

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **11267**

(13) **С1**

(46) **2008.10.30**

(51) МПК (2006)

H 02H 3/08

H 02H 3/20

(54)

**УСТРОЙСТВО ТОКОВОЙ НАПРАВЛЕННОЙ ЗАЩИТЫ
ОТ МЕЖДУФАЗНЫХ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ**

(21) Номер заявки: а 20070115

(22) 2007.02.06

(43) 2008.10.30

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

(72) Авторы: Тишечкин Анатолий Артемович; Романюк Федор Алексеевич; Гурьянчик Олег Александрович (ВУ)

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

(56) ГЕЛЬФАНД Я.С. Релейная защита распределительных сетей. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - С. 232-234.

ВУ 5111 С1, 2003.

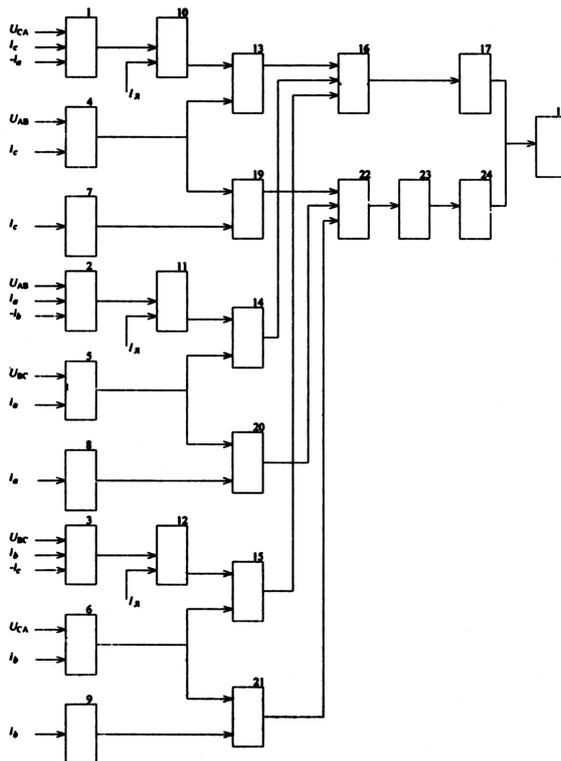
SU 1173476 А, 1985.

SU 1116488 А, 1984.

SU 1238187 А1, 1986.

(57)

Устройство токовой направленной защиты от междуфазных коротких замыканий, характеризующееся тем, что содержит блоки измерения тока и направления мощности каждой фазы, входы которых подключены к соответствующим измерительным трансформаторам тока и напряжения защищаемой линии, а соответствующие выходы через первый, второй и третий логические элементы И, логический элемент ИЛИ, блок выдержки



ВУ 11267 С1 2008.10.30

времени и блок сигнализации соединены со входом блока отключения выключателя защищаемого объекта; блоки определения расстояния до места короткого замыкания каждой фазы, первый, второй и третий пороговые элементы, четвертый, пятый и шестой логические элементы И, второй логический элемент ИЛИ и второй блок сигнализации, причем входы блоков определения расстояния до места короткого замыкания подключены к соответствующим измерительным трансформаторам тока и напряжения защищаемой линии, а соответствующие выходы через первый, второй и третий пороговые элементы соединены с первыми входами четвертого, пятого и шестого логических элементов И, вторые входы которых соединены с соответствующими выходами блоков измерения направления мощности, а выходы через второй логический элемент ИЛИ и второй блок сигнализации соединены со входом блока отключения выключателя защищаемого объекта.

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

Известно устройство максимальной токовой направленной защиты от междуфазных коротких замыканий, выполняемое обычно с независимой характеристикой выдержки времени [1], содержащее измерительные органы тока и направления мощности, входы которых подключены к измерительным трансформаторам тока и напряжения, а выходы через логические элементы И, ИЛИ, орган выдержки времени и орган сигнализации связаны с исполнительным элементом, отключающим выключатель защищаемого объекта. Измерительными органами защиты являются реле максимального тока, включаемые на полные токи фаз защищаемого объекта, и направления мощности, включаемые на полные токи фаз и междуфазные напряжения обычно по так называемой 90-градусной схеме [2].

Недостатком известного устройства является то, что такая защита отключает КЗ по всей длине линии с большими выдержками времени, особенно на головных участках сети. Кроме того, для ускорения отключения короткого замыкания в общем случае применяются три ступени: первая ступень - токовая отсечка без выдержки времени; вторая - токовая отсечка с относительно небольшой выдержкой времени; третья - максимальная токовая направленная защита (МТЗ) со значительной выдержкой времени, особенно большой на головных участках сети. Такая защита имеет значительное число измерительных органов тока и недостаточную защитоспособность первых двух ступеней.

