 16-18 (17-19), если есть сигналы L_1' И r_1 (r_2) от реле положения «включено» выключателя 7 (8) И нет L_1 , то есть:

$$F_{9-11} = \bar{L}_1 \cdot L_1' \cdot r_1 D_2, \quad (2)$$

$$F_{10-12} = \bar{L}_1 \cdot L_1' \cdot r_2 D_2, \quad (3)$$

где D_2 – оператор задержки подачи запрещающего сигнала на время $t_2 = t_{PЗ} + t_{o.B.} + \Delta t$ ($t_{o.B.}$ – время отключения выключателей линии), причем $t_{PЗ.B.} > t_2 > t_1$ ($t_{PЗ.B.}$ – выдержка времени резервных защит блоков 1-3).

Точно также строятся логические функции F при КЗ на линиях 5 и 6, в том числе при наложении: 1) отказа в отключении одного из выключателей линии и отказа УРОВ; 2) отказа в отключении одного (из двух) основного и смежного с ним выключателя (12 вариантов для рассматриваемой схемы «шестиугольник», фиг. 1). На фиг. 2 $G_1 - G_3$ – сигналы о срабатывании резервных защит блоков 1-3; L_2 (L_2') и L_3 (L_3') – сигналы о срабатывании измерительных органов основных (резервных) защит линий 5 и 6; B_2 (B_2') и B_3 (B_3') – сигналы о срабатывании

выходных органов основных (резервных) защит линий 5 и 6; $Y_1 - Y_6$ – сигналы о срабатывании выходных реле устройств резервирования отказов выключателей 7-12; $r_3 - r_6$ – сигналы от реле положения «включено» выключателей 9-12.

В соответствии с разработанными алгоритмами, устройство, реализующее способ, работает следующим образом.

В нормальном режиме работы защиты линии 4 не срабатывают. Если при КЗ на линии 4 неисправны измерительный орган основной защиты *II* блок логики *или* выходной орган резервной, *III* измерительный орган резервной *II* блок логики *или* выходной орган основной, то защиты линии 4 не срабатывают, и выключатели 7 и 8 остаются включенными. Таким образом, в первом (втором) случае нет сигналов L_1 и B_1' (L_1' и B_1). Однако в первом случае на МП 13 поступает сигнал L_1' о срабатывании измерительного органа резервной защиты, а во втором – L_1 от измерительного органа основной защиты, т.е. выполняется условие (1). По (1) МП 13 формирует и через время t_1 (упомянуто выше) подает сигнал F_{9-12} на входы блоков 16-19 запрета отключения выключателей 9-12. Блоки 16-19 срабатывают и подают в катушки отключения исполнительных блоков 22-25 выключателей 9-12 магнитные потоки, направленные противоположно потокам, которые через Δt_1 будут создаваться токами в этих катушках в результате срабатывания резервных защит блоков 1-3 генератор-трансформатор (то есть при поступлении сигналов G1-G3). Так запрещается отключение выключателей 9-12, и по истечении времени $t_{рз.б.}$ отключаются только выключатели 7 и 8. Через время $t_{о.в.} + \Delta t_2$ осуществляется возврат блоков 16-19 в исходное состояние, и запрет снимается.

Если при КЗ на линии 4 неисправны измерительный орган основной защиты и выключатель 7, то последний остается включенным (на вход МП 13 поступает сигнал r_1). Через время $t_{рз}$ срабатывает резервная защита линии 4, и на вход МП 13 поступает сигнал L_1' от её измерительного органа. Таким образом, выполняется условие (2). По (2) МП 13 формирует и через время t_2 (упомянуто выше) подает сигнал F_{9-11} на входы блоков 16-18 запрета отключения выключателей 9-11. Блоки 16-18 срабатывают и запрещают отключение упомянутых выключателей от резервных защит блоков 1-3. По истечении времени $t_{рз.б.}$ отключается только выключатель 12. Через время $t_{о.в.} + \Delta t_2$ осуществляется возврат блоков 16-18 в исходное состояние, и запрет на отключение снимается.

