

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **031239**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2018.12.28

(51) Int. Cl. **H02H 3/26 (2006.01)**

(21) Номер заявки
201650045

(22) Дата подачи заявки
2016.10.07

(54) **СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВИДА КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ НА ЛИНИЯХ 6-35
КИЛОВОЛЬТ**

(43) **2018.04.30**

(56) BY-C1-15999
RU-C1-2413349
US-A-5243489

(96) **2016/EA/0078 (BY) 2016.10.07**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
(BY)**

(72) Изобретатель:
**Романюк Федор Алексеевич, Каченя
Владислав Станиславович (BY)**

(57) Изобретение относится к электротехнике, может быть использовано в устройствах релейной защиты электроэнергетических систем и предназначено для повышения достоверности определения вида короткого замыкания (КЗ) на линиях 6-35 кВ. Цель изобретения - повышение достоверности определения вида КЗ при наложении аварий на линиях 6-35 кВ. Способ определения вида КЗ на линиях 6-35 кВ, при котором периодически фиксируют мгновенные значения токов фаз А, В и С, по которым вычисляют их действующие значения I_A , I_B , I_C , из рассчитанных действующих значений выделяют максимальное действующее значение $I_{\max} = \max(I_A; I_B; I_C)$ и проверяют выполнение условий

$$I_{\max} - I_A > K \cdot I_A, \quad (1)$$

$$I_{\max} - I_B > K \cdot I_B, \quad (2)$$

$$I_{\max} - I_C > K \cdot I_C, \quad (3)$$

где $K=0,5$ - коэффициент, учитывающий наименьшую кратность тока в повреждённой фазе к току нагрузки, при котором обеспечивается фиксация несимметрии. Двухфазное КЗ фиксируют при выполнении только одного условия. Трёхфазное КЗ фиксируют при выполнении только двух или ни одного из условий.

B1

031239

031239

B1

Изобретение относится к электротехнике, может быть использовано в устройствах релейной защиты электроэнергетических систем и предназначено для повышения достоверности определения вида короткого замыкания (КЗ) на линиях 6-35 кВ.

Известен способ определения вида КЗ на линиях 6-35 кВ [1], при котором фиксируют мгновенные значения токов фаз А, В и С, по этим данным вычисляют действующие величины токов фаз А, В и С, из вычисленных действующих значений выделяют максимальное и минимальное действующие значения, после чего рассчитывают разность между максимальным и минимальным действующими значениями и находят отношение этой разности к максимальному действующему значению, далее полученный результат сравнивают с 0,6. Фиксация двухфазного КЗ производится при превышении значения отношения 0,6. Фиксация трёхфазного КЗ производится при значении отношения меньшем или равном 0,6.

Достоинством данного способа является достоверное определение вида КЗ при наложении аварий на линиях 6-35 кВ, когда от системы шин отходит более двух линий и одновременно происходят короткие замыкания на двух или более линиях, данный режим представлен на фиг. 1. Также к достоинствам данного способа можно отнести небольшое время определения вида КЗ и простота в реализации.

Недостатком данного способа является то, что в сильно нагруженных линиях, при отношении максимального тока в повреждённой фазе к току нагрузки меньшем 2,5 вид КЗ может быть определён неверно.

Наиболее близким к предлагаемому по технической сущности и достигаемому результату является способ определения вида КЗ [2], при котором фиксируют мгновенные значения токов фаз А, В и С, по этим данным вычисляют действующие величины токов фаз А, В и С, из вычисленных действующих значений выделяют максимальное и минимальное действующие значения, после чего рассчитывают разность между максимальным и минимальным действующими значениями и находят отношение этой разности к минимальному действующему значению, затем полученный результат сравнивают с 0,5. Фиксация двухфазного КЗ производится при превышении значения отношения 0,5. Фиксация трёхфазного КЗ производится при значении отношения меньшем или равном 0,5.

Достоинствами данного способа являются правильное определение вида КЗ при кратностях тока в повреждённой фазе к току нагрузки больше 1,5; достаточно небольшое время определения вида КЗ; простота в реализации.

Недостатком данного способа является то, что при наложении аварий (фиг. 1) вид КЗ может быть определён неверно.

Цель изобретения - повышение достоверности определения вида КЗ при наложении аварий на линиях 6-35 кВ.

