

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ

(19) **ВУ** (11) **5111**

(13) **С1**

(51)⁷ **Н 02Н 3/08, 3/20**



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(54) **УСТРОЙСТВО ДЛЯ АДАПТИВНОЙ СТУПЕНЧАТОЙ ТОКОВОЙ ЗАЩИТЫ ОТ МЕЖДУФАЗНЫХ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ**

(21) Номер заявки: а 19990360

(22) 1999.04.12

(46) 2003.06.30

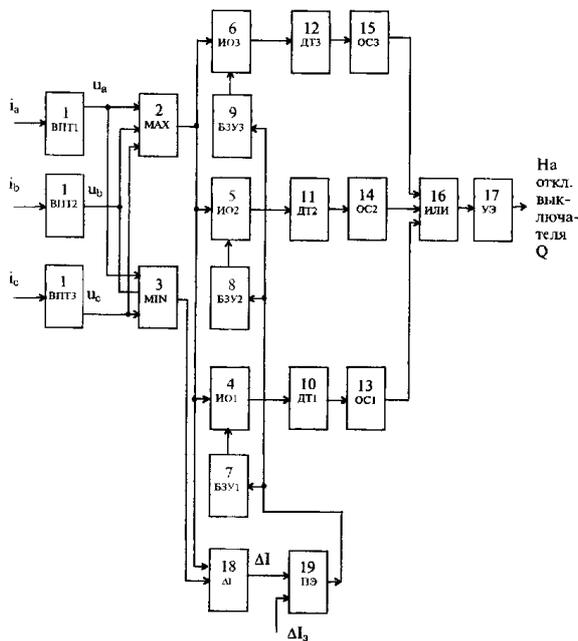
(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

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

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

(57)

Устройство для адаптивной ступенчатой токовой защиты от междуфазных коротких замыканий, содержащее входные преобразователи тока, входы которых подключаются к измерительным трансформаторам тока защищаемого объекта, а выходы соединены с 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, **отличающаеся** тем, что 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.



ВУ 5111 С1

BY 5111 C1

(56)

Гельфанд Я.С. Релейная защита распределительных сетей. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - С.192-196.

SU 1686570 A2, 1991.

SU 1728914 A1, 1992.

SU 1173476 A, 1985.

SU 1238187 A1, 1986.

SU 1309149 A1, 1987.

SU 1453496 A2, 1989.

RU 2015599 C1, 1994.

EP 0026731 A1, 1981.

Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано в области релейной защиты электроэнергетических систем.

Известны устройства ступенчатых токовых защит от междуфазных коротких замыканий (КЗ), содержащие в общем случае три ступени: первая ступень - токовая отсечка (ТО) с небольшим обычно нерегулируемым временем срабатывания; вторая ступень - токовая отсечка с выдержкой времени (ТОВ), третья ступень - максимальная токовая защита (МТЗ). В зависимости от конкретных условий применения может использоваться одна, две или все три ступени защиты. Измерительными органами (ИО) всех ступеней являются реле максимального тока, включенные на полные токи фаз защищаемого объекта [1, 2].

Такие защиты содержат большое количество ИО и имеют меньшую чувствительность к несимметричным повреждениям, чем к симметричным, что в конечном счете ограничивает область их применения.

Наиболее близким к предлагаемому по технической сущности и достигаемому результату является ступенчатая односистемная токовая защита [3], содержащая входные преобразователи тока, входы которых подключены к измерительным трансформаторам тока защищаемого объекта, а выходы соединены с входами максиселектора с присоединенными к его выходу входами измерительных органов с блоками задания уставок этих органов, выходы измерительных органов через органы выдержки времени, органами сигнализации и логическую схему ИЛИ, связанные с исполнительным элементом, отключающим выключатель защищаемого объекта.

В таких защитах с помощью максиселектора выделяется наибольший $I_{\text{макс}}$ из выпрямленных токов фаз, за счет чего резко сокращается число ИО тока. Однако такие защиты имеют пониженную чувствительность к несимметричным КЗ. Чувствительность защит, оцениваемая как отношение минимального тока КЗ (обычно двухфазного) к току срабатывания ИО при известных величинах токов КЗ, определяется током срабатывания $I_{\text{ср}}$ ИО. Токи срабатывания ИО всех ступеней выбираются по наиболее тяжелым условиям симметричного режима [2, 3]. Ток срабатывания ИО ТО выбирается по условию отстройки от максимального значения тока трехфазного КЗ $I_{\text{КЗмакс}}^{(3)}$ в конце защищаемого участка по известному выражению

$$I_{\text{ср1}}^I = \frac{K_{\text{отс}} K_{\text{сх}}}{n_{\text{ТТ}}} I_{\text{КЗмакс}}^{(3)} \quad (1)$$

Ток срабатывания МТЗ выбирается по условию отстройки от максимальных нагрузочных токов $I_{\text{н.макс}}$ с учетом перегрузок и самозапуска электродвигательной нагрузки по формуле

$$I_{\text{ср1}}^I = \frac{K_{\text{отс}} K_{\text{сх}} K_{\text{сз}}}{K_{\text{В}} n_{\text{ТТ}}} I_{\text{н.макс}}^{(3)}, \quad (2)$$

где $K_{\text{отс}}$, $K_{\text{сх}}$, $K_{\text{В}}$, $n_{\text{ТТ}}$ - соответственно коэффициенты отстройки, схемы, возврата и трансформации измерительных трансформаторов тока;

ВУ 5111 С1

$k_{сз}$ - коэффициент самозапуска электродвигательной нагрузки. Его величина определяется характером нагрузки и ориентировочно может достигать значений 2,5.