Если при КЗ на линии 4 срабатывает измерительный орган её основной защиты, то через выходной орган подаются сигналы на отключение выключателей 7 и 8 (на фиг. 1 и 2 не показано). Одновременно с этим сигнал L_1 с измерительного органа подается на входы МП 13 и УРОВ. Если нет наложения отказов, то линия 4 отключается, и УРОВ не срабатывает. Если после срабатывания измерительного органа отказывает в отключении, например выключатель 7, то выходное реле его УРОВ, как обычно, подает сигнал Y_1 на отключение выключателя 12, смежного с выключателем 7, и отключает его.

Если при КЗ на линии 4 срабатывает измерительный орган основной защиты, но происходит одновременный отказ, например выключателя 7 и УРОВ, то на выходе последнего сигнал Y_1 отсутствует. Сигнал r_1 от реле положения «включено» выключателя 7, как и сигнал L_1 от измерительного органа основной защиты, подаются на вход МП 13, в котором по формулам, описывающим эти отказы, формируется и через время $t_3 = t_{УРОВ} + t_{о.в.} + \Delta t$ подается сигнал на блоки 16-18 запрета отключения, соответственно, выключателей 9-11. Блоки 16-18 срабатывают и запрещают отключение упомянутых выключателей (механизм запрета рассмотрен выше) при срабатывании резервных защит блоков 1-3. По истечении времени $t_{рз.б.}$ отключается только выключатель 12. Через время $t_{о.в.} + \Delta t_2$ осуществляется возврат блоков 16-18 в исходное состояние, и запрет на отключение снимается.

Если при КЗ на линии 4 после срабатывания защиты одновременно отказывают в отключении основной и смежный с ним выключатель (после срабатывания УРОВ), например выключатели 7 и 12, то сигналы r_1 и r_8 от их реле положения «включено», как и сигналы L_1 и Y_1 подаются на входы МП 13. Последний через время t_3 подает сигнал на блок 16 запрета отключения выключателя 9. Через время $t_{рз.б.}$ после возникновения КЗ срабатывают резервные защиты блоков 1-3, и отключаются выключатели 10 и 11. Через время $t_{о.в.} + \Delta t_2$ блок 16 возвращается в исходное состояние, и запрет снимается.

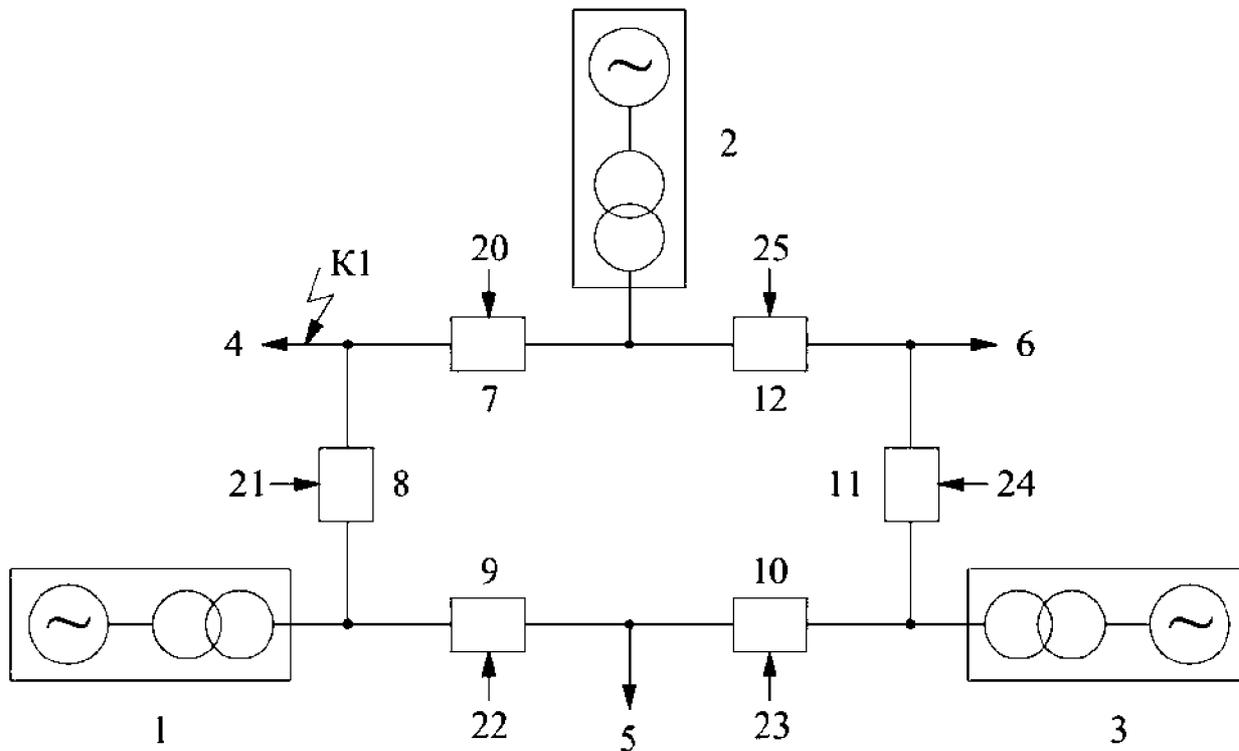
При КЗ на других линиях устройство работает аналогично изложенному. Таким образом, резервные защиты блоков при рассмотренных наложениях отказов при КЗ на линиях подают сигналы $G_1 - G_3$ на отключение всех выключателей в схеме, но отключаются только те, которые обеспечивают сохранение в работе, как минимум, одного блока и одной линии.

Исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № AP09058249).

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ отключения выключателей присоединений открытых распределительных устройств, при котором контролируют токи и напряжения в каждом присоединении и включенное и отключенное состояние его выключателей, и если эти токи и напряжения или их комбинации на i -ом поврежденном присоединении ($i=1, 2, 3, \dots, n$) выходят за определенные пределы, дают сигналы на отключение его выключателей, и одновременно начинают отсчет времени t_p^H резервных защит неповрежденных присоединений, и если какой-то выключатель поврежденного присоединения отказал, подают сигнал на отключение смежного выключателя от устройства резервирования отказа выключателя (УРОВ), отличающийся тем, что дополнительно постоянно измеряют напряжения U_1, U_2 на выходе измерительных органов основной и резервной защит каждого присоединения, напряжения U_3, U_4 на выходе их выходных органов и U_5 на выходе УРОВ, и, если $U_1 \div U_5$ выходят за заданные рамки, подают сигналы о срабатывании и несрабатывании измерительных органов и УРОВ, далее при наличии определенных заранее заданных сочетаний таких сигналов (например, при наличии сигналов о несрабатывании измерительного органа основной защиты и выходного органа резервной защиты присоединения и сигнала о срабатывании измерительного органа его резервной защиты) и сигналов о включенном или отключенном положении выключателей поврежденного и смежных с ним присоединений формируют сигнал на запрет отключения тех m выключателей неповрежденных присоединений (от их резервных защит, имеющих выдержку времени t_p^H), через которые возможна подпитка короткого замыкания при зафиксированном сочетании сигналов, после этого через первую заданную выдержку времени t_1 подают сформированный сигнал на запрет отключения указанных m выключателей, и осуществляют запрет (здесь $t_p^H < t_1 < t_p^H$, где t_p^H – выдержки времени резервной защиты поврежденного присоединения), не позволяя исполнительному органу каждого из m выключателей срабатывать и отключать его, например, путем подачи в катушку отключения выключателя магнитного потока, направленного противоположно потоку, создаваемому током в этой катушке в результате срабатывания релейной защиты, затем через $t_p^H - t_1$ посылают сигналы от резервных защит неповрежденных присоединений на отключение их выключателей, и отключают те из них, на которые не подается сигнал запрета, через время t_2 после отключения этих выключателей прекращают подачу сигнала на запрет отключения m выключателей.