Способ определения вида КЗ на линиях 6-35 кВ, при котором периодически фиксируют мгновенные значения токов фаз А, В и С, по которым вычисляют их действующие значения I_A , I_B , I_C , из рассчитанных действующих значений выделяют максимальное действующее значение $I_{\text{макс.}} = \max(I_A, I_B, I_C)$ и проверяют выполнение условий

$$I_{\text{макс.}} - I_A > K \cdot I_A, \quad (1)$$

$$I_{\text{макс.}} - I_B > K \cdot I_B, \quad (2)$$

$$I_{\text{макс.}} - I_C > K \cdot I_C, \quad (3)$$

где $K=0,5$ - коэффициент, учитывающий наименьшую кратность тока в повреждённой фазе к току нагрузки, при котором обеспечивается фиксация несимметрии. Двухфазное КЗ фиксируют при выполнении только одного условия. Трёхфазное КЗ фиксируют при выполнении только двух или ни одного из условий.

Данный способ может быть реализован на элементах аналоговой, микроэлектронной или цифровой вычислительной техники. Наиболее просто он реализуется на основе микропроцессорной элементной базы.

Сущность способа поясняется фигурами, где на фиг. 2 приведена векторная диаграмма токов двухфазного КЗ фаз В и С при активно-индуктивной нагрузке, когда кратность максимального тока повреждённых фаз к току нагрузки равна 1,5, на фиг. 3 приведена векторная диаграмма токов трёхфазного КЗ при наложении аварий, когда на параллельной линии близкое двухфазное КЗ, а на рассматриваемой линии трёхфазное КЗ, на фиг. 4 приведена функциональная схема измерительной и логической частей устройства определения вида КЗ, реализованная по способу описанному выше.

В нагрузочном режиме работы и при самозапуске асинхронных электродвигателей, действующие значения токов по каждой фазе примерно равны, и ни одно условие из 1, 2, 3 не выполняется.

При двухфазном КЗ, когда токи КЗ имеют большую кратность, наличие тока нагрузки практически не влияет на разность абсолютных значений токов в повреждённых фазах, по этой причине из условий 1, 2, 3 выполнится только одно.

При двухфазном КЗ, когда ток в повреждённой фазе в 1,5 раза больше тока нагрузки, а характер нагрузки активно-индуктивный, ток нагрузки одинаково влияет на токи в повреждённых фазах (фиг. 2),

вследствие этого действующие значения токов в повреждённых фазах будут равны, что приведёт к выполнению только одного условия из 1, 2, 3. Из условий 1, 2, 3 выполнится только то, которое будет соответствовать неповреждённой фазе.

При наложении аварий (фиг. 1), когда на параллельной линии близкое двухфазное КЗ, напряжение в двух фазах на рассматриваемой линии снижается до нуля, что при трёхфазном КЗ на контролируемой линии приводит к тому, что ток КЗ, соответствующий значению тока трёхфазного КЗ, протекает только в одной фазе, а в двух других фазах течёт этот же ток, поделённый на два, в обратном направлении, в соответствии с фиг. 3. Такая ситуация приведёт к тому, что будут выполняться два условия из 1, 2, 3. Данная комбинация выполнения условий соответствует режиму трёхфазного короткого замыкания при наложении аварий.

При наложении аварий (фиг. 1), когда на параллельной линии близкое трёхфазное КЗ, а на рассматриваемой линии удалённое трёхфазное или двухфазное КЗ, то на рассматриваемой линии действующие значения токов КЗ не будут превышать действующие значения токов нагрузки.

При наложении аварий (фиг. 1), когда на параллельной линии близкое двухфазное КЗ, а на рассматриваемой линии близкое или удалённое двухфазное КЗ, с замыкаемыми фазами, отличными от замыкаемых фаз на параллельной линии, векторная диаграмма токов на контролируемой линии будет соответствовать векторной диаграмме токов при двухфазном КЗ без наложения аварий.

Таким образом, данный способ позволяет правильно определить вид короткого замыкания при кратности тока в повреждённой фазе к току нагрузки не менее 1,5, а также вид КЗ при наложении аварий.

Предлагаемый способ определения вида КЗ на линиях напряжением 6-35 кВ реализуется на основе контроля токов по всем трём фазам путём анализа количества выполняемых условий из 1, 2 и 3.

Устройство для реализации способа фиг. 4 содержит блоки 1, 2 и 3 фиксации мгновенных значений фазных токов и вычисления действующих значений. К входу блока 1 подводится сигнал переменного тока фазы А, к входу блока 2 подводится сигнал переменного тока фазы В, к входу блока 3 подводится сигнал переменного тока фазы С. Выходы блоков 1, 2, 3 подключаются к трём входам блока 4, а также к блокам 5, 6 и 7. Блок 4 предназначен для выделения максимального из подведённых к его входам сигналов, выход блока 4 подключается к блокам 5, 6, 7 и 9. К одному из входов блока 5 подключается выход блока 4, а к другому - выход блока 1. В блоке 5 производится проверка условия 1. К одному из входов блока 6 подключается выход блока 4, а к другому - выход блока 2. В блоке 6 производится проверка условия 2. К одному из входов блока 7 подключается выход блока 4, а к другому - выход блока 3. В блоке 7 производится проверка условия 3. Выходы блоков 5, 6 и 7 подключаются к трём входам блока 8, блок 8 представляет собой логический элемент "Исключающее ИЛИ", выход блока 8 подключается к блоку 11. К одному из входов блока 9 подключается выход блока 4, при этом к другому входу подключается выход блока 10. Блок 10 обеспечивает задание уставки, а блок 9 представляет собой пусковой орган, выход блока 9 подключается к блоку 11. К одному из входов блока 11 подключается выход блока 8, а к другому - выход блока 9. Блок 11 производит определение вида КЗ.