Задача, решаемая изобретением, - повышение чувствительности защиты к несимметричным КЗ.

Эта задача решается за счет того, что устройство для адаптивной ступенчатой токовой защиты от междуфазных коротких замыканий, содержащее входные преобразователи тока, входы которых подключаются к измерительным трансформаторам тока защищаемого объекта, а выходы соединены с 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, дополнительно введены 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.

Введение в схему защиты миниселектора, блока выявления несимметрии токов фаз и порогового элемента позволяет повысить чувствительность защиты к несимметричным КЗ за счет выделения наименьшего значения $I_{\text{мин}}$ из токов фаз защищаемого объекта и определения значения несимметрии ΔI токов фаз по выражению:

$$\Delta I = \frac{I_{\text{макс}} - I_{\text{мин}}}{I_{\text{макс}}} \quad (3)$$

При такой реализации защиты можно контролировать момент наступления режима несимметричного повреждения и соответствующим образом автоматически уменьшать токи срабатывания ИО ступенчатой защиты. В нормальном режиме, перегрузках, самозапуске электродвигателей и при симметричных КЗ значение ΔI невелико и токи срабатывания ИО ступеней защиты определяются по формулам 1, 2 по условию отстройки от соответствующего симметричного режима. В момент наступления режима несимметричного повреждения $I_{\text{ср}}$ ИО ступеней защиты автоматически уменьшаются в соответствии с формулами 4, 5. В формулах 4, 5 ток срабатывания ИО ТО отстраивается от максимального значения тока несимметричного (как правило двухфазного) КЗ в конце защищаемой линии, что приводит к уменьшению тока срабатывания ИО этой ступени.

$$I_{\text{ср}2}^I = \frac{K_{\text{отс}} K_{\text{сх}}}{n_{\text{ТТ}}} I_{\text{КЗмакс}}^{(2)} \quad (4)$$

Ток срабатывания МТЗ отстраивается от максимальных нагрузочных токов $I_{\text{нес}}$ при возникновении несимметричного режима работы в сети без учета самозапуска электродвигательной нагрузки, который является симметричным режимом и сопровождается протеканием практически одинаковых токов во всех фазах защищаемого объекта

$$I_{\text{ср}2}' = \frac{K_{\text{отс}} K_{\text{сх}}}{n_{\text{ТТ}}} I_{\text{нес}} \quad (5)$$

Ток $I_{\text{ср}}$ ориентировочно в 2,5-4 раза уменьшается, что приводит к значительному повышению чувствительности третьей ступени к несимметричным КЗ.

На чертеже приведена функциональная схема устройства для адаптивной трехступенчатой токовой защиты от междуфазных КЗ.

Устройство содержит входные преобразователи тока 1 (ВПТ1, ВПТ2, ВПТ3), подключаемые к измерительным трансформаторам тока, выходы которых подсоединены к входам максиселектора 2 (МАХ) и миниселектора 3 (МИН), а выход максиселектора 2 подключен к входам измерительных органов 4, 5, 6 (ИО1, ИО2, ИО3) соответственно для первой, второй и третьей ступеней защиты с блоками задания уставок 7, 8, 9 ИО (БЗУ1, БЗУ2, БЗУ3), выходы измерительных органов через органы выдержки времени 10, 11, 12 (ДТ1, ДТ2,

ВУ 5111 С1

ДТЗ), органы сигнализации 13, 14, 15 (ОС1, ОС2, ОС3) и логическую схему 16 (ИЛИ) связаны с исполнительным элементом 17 (УЭ), отключающим выключатель защищаемого объекта, а выходы миниселектора и максиселектора через блок выявления несимметрии токов фаз 18 (АИ) связаны с пороговым элементом 19 (ПЭ), для воздействия на блоки 7, 8, 9 изменения уставок ИО 4, 5, 6 ступеней защиты.

Входные преобразователи тока 1 преобразует токи от измерительных трансформаторов тока фаз А, В, С защищаемого объекта в пропорциональные им выпрямленные напряжения и содержат промежуточные трансформаторы с экраном между первичной и вторичной обмоткой для повышения помехоустойчивости и выпрямительные мосты. В качестве ВПТ могут быть использованы и другие известные устройства аналогичного назначения.

Макси- и миниселекторы 2, 3 предназначены для выделения максимального I_{\max} и минимального I_{\min} значений из токов i_a, i_b, i_c защищаемого объекта и могут быть выполнены по известным схемам.

