

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **15999**

(13) **С1**

(46) **2012.06.30**

(51) МПК

H 02H 3/08 (2006.01)

H 02H 3/20 (2006.01)

(54)

**УСТРОЙСТВО ДЛЯ ТОКОВОЙ ЗАЩИТЫ
ОТ МЕЖДУФАЗНЫХ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
С ОДНОСТОРОННИМ ПИТАНИЕМ**

(21) Номер заявки: а 20100618

(22) 2010.04.23

(43) 2011.12.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Романюк Федор Алексеевич; Тишечкин Анатолий Артемович; Глинский Евгений Владимирович; Бобко Николай Николаевич; Булойчик Елена Васильевна (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) ВУ 5111 С1, 2003.

ВУ 11267 С1, 2008.

SU 1453496 А2, 1989.

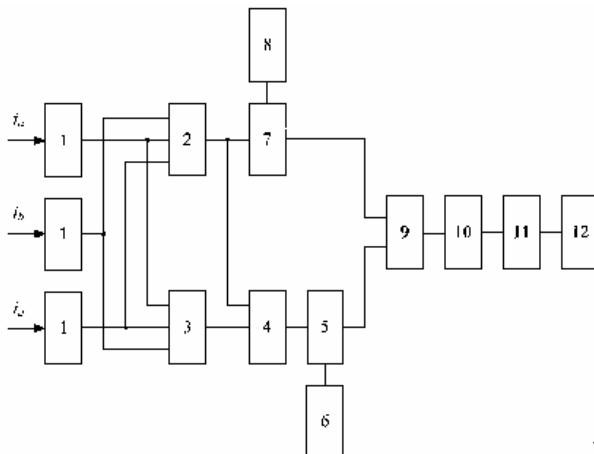
SU 1808160 А3, 1993.

SU 1686570 А2, 1991.

DE 3213793 А1, 1983.

(57)

Устройство для токовой защиты от междуфазных коротких замыканий элементов электроэнергетических систем с односторонним питанием, содержащее входные преобразователи тока, входы которых подключены к измерительным трансформаторам тока защищаемого объекта, блок выявления несимметрии токов фаз, первый и второй измерительные органы с блоками задания уставок, при этом блок выявления несимметрии токов фаз содержит максиселектор, миниселектор и сумматор, выход которого соединен со входом первого измерительного органа, входы максиселектора и миниселектора соединены с выходами входных преобразователей тока, выход максиселектора присоединен ко входу второго измерительного органа и к первому входу сумматора, ко второму входу которого подключен миниселектор; выходы первого и второго измерительных органов через логический элемент ИЛИ, орган выдержки времени, орган сигнализации соединены с исполнительным элементом, отключающим выключатель защищаемого объекта.



ВУ 15999 С1 2012.06.30

Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано в области релейной защиты электроэнергетических систем, а именно к устройствам для токовой защиты элементов электроэнергетических систем с односторонним питанием.

Известно устройство для токовой защиты от междуфазных коротких замыканий (КЗ), содержащее входные преобразователи тока, входы которых подключены к измерительным трансформаторам тока защищаемого объекта, а выходы соединены с входами максиселектора с присоединенным к его выходу входом измерительного органа (ИО) с блоком задания уставок, выход ИО через блок выдержки времени, блок сигнализации связан с исполнительным элементом блока отключения выключателя. В таких защитах с помощью максиселектора выделяется наибольший из токов фаз, за счет чего сокращается число ИО тока. Однако такие защиты имеют пониженную чувствительность к несимметричным КЗ из-за необходимости отстройки ИО от максимальных нагрузочных токов симметричных режимов работы с учетом самозапуска электродвигателей [1].

Известно также устройство для токовой защиты от междуфазных КЗ [2], содержащее входные преобразователи тока, блок выявления несимметрии токов фаз, выполненный как фильтр токов обратной последовательности, первый и второй измерительные органы с блоками задания уставок. В таких защитах один из измерительных органов (ИО2) включен на полный ток одной из фаз и реагирует на симметричные и несимметричные режимы работы, имея пониженную чувствительность к несимметричным повреждениям. Этот недостаток устраняется путем использования другого измерительного органа (ИО1), подключенного к выходу блока выявления несимметрии токов фаз и реагирующего на ток обратной последовательности, который практически отсутствует в симметричных режимах работы электроэнергетической системы. Неодинаковость амплитуд и фазовых углов токов из-за отклонений характеристик элементов системы и трансформаторов тока в отдельных фазах приводит к появлению на выходе блока выявления несимметрии тока небаланса, от которого ИО1 отстраивается соответствующим выбором тока срабатывания. При несимметричных КЗ появляется ток обратной последовательности, под действием которого ИО1 защиты поврежденного элемента срабатывает и отключает поврежденный элемент.