Блоки 1, 2 и 3 осуществляют фиксацию мгновенных значений переменного входного сигнала и вычисление действующих величин токов фаз А, В и С соответственно.

Блок 4 производит выделение максимального действующего значения токов фаз. Представляет собой максиселектор абсолютных значений.

Блоки 5, 6 и 7 производят проверку выполнения условий 1, 2 и 3 соответственно.

Блок 8 элемент "Исключающее ИЛИ" определяет выполнение только одного условия из 1, 2 и 3, таким образом, осуществляется фиксация несимметрии, соответствующей режиму двухфазного КЗ.

Блок 9 производит выявление режима работы защищаемого участка энергосистемы, сравнивает максимальное действующее значение токов фаз с уставкой, которая задаётся в блоке 10.

Блок 10, блок задания уставки для блока 9.

Блок 11 производит определение режима КЗ и выдаёт информацию о его виде в зависимости от комбинации поданных на его вход сигналов.

Представленное на фиг. 4 устройство работает следующим образом.

Блоки 1, 2 и 3 вычисляют действующие значения токов фаз. Действующие значения токов фаз подводятся на максиселектор блока 4, затем максимальное действующее значение токов фаз и фазные действующие значения подводятся на блоки 5, 6 и 7, в которых проверяется выполнение условий 1, 2 и 3. В зависимости от количества выполненных условий блок 8 формирует или не формирует выходной сигнал. При этом с помощью блока 9 производится проверка режима работы защищаемого участка энергосистемы, который сравнивает максимальное действующее значение токов фаз с уставкой, которая задаётся в блоке 10. Уставка, задаваемая в блоке 10, должна быть отстроена от нормального режима работы защищаемого участка сети. Выходные сигналы с блоков 8 и 9 поступают на блок 11, в котором происходит определение вида КЗ. При появлении сигнала на выходе блока 8, но отсутствии сигнала с выхода блока 9 вид КЗ не определяется, так как данный режим работы идентифицируется как нормальный. При появлении сигнала на выходе блока 8 и появлении сигнала на выходе блока 9, фиксируется режим двухфазного КЗ. При отсутствии сигнала с выхода блока 8 и появлении сигнала на выходе блока 9 на контролируемом участке фиксируется режим трёхфазного КЗ.

При двухфазном КЗ на контролируемом участке токи в повреждённых фазах по абсолютным значениям будут примерно равны, а ток в неповреждённой фазе будет равен току нагрузки. Такая ситуация приведёт к выполнению только одного из условий 1, 2 и 3 соответственно, только один из блоков 5, 6 и 7 сформирует выходной сигнал. Это приведёт к появлению выходного сигнала на выходе блока 8, при этом максимальное действующее значение токов фаз будет больше, чем уставка, заданная в блоке 10, и на выходе блока 9 появится сигнал. Блок 11 идентифицирует данный режим как двухфазное КЗ. Аналогичная ситуация произойдёт при режиме наложения аварий, когда на параллельной линии произойдёт двухфазное КЗ, а на рассматриваемой линии двухфазное КЗ, с замыкаемыми фазами, отличными от замыкаемых фаз на параллельной линии.

При трёхфазном КЗ на защищаемом участке токи в фазах по действующим значениям будут примерно равны, что приведёт к невыполнению условий 1, 2 и 3. При этом сигналы с блоков 5, 6 и 7 не будут сформированы. Это приведёт к тому, что выходной сигнал блока 8 не будет сгенерирован.

Максимальное действующее значение тока КЗ превысит уставку, заданную в блоке 10. При этом блок 11 определит данный режим как режим трёхфазного КЗ.

При наложении аварий, когда на параллельной линии близкое двухфазное КЗ, а на контролируемом участке удалённое трёхфазное, будут выполняться два условия из 1, 2 и 3 соответственно два блока из 5, 6 и 7 сформируют выходной сигнал. При такой комбинации входных сигналов выходной сигнал с блока 8 не сформируется. При том, что выходной сигнал с блока 9 сгенерируется. Таким образом, данный режим идентифицируется как режим трёхфазного КЗ.

