

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **038734**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.10.12

(51) Int. Cl. **H02H 3/04** (2006.01)
H02J 3/00 (2006.01)

(21) Номер заявки
202091086

(22) Дата подачи заявки
2020.04.28

(54) **УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ ОТ ОДНОФАЗНЫХ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ В
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ**

(31) **2020/0219.1**

(56) RU-C1-2629374
KR-A-20190128920
US-B2-9400302
CN-B-104251959

(32) **2020.04.01**

(33) **KZ**

(43) **2021.10.08**

(96) **KZ2020/026 (KZ) 2020.04.28**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ДМИТРИЧЕНКО ВИКТОР
ИВАНОВИЧ (KZ)**

(72) Изобретатель:
**Дмитриченко Виктор Иванович,
Омирзаков Нагым Туймебайулы (KZ)**

(74) Представитель:
Авхадиева Ф.Р. (KZ)

(57) Изобретение относится к области энергетики, а именно к распределительным электросетям, работающим с изолированной, резистивно-компенсированной или резистивно-заземленной нейтралью, и предназначено для защиты от однофазных замыканий на землю (ОЗЗ) в электрических сетях 6-10 кВ. Устройство защиты от однофазных замыканий на землю в электрических сетях содержит выключатель, датчик тока нулевой последовательности отходящего фидера, фазоопределяющий модуль, реле напряжения, согласующий блок, исполнительное реле и датчик напряжения нулевой последовательности, выполненный из RC-гасителя, входы которого подключены к электросети, а выходы соединены в общую точку и заземлены через трансформатор тока, причем вторичная обмотка трансформатора тока присоединена посредством согласующего блока к входу дополнительно введенного регистратора сигналов и к входу реле напряжения, при этом выход реле напряжения подключен к входу фазоопределяющего модуля и к входу регистратора сигналов. Преимуществом устройства защиты от однофазных замыканий на землю являются расширенные функциональные возможности, обеспечивающие безопасную и надежную работу электрических сетей 6-10 кВ при любых видах ОЗЗ и с режимами нейтрали кроме компенсированных.

038734 B1

038734 B1

Изобретение относится к области энергетики, а именно к распределительным электросетям, работающим с изолированной, резистивно-компенсированной или резистивно-заземленной нейтралью, и предназначено для защиты от однофазных замыканий на землю (ОЗЗ) в электрических сетях 6-10 кВ.

Известны защиты от однофазных замыканий на землю ЗЗП-1М, ЗЗН, содержащие трансформатор тока нулевой последовательности, согласующий трансформатор, схему ограничения, усилитель переменного тока, фазочувствительный усилитель, исполнительный орган в каждом отходящем фидере и измерительный трансформатор напряжения. Устройства представляют собой направленную защиту в сетях с режимом нейтрали кроме компенсированного, селективно срабатывающую при металлических и устойчивых дуговых замыканиях, в том числе в электросетях с малыми значениями емкостных токов замыканий на землю. (<http://bmrz-zakharov.narod.ru/2012/OZZ.htm> - дата обращения 15.09.2019 г.; Шабад М.А. Защита от однофазных замыканий на землю в сетях 6-35 кВ. Конспект лекций. Санкт-Петербург, ПЭИПК, 2001. - 52 с.).

К недостаткам аналогов следует отнести ложные срабатывания защиты при перемежающихся дуговых замыканиях, а также большие погрешности и ненадежная работа измерительных трансформаторов напряжения, используемых в защитах и уязвимых к феррорезонансным перенапряжениям при ОЗЗ в электросети, и как следствие, снижение эффективности электроснабжения.

Наиболее близким по техническому решению, принятому в качестве прототипа, является устройство селективной защиты от замыканий на землю в электрических сетях, содержащее трансформатор тока нулевой последовательности, подключенный через фазосдвигающий элемент, выпрямитель и пороговый элемент к усилителю, датчик напряжения нулевой последовательности, соединенный через подстроечный резистор с землей, исполнительное реле, контакты которого включены в цепь выключателя, и второй усилитель. При этом датчик напряжения нулевой последовательности выполнен из диодов, соединенных между собой по схеме ЗВ, и подключен к фазам контролируемой сети. Введение высоковольтного трехфазного выпрямителя вместо измерительного трансформатора напряжения обеспечивает определение с высокой точностью фазы (угла) между векторами напряжения нулевой последовательности и тока нулевой последовательности в поврежденном фидере. В случае возникновения ОЗЗ, при котором ток нулевой последовательности в поврежденном фидере направлен от шин к месту повреждения (в неповрежденных фидерах направления токов противоположное), исполнительное реле посредством обоих усилителей включается с действием на отключение поврежденного фидера или на сигнал (патент RU № 58269, МПК H02N 3/00 (2006.01), опубликовано: 10.11.2006, бюл. № 31).

К недостаткам прототипа следует отнести следующее:

отсутствие функции ограничения коммутационных перенапряжений, инициирующих ОЗЗ, а также их регистрации с целью определения при последующем анализе источников перенапряжений;

снижение электробезопасности из-за отсутствия гальванической развязки между высоковольтным выпрямителем и остальными элементами устройства;

сложность и дороговизна применения выпрямителя, выполненного по схеме ЗВ на каждом отходящем фидере.

Указанные недостатки снижают надежность и безопасность работы электросетей, усложняют и повышают стоимость защиты от ОЗЗ, что значительно снижает эффективность электроснабжения.

Задача изобретения - создание простого и недорогого устройства защиты от однофазных замыканий на землю, обеспечивающего безопасную и надежную работу электрических сетей с расширенными функциональными возможностями и высокую эффективность электроснабжения.

Технический результат заключается в повышении эффективности защиты от ОЗЗ путем расширения функциональных возможностей ограничения и регистрации коммутационных перенапряжений, упрощении и удешевлении устройства за счет установки одного на секцию шин электросети датчика напряжения нулевой последовательности, выполненного из RC-гасителя, а также в повышении безопасности созданием гальванической развязки с электросетью включением трансформатора тока между RC-гасителем и остальными элементами устройства.

Для достижения технического результата устройство защиты от однофазных замыканий на землю в электрических сетях, содержащее выключатель, датчик тока нулевой последовательности отходящего фидера, датