

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **047508**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.07.30

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

(21) Номер заявки
202392895

(22) Дата подачи заявки
2023.10.23

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

(43) **2024.07.29**

(72) Изобретатель:

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

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

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

(74) Представитель:

Ержанов Н.Т. (KZ)

(56) **EA-A1-202290179
RU-U1-168130
EP-A2-1940002
EP-A2-1335470**

(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 устройства резервирования отказа выключателя, и, если $U_1 \div U_5$ выходят за заданные рамки, подают сигналы о срабатывании и несрабатывании измерительных органов и устройства резервирования отказа выключателя, 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, 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.

B1

047508

047508

B1

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 электропитания. - 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, где $i=1, 2, 3, \dots, n$ 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, 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 устройства резервирования отказа выключателя, и, если $U_1 \div U_5$ выходят за заданные рамки, подают сигналы о срабатывании и несрабатывании измерительных органов и устройства резервирования отказа выключателя, 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, 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 V'_1); 2) измерительного органа резервной защиты (сигнал L'_1) и блока логики или выходного органа основной (сигнал V_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 F₉₋₁₂ на запрет отключения выключателей 9-12, который с выдержкой времени t₁ подается на блоки 16-19, если нет сигналов L₁ и V'₁ и есть сигнал L'₁ ИЛИ нет сигналов L'₁ и V₁ и есть сигнал L₁, что записывается так:

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

где D₁ - оператор задержки подачи запрещающего сигнала на время t₁ = t_{р3.л} + Δt (t_{р3.л} - время действия резервной защиты линии; Δt - время запаса).

При отказе измерительного органа основной защиты и выключателя 7 (8) (отказ "3") сигнал F₉₋₁₁ (F₁₀₋₁₂) на запрет отключения выключателей 9-11 (10-12) от МП 13 подается с задержкой t₂ на блоки 16-18 (17-19), если есть сигналы L'₁ и r₁ (r₂) от реле положения "включено" выключателя 7 (8) и нет L₁, 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 D₂ - оператор задержки подачи запрещающего сигнала на время t₂ = t_{р3.б} + t_{о.в.} + Δt (t_{о.в.} - время отключения выключателей линии), причем t_{р3.б} > t₂ > t₁ (t_{р3.б} - 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 G₁-G₃ - сигналы о срабатывании резервных защит блоков 1-3; L₂ (L'₂) и L₃ (L'₃) - сигналы о срабатывании измерительных органов основных (резервных) защит линий 5 и 6; B₂ (B'₂) и B₃ (B'₃) - сигналы о срабатывании выходных органов основных (резервных) защит линий 5 и 6; Y₁-Y₆ - сигналы о срабатывании выходных реле устройств резервирования отказов выключателей 7-12; r₃-r₆ - 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 И блок логики или выходной орган резервной, ИЛИ измерительный орган резервной И 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 L₁ и V'₁ (L'₁ и V₁). Однако в первом случае на МП 13 поступает сигнал L'₁ о срабатывании измерительного органа резервной защиты, а во втором - L₁ от измерительного органа основной защиты, т.е. выполняется условие (1). По (1) МП 13 формирует и через время t₁ (упомянуто выше) подает сигнал F₉₋₁₂ 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 Δt₁ 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_{р3.б} отключаются только выключатели 7 и 8. Через время t_{о.в.} + Δt₂ 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 r₁). Через время t_{р3.л} 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 t₂ (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.

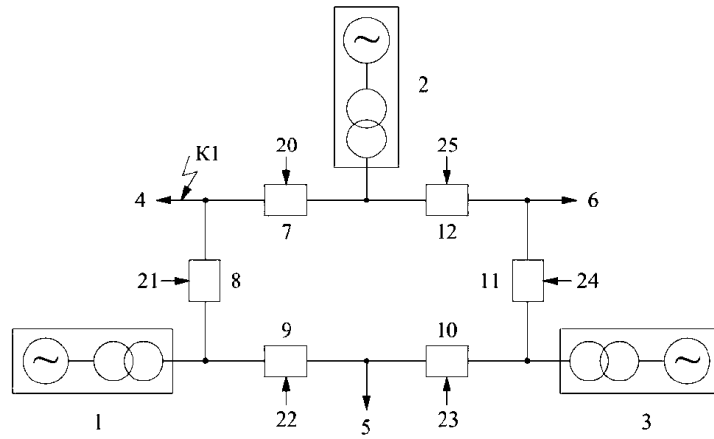
Если при КЗ на линии 4 после срабатывания защиты одновременно отказывают в отключении основной и смежный с ним выключатель (после срабатывания УРОВ), например выключатели 7 и 12, то сигналы r_1 и r_6 от их реле положения "включено", как и сигналы L_1 и Y_1 подаются на входы МП 13. Последний через время 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.

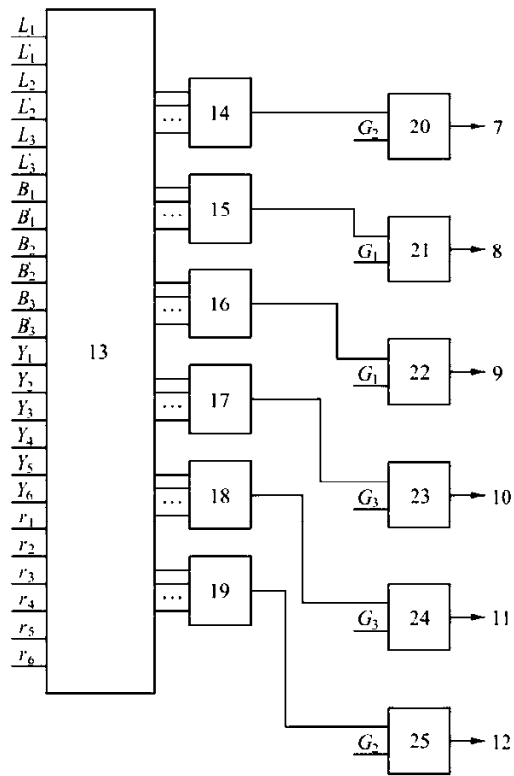
Исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № AP09058249).

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, где $i=1, 2, 3, \dots, n$, 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, 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 устройства резервирования отказа выключателя, и, если $U_1 \div U_5$ выходят за заданные рамки, подают сигналы о срабатывании и несрабатывании измерительных органов и устройства резервирования отказа выключателя, 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, 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.



Фиг. 1



Фиг. 2