Работоспособность предлагаемого способа проверялась методом вычислительного эксперимента, с использованием математической модели сети 10 кВ и математической модели устройства, представленного выше. В результате вычислительного эксперимента подтверждена работоспособность способа.

Источники информации.

1. Патент ВУ 5111 С1, "Устройство адаптивной ступенчатой токовой защиты от междуфазных коротких замыканий", 2003.

2. Патент ВУ 15999 С1, "Устройство для токовой защиты от междуфазных коротких замыканий элементов электроэнергетических систем с односторонним питанием", 2006.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

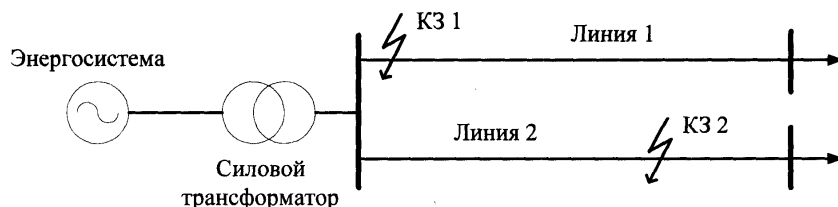
Способ определения вида короткого замыкания (КЗ) на линиях 6-35 кВ, при котором периодически фиксируют мгновенные значения токов фаз А, В и С, по которым вычисляют их действующие величины I_A , I_B , I_C , из рассчитанных действующих значений выделяют максимальное действующее значение $I_{\max} = \max(I_A; I_B; I_C)$ и проверяют выполнение условий

$$I_{\max} - I_A > K \cdot I_A,$$

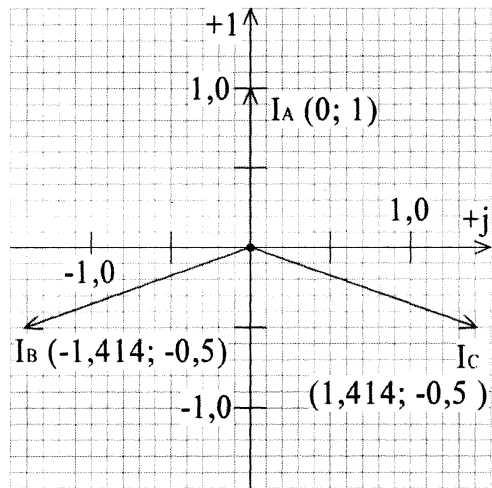
$$I_{\max} - I_B > K \cdot I_B,$$

$$I_{\max} - I_C > K \cdot I_C,$$

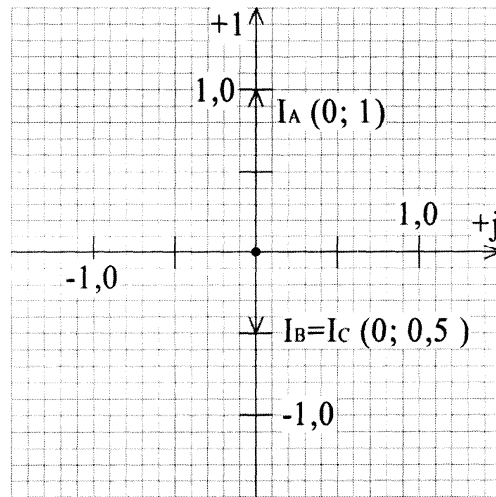
где $K=0,5$ - коэффициент, учитывающий наименьшую кратность тока в повреждённой фазе к току нагрузки, при котором обеспечивается фиксация несимметрии, при этом двухфазное КЗ фиксируют при выполнении только одного условия, а трёхфазное КЗ фиксируют при выполнении только двух или ни одного из условий.



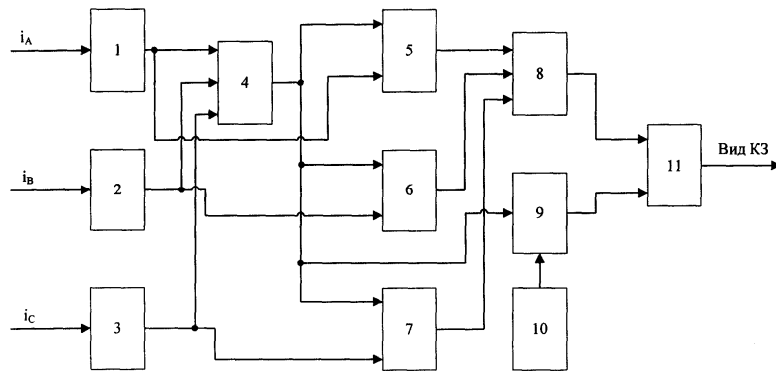
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4