В качестве блока выявления несимметрии токов фаз используются фильтры токов обратной последовательности, содержащие частотозависимые элементы. Выходные сигналы таких фильтров могут значительно изменяться при эксплуатационных изменениях частоты в системе, изменениях величины и состава высших гармоник во входных токах, при коммутации силовых трансформаторов, вследствие насыщения трансформаторов тока и т.д. Все эти трудноучитываемые факторы могут являться причиной неселективных действий защиты, снижения чувствительности.

Наиболее близким к предлагаемому изобретению по технической сущности и достигаемому результату является устройство для адаптивной ступенчатой токовой защиты от междуфазных коротких замыканий [3], содержащее входные преобразователи тока, входы которых подключены к измерительным трансформаторам тока защищаемого объекта, а выходы соединены со входами максиселектора с присоединенными к его выходу входами измерительных органов с блоками задания уставок, выходы измерительных органов через органы выдержки времени, органы сигнализации и логическую схему ИЛИ связаны с исполнительным элементом, отключающим выключатель защищаемого объекта; содержит миниселектор, блок выявления несимметрии токов фаз и пороговый элемент, причем входы миниселектора соединены с выходами входных преобразователей тока, а выходы миниселектора и максиселектора через блок выявления несимметрии токов фаз связаны с пороговым элементом для воздействия на блоки задания уставок измерительных органов.

В таких защитах с помощью максиселектора и миниселектора выделяются наибольший $I_{\text{макс}}$ и наименьший $I_{\text{мин}}$ из выпрямленных токов фаз, по значениям которых определяется относительная несимметрия токов фаз линии по выражению: $\Delta I = (I_{\text{макс}} - I_{\text{мин}}) / I_{\text{макс}}$,

таким образом, контролируется момент наступления режима несимметричных поврежденных и автоматически изменяются токи срабатывания измерительных органов ступенчатой защиты. Ток срабатывания МТЗ отстраивается от полного тока нагрузки несимметричного режима, что обуславливает недостаточную чувствительность защиты к несимметричным КЗ.

Задача, решаемая изобретением, состоит в повышении чувствительности к несимметричным коротким замыканиям, когда токи нагрузки линии соизмеримы по величине с токами КЗ.

Поставленная задача решается тем, что в устройстве для токовой защиты от междуфазных коротких замыканий элементов электроэнергетических систем с односторонним питанием, содержащем входные преобразователи тока, входы которых подключены к измерительным трансформаторам тока защищаемого объекта, блок выявления несимметрии токов фаз, первый и второй измерительные органы с блоками задания уставок; блок выявления несимметрии токов фаз содержит максиселектор, миниселектор и сумматор, выход которого соединен со входом первого измерительного органа, входы максиселектора и миниселектора соединены с выходами входных преобразователей тока, выход максиселектора присоединен ко входу второго измерительного органа и к первому входу сумматора, ко второму входу которого подключен миниселектор, выходы первого и второго измерительных органов через логический элемент ИЛИ, орган выдержки времени, орган сигнализации соединены с исполнительным элементом, отключающим выключатель защищаемого объекта.

Использование для выполнения блока выявления несимметрии токов фаз максиселектора, миниселектора и сумматора позволяет отстроиться от симметричных режимов работы, включая самозапуск электродвигателей, а при несимметричных внешних двухфазных КЗ осуществить частичную компенсацию токов нагрузки, что способствует повышению чувствительности защиты к несимметричным КЗ. В симметричных режимах работы разность выходных сигналов максиселектора и миниселектора невелика и практически не зависит от изменений частоты и уровня высших гармоник во входных токах.

При несимметричных двухфазных КЗ в неповрежденной фазе защищаемой линии протекает только ток нагрузки I_H , а в поврежденных фазах ток нагрузки накладывается на ток КЗ, увеличивая полный ток одной фазы и уменьшая другой. Токи нагрузки в каждой фазе в два раза меньше по величине и противоположны по знаку току нагрузки в неповрежденной фазе.

Миниселектор выделяет наименьший из токов всех трех фаз, то есть ток нагрузки I_H в неповрежденной фазе, а максиселектор - наибольший из токов поврежденных фаз, который равен векторной сумме тока короткого замыкания и тока нагрузки в поврежденных фазах $I_H/2$. В сумматоре определяется разность выходных сигналов максиселектора и миниселектора, и, таким образом, выходной сигнал этого блока $\Delta I = \left| I_{КЗ} + \frac{I_H}{2} \right| - |I_H|$ имеет значительную величину, под действием сигнала ИО1 срабатывает и с заданной выдержкой времени отключает выключатель.

В случае несимметричных двухфазных КЗ на смежных элементах системы во всех фазах защищаемой линии протекают только токи нагрузки, различающиеся между собой в общем случае не только по величине, но и по фазе. На выходе сумматора формируется сигнал ΔI , равный разности модулей наибольшего и наименьшего значений токов нагрузки фаз. По модулю ΔI не превышает $I_H/2$ и уменьшается по мере удаления точки несимметричного КЗ.

Таким образом, при несимметричных КЗ входные сигналы, подводимые к ИО1 защит неповрежденных элементов системы, значительно меньше аналогичного сигнала, подводимого к ИО1 защиты поврежденного элемента, что обуславливает высокую чувствительность защиты к несимметричным КЗ.