Наиболее близким к предлагаемому изобретению по технической сущности и достигаемому результату является устройство ступенчатой токовой направленной защиты [3], содержащее измерительные органы тока и направления мощности, входы которых подключены к измерительным трансформаторам тока и напряжения, а выходы через логические элементы И, ИЛИ, орган выдержки времени и орган сигнализации связаны с исполнительным элементом, отключающим выключатель защищаемого объекта.

Задача, решаемая изобретением, - уменьшение числа измерительных органов тока и повышение защитоспособности при сохранении высокого быстродействия.

Поставленная задача решается устройством токовой направленной защиты от междуфазных коротких замыканий, характеризующимся тем, что содержит блоки измерения тока и направления мощности каждой фазы, входы которых подключены к соответствующим измерительным трансформаторам тока и напряжения защищаемой линии, а соответствующие выходы через первый, второй и третий логические элементы И, логический элемент ИЛИ, блок выдержки времени и блок сигнализации соединены со входом блока отключения выключателя защищаемого объекта; блоки определения расстояния до места короткого замыкания каждой фазы, первый, второй и третий пороговые элементы, четвертый, пятый и шестой логические элементы И, второй логический элемент ИЛИ и второй блок сигнализации, причем входы блоков определения расстояния до места короткого замыкания подключены к соответствующим измерительным трансформаторам

ВУ 11267 С1 2008.10.30

тока и напряжения защищаемой линии, а соответствующие выходы через первый, второй и третий пороговые элементы соединены с первыми входами четвертого, пятого и шестого логических элементов И, вторые входы которых соединены с соответствующими выходами блоков измерения направления мощности, а выходы через второй логический элемент ИЛИ и второй блок сигнализации соединены со входом блока отключения выключателя защищаемого объекта.

Введение в схему защиты блока определения расстояния до точки КЗ $I_{КЗ}$ и порогового элемента позволяет уменьшить число ИОТ защиты и повысить защитоспособность при сохранении высокого быстродействия за счет определения расстояния до точки КЗ по следующему выражению:

$$I_{КЗ} = \frac{u}{r_{уд}i + L_{уд}i'}, \quad (1)$$

где u , i , i' - соответственно междуфазное напряжение контура КЗ, разность фазных токов этого контура и первая производная этого тока; $r_{уд}$, $L_{уд}$ - удельные активное сопротивление и индуктивность защищаемой линии.

В пороговом элементе производится сравнение $I_{КЗ}$ с длиной линии l_L . Если КЗ находится в пределах защищаемой линии $I_{КЗ} < l_L$, то его можно отключить без выдержки времени. Если повреждение расположено за пределами защищаемой линии $I_{КЗ} > l_L$, то его следует отключать с выдержкой времени третьей ступени (МТЗ), выбранной по условию согласования выдержек времени защит сети.

Расстояние до точки КЗ может быть определено достаточно точно за счет исключения влияния изменений сопротивления питающих систем, силовых трансформаторов, и, таким образом, КЗ на значительной части длины линии (приблизительно 70...90 % l_L в зависимости от точности определения $I_{КЗ}$) могут быть отключены без выдержки времени.

Из-за погрешностей в определении $I_{КЗ}$ для обеспечения селективной работы устройства в пороговом элементе сравнение $I_{КЗ}$ нужно производить не с фактической длиной линии l_L , а с увеличенной длиной $k_H l_L$. Величина этого коэффициента зависит от точности определения $I_{КЗ}$ и может быть снижена путем учета всех или части влияющих факторов.

Таковыми факторами являются: погрешности измерительных трансформаторов, погрешности расчета, наличие переходных сопротивлений в месте повреждения, точность задания удельных параметров линии $r_{уд}$, $L_{уд}$ и т.д.

При необходимости расчет $I_{КЗ}$ может выполняться не по формуле (1), а по более сложным формулам, позволяющим повысить точность расчета.

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

Устройство содержит блоки 1, 2, 3 определения расстояния до места повреждения, измерительные блоки 4, 5, 6 мощности, измерительные блоки 7, 8, 9 тока, подключенные к измерительным трансформаторам тока на фазные токи i_a , i_b , i_c , а блоки 1, 2, 3 - на разность фазных токов $(i_c - i_a)$, $(i_a - i_b)$, $(i_b - i_c)$. К измерительным трансформаторам напряжения на междуфазные напряжения U_{ab} , U_{bc} , U_{ca} подключены блоки 4, 5, 6 и блоки 1, 2, 3. Выходы блоков 1, 2, 3 подключены к входам пороговых элементов 10, 11, 12, выходы которых вместе с выходами измерительных блоков 4, 5, 6 через логические элементы И2 13, 14, 15 и логический элемент ИЛИ2 16, блок 17 сигнализации связаны с исполнительным элементом 18. Выходы блоков 7, 8, 9 и блоков 4, 5, 6 каждой фазы через логические элементы И1 19, 20, 21, логический элемент ИЛИ1 22, блок 23 выдержки времени, блок 24 сигнализации связаны с исполнительным элементом 18, отключающим выключатель защищаемого объекта.