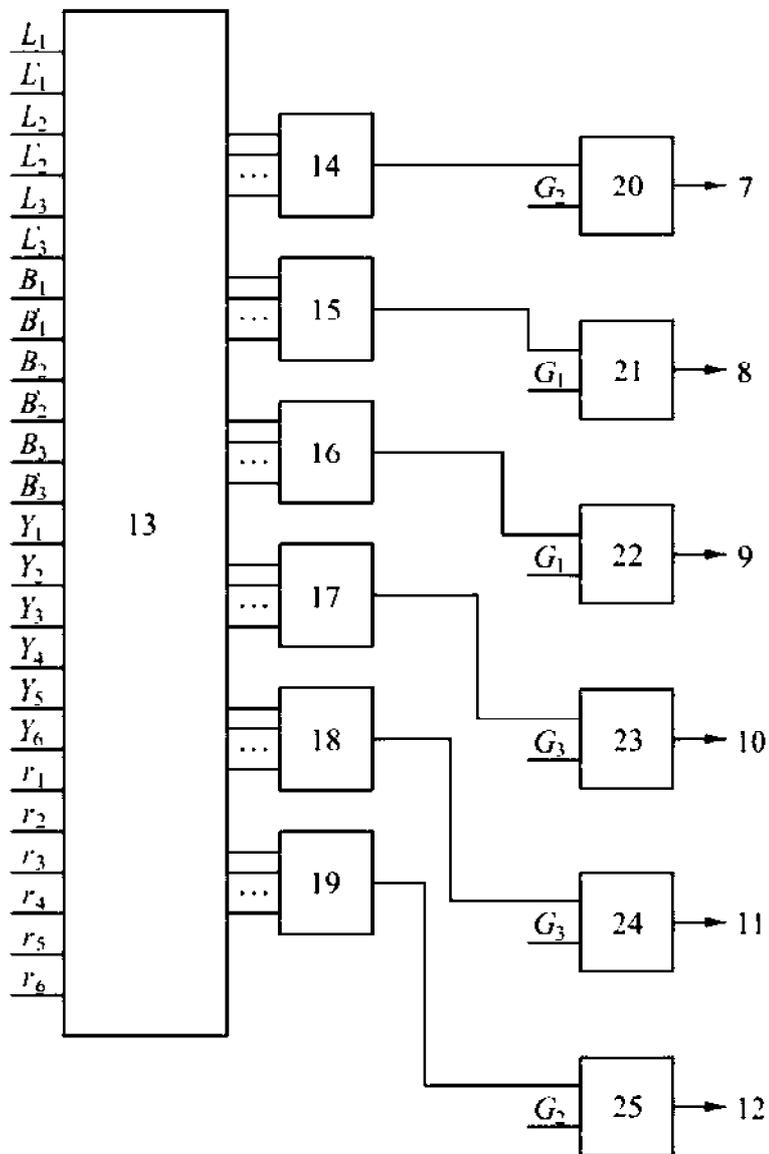
СПОСОБ ОТКЛЮЧЕНИЯ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ ПРИСОЕДИНЕНИЙ ОТКРЫТЫХ
РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ



Фиг. 1

Авторы: Клецель М.Я.
Барукин А.С.

СПОСОБ ОТКЛЮЧЕНИЯ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ ПРИСОЕДИНЕНИЙ ОТКРЫТЫХ
РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ



Фиг. 2

Авторы: Клецель М.Я.
Барукин А.С.

ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ ПОИСКЕ
(статья 15(3) ЕАПК и правило 42 Патентной инструкции к ЕАПК)

Номер евразийской заявки:

202392895

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:

МПК:

H02H 3/05 (2006.01)

СПК:

H02H 3/05

Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:

Просмотренная документация (система классификации и индексы МПК)

H02H 3/05, 7/26, 3/16, 7/30, 3/40

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины)
EAPATIS, Espacenet

В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A	EA 202290179 A1 (НЕКОМЕРЧЕСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ»), 31.07.2023, описание, фиг. 1-3	1
A	RU 168 130 U1 (ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ» (ДВГУПС)), 18.01.2017, описание, фиг. 1	1
A	EP 1 940 002 A2 (GENERAL ELECTRIC COMPANY), 02.07.2008, реферат, фиг. 21	1
A	EP 1 335 470 A2 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA), 13.08.2003, реферат, фиг. 1	1

последующие документы указаны в продолжении

* Особые категории ссылочных документов:

«А» - документ, определяющий общий уровень техники

«D» - документ, приведенный в евразийской заявке

«E» - более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее

«O» - документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.

"P" - документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета"

«Т» - более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения

«X» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности

«Y» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той же категории

«&» - документ, являющийся патентом-аналогом

«L» - документ, приведенный в других целях

Дата проведения патентного поиска: **18/01/2024**

Уполномоченное лицо:

Начальник отдела механики,
физики и электротехники



Д.Ф. Крылов