Таким образом, при несимметричных КЗ входные сигналы, подводимые к ИО1 защит неповрежденных элементов системы, значительно меньше аналогичного сигнала, подводимого к ИО1 защиты поврежденного элемента, что обуславливает высокую чувствительность защиты к несимметричным КЗ.

На фигуре приведена функциональная схема устройства для токовой защиты от междуфазных КЗ элементов электроэнергетических систем с односторонним питанием.

Устройство содержит входные преобразователи 1 тока, подключаемые к измерительным трансформаторам тока, выходы которых подсоединены ко входам максиселектора 2 и миниселектора 3, выходы максиселектора 2 и миниселектора 3 подключены ко входам сумматора 4, к выходу сумматора 4 подключен первый измерительный орган 5 с блоком 6 задания уставок, к выходу максиселектора 2 присоединен второй измерительный орган 7 с блоком 8 задания уставок, выходы первого 5 и второго 7 измерительных органов через логический элемент 9 ИЛИ, орган 10 выдержки времени, орган 11 сигнализации связаны с исполнительным элементом 12, отключающим выключатель защищаемого объекта.

Максиселектор 2 и миниселектор 3 предназначены для выделения максимального I_{\max} и минимального I_{\min} значений из токов i_a, i_b, i_c фаз защищаемого объекта, а сумматор 4 - для формирования сигнала $\Delta I = I_{\max} - I_{\min}$.

Измерительные органы 5, 7 максимального тока сравнивают соответственно значение токов ΔI и I_{\max} с уставками, задаваемыми в блоках 6, 8 уставок.

Орган 10 с зависимой от тока или независимой от тока характеристикой выдержки времени служит для задания уставок по времени срабатывания, выбираемого по условию селективности с защитами смежных линий по известной методике.

Орган 11 сигнализации служит для фиксации срабатывания защиты. Исполнительный элемент 12 блока отключения выключателя представляет собой усилительное звено и реализует сигналы защиты.

Все блоки и элементы схемы могут быть выполнены по известным схемам на базе средств аналоговой или цифровой техники.

Наиболее целесообразно для реализации устройства использовать серийно выпускаемые промышленностью микроконтроллеры (микроЭВМ).

Устройство работает следующим образом. Входные токи i_a, i_b, i_c от измерительных трансформаторов тока поступают на входы преобразователей 1 тока, выходные сигналы которых пропорциональны токам I_A, I_B, I_C . Максиселектор 2 и миниселектор 3 выделяют из токов I_A, I_B, I_C соответственно наибольшее I_{\max} и наименьшее I_{\min} значения.

В сумматоре 4 определяется текущее значение несимметрии ΔI токов фаз $\Delta I = I_{\max} - I_{\min}$, которое затем в ИО1 5 сравнивается с уставкой, задаваемой в блоке 6. В нормальном режиме, при симметричной перегрузке, самозапуске электродвигателей, а также при трехфазных КЗ сигнал на выходе сумматора 4 незначителен и не превышает уставку срабатывания ИО1, так как в этих режимах выходные сигналы максиселектора и миниселектора примерно равны. В этих режимах происходит сравнение во втором измерительном органе ИО2 тока I_{\max} с уставкой, которая рассчитывается по известной методике исходя из наиболее неблагоприятных условий симметричного нагрузочного режима. Если I_{\max} превышает значение уставки, на выходе ИО2 появляется сигнал, который через логическую схему 9 ИЛИ, орган 10 выдержки времени, орган 11 сигнализации воздействует на исполнительный элемент 12, который отключает выключатель защищаемого объекта.

При несимметричных междуфазных КЗ на защищаемой линии, к которым ИО2 имеет пониженную чувствительность, на выходе сумматора 4 появляется сигнал

$$\Delta I = I_{\max} - I_{\min} = \left| I_{K3} + \frac{I_H}{2} \right| - |I_H|$$
, под действием которого ИО1 срабатывает и с заданной выдержкой времени, выбираемой по условию селективности со смежными защитами, отключает выключатель.

В случае несимметричных двухфазных КЗ на смежных (параллельных) элементах системы во всех фазах защищаемой линии протекают только токи нагрузки, различающиеся между собой в общем случае не только по величине, но и по фазе. На выходе сумматора 4 формируется сигнал ΔI , равный разности модулей наибольшего и наименьшего значений

ВУ 15999 С1 2012.06.30

токов нагрузки фаз. По величине ΔI не превышает $\Delta I_H/2$ и уменьшается при удалении точки несимметричного КЗ.

Источники информации:

1. Гельфанд Я.С. Релейная защита распределительных сетей. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - С. 192-196.
2. Гимоян Г.Г. Релейная защита горных электроустановок. - М.: Недра, 1978. - С. 213-215, 23-25.
3. Патент ВУ5111, МПК Н 02Н 3/08, 3/20, 2003.