Блоки 1, 2, 3 определения расстояния $I_{КЗ}$ от места установки защиты до точки КЗ позволяют определить расстояние до точки КЗ в соответствии с формулой (1).

Блоки 4, 5, 6 мощности с двумя подведенными величинами, включаемые по любой известной схеме, определяют направление мощности в каждой фазе. При КЗ на защищаемой

ВУ 11267 С1 2008.10.30

и последующих линиях на выходе этих блоков появляется сигнал. При обратном направлении мощности (КЗ "за спиной" защиты) сигнал на выходе этих блоков отсутствует.

Блоки 7, 8, 9 с одной сравниваемой величиной измеряют значение полного тока фазы и сравнивают данное значение с уставкой МТЗ, выбираемой по условию отстройки от максимальных нагрузочных токов I_{Hmax} с учетом перегрузок и самозапуска электродвигателей нагрузки по формуле:

$$I_{C3}^{III} = \frac{k_{отс} k_{сз}}{k_B} I_{Hmax},$$

где $k_{отс}$, k_B , $k_{сз}$ - соответственно коэффициенты отстройки, возврата и самозапуска электродвигательной нагрузки.

Блок 23 выдержки времени служит для задания уставок по времени срабатывания МТЗ, выбираемого по условию селективности с защитами смежных линий по известной методике.

Блоки 17, 24 сигнализации служат для фиксации срабатывания защиты без выдержки времени или с выдержкой времени.

Исполнительный элемент 18 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. Токи фаз i_a , i_b , i_c от измерительных трансформаторов тока защищаемой линии поступают на входы блоков 4, 5, 6, 7, 8, 9, а на входы блоков 1, 2, 3 подаются разности фазных токов $(i_a - i_b)$, $(i_b - i_c)$, $(i_c - i_a)$. От измерительных трансформаторов напряжения на входы блоков 1, 2, 3, 4, 5, 6 подводятся междуфазные напряжения U_{ab} , U_{bc} , U_{ca} .

В нормальном режиме, при перегрузках или самозапуске электродвигателей в зависимости от направления мощности в фазах защищаемой линии на выходах блоков 4, 5, 6 могут существовать сигналы, а сигналы на выходах блоков 7, 8, 9 каждой фазы отсутствуют, так как токи в фазах линии меньше токов срабатывания I_{C3}^{III} , рассчитываемых по формуле (2). На выходах пороговых элементов 10, 11, 12 сигналы также отсутствуют, поскольку при отсутствии повреждения расстояния $l_{КЗ}$, определяемые в блоках 1, 2, 3, больше длины защищаемой линии l_L . Сигналы на выходах логических элементов 13, 14, 15, 19, 20, 21, 16, 22 и исполнительного элемента 18 отсутствуют.

При междуфазных КЗ на защищаемой линии срабатывают блоки 4, 5, 6 направления мощности. При увеличении токов, превышающих значения I_{C3}^{III} , срабатывают блоки 7, 8, 9, и сигналы через логические элементы 19, 20, 21, 22 поступают на блок 23 выдержки времени. Если расстояние до точки КЗ, рассчитываемое в блоках 1, 2, 3, $l_{КЗ} < k_H l_L$, то в зависимости от вида междуфазного КЗ на выходах одного или всех пороговых элементов 10, 11, 12 появляются сигналы, которые через логические элементы 13, 14, 15, 16, блок 17 сигнализации поступают на исполнительный элемент 18. Выключатель поврежденной линии отключается без выдержки времени. При КЗ в конце защищаемой линии или за ее пределами, когда $l_{КЗ} > k_H l_L$, сигналы на выходах пороговых элементов 10, 11, 12 отсутствуют, но есть сигнал на входе блока 23 выдержки времени. По истечении заданной выдержки времени, выбираемой по условию селективности с защитами смежных линий, на выходе блока 23 появляется сигнал, который через блок 24 сигнализации поступает на исполнительный элемент 18. Выключатель линии отключается с выдержкой времени.

При КЗ "за спиной" защиты (при обратном направлении мощности КЗ) на выходах одного или всех измерительных блоков тока и пороговых элементов могут появляться

ВУ 11267 С1 2008.10.30

сигналы. Однако сигнал на исполнительный элемент не поступает, так как сигналы на выходах всех блоков направления мощности отсутствуют.

Источники информации:

1. Федосеев А.М. Релейная защита электрических систем. - М.: Энергия, 1976. - С. 154-159.
2. Федосеев А.М., Федосеев М.А. Релейная защита электроэнергетических систем. - М.: Энергоатомиздат, 1992. - С. 223-231.
3. Гельфанд Я.С. Релейная защита распределительных сетей. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - С. 232-234.