Измерительные органы максимального тока 4, 5, 6 соответственно для первой, второй и третьей ступеней защиты с одной сравниваемой величиной сравнивают значение тока I_{\max} с выхода максиселектора 2 с уставками для каждой ступени защиты, задаваемыми в блоках уставок 7, 8, 9.

Блоки задания уставок 7, 8, 9 позволяют выполнять ручное и автоматическое регулирование уставок по току срабатывания ИО ступеней защиты. Органы выдержки времени 10, 11, 12 служат для задания уставок по времени срабатывания каждой ступени защиты, а органы сигнализации 13, 14, 15 для фиксации срабатывания каждой ступени защиты.

Блок выявления несимметрии токов фаз 18 позволяет определить несимметрию токов фаз ΔI защищаемого объекта в соответствии с формулой 3 по значениям максимального и минимального значений токов фаз защищаемого объекта, а пороговое устройство 19, выполненное по схеме двухвходового компаратора, сравнивает значение текущей несимметрии токов фаз с заданным значением ΔI_3 .

Максиселекторы и миниселекторы, ИО, БЗУ, ДТ, ОС, ΔI , ПЭ могут быть выполнены по всем известным схемам на базе средств аналоговой или цифровой вычислительной техники. Наиболее целесообразно для реализации устройства использовать серийно выпускаемые промышленностью микроконтроллеры, имеющие в своем составе таймеры, систему прерываний, постоянное запоминающее устройство для хранения промежуточных результатов вычислений, репрограммируемое запоминающее устройство для хранения уставок по току и времени срабатывания ступеней защиты, устройства ввода-вывода для подключения исполнительного элемента и других внешних устройств.

Исполнительный элемент 17 представляет собой усилительный каскад на транзисторе, в цепь коллектора которого включено выходное реле.

Устройство работает следующим образом. Входные токи i_a, i_b, i_c от измерительных трансформаторов тока поступают на входы преобразователей тока 1, которые выполняют также функцию гальванического разделения цепей контролируемых сигналов и устройства. С выходов преобразователей 1 сигналы u_a, u_b, u_c подаются на входы максиселектора 2 и миниселектора 3, которые выделяют из токов i_a, i_b, i_c соответственно наибольшее I_{\max} и наименьшее значение I_{\min} . По значениям I_{\max} и I_{\min} в блоке 18 определяется текущее значение несимметрии ΔI токов фаз, которое затем в пороговом элементе 19 сравнивается с уставкой ΔI_3 . В нормальном режиме, при симметричной перегрузке, самозапуске электродвигательной нагрузки, и также при трехфазных КЗ $\Delta I < \Delta I_3$ и сигнал на выходе порогового устройства 19 отсутствует. В этих режимах в ИО ступеней происходит сравнение тока I_{\min} с уставками $I_{y1}', I_{y1}'', I_{y1}'''$ ИО ступеней защиты, которые рассчитаны по формулам 1, 2, исходя из условий наиболее неблагоприятного симметричного режима. Если I_{\max} меньше уставки соответствующей ступени защиты, то на выходе ИО данной ступени сигнал отсутствует. В варианте, когда I_{\max} превышает значение уставки на выходе ИО данной ступени

ВУ 5111 С1

пени, появляется сигнал, который с выдержкой времени, задаваемой в органе выдержки времени ДТ, через логическую схему ИЛИ воздействует на исполнительный элемент 17, который отключает выключатель защищаемого объекта.

При несимметричных междуфазных КЗ, к которым известны ступенчатые токовые защиты имеют пониженную чувствительность, $\Delta I > \Delta I_3$ и на выходе порогового устройства 19 появляется сигнал, который воздействует на блоки 7, 8, 9 задания уставок ИО ступеней защиты таким образом, что значения уставок ступеней уменьшаются до значений I_{y2}' , I_{y2}'' , I_{y2}''' , предварительно рассчитанных по формулам 4, 5. Таким образом, если I_{\max} превышает одно или все значения I_{y2}' , I_{y2}'' , I_{y2}''' , то на выходе одного или всех ИО ступеней появляются сигналы, которые вызывают отключение выключателя Q с заданной выдержкой времени.

После исчезновения несимметричного режима $\Delta I < \Delta I_3$ сигнал на выходе блока 19 исчезает, а ИО ступеней защиты переходят к сравнению значений I_{\max} с уставками I_{y1}' , I_{y1}'' , I_{y1}''' , выбранными по условиям симметричного режима работы.

Источники информации:

1. Федосеев А.М. Релейная защита электрических систем. - М.: Энергия, 1976. - С. 52-56, 61-64, 66-71.

2. Гельфанд Я.С. Релейная защита распределительных сетей. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - С. 92-96, 203.

3. Гельфанд Я.С. Релейная защита распределительных сетей. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - С. 192-196.

4. Федосеев А.М., Федосеев М.А. Релейная защита электрических систем. - М.: Энергоатомиздат, 1992. - С. 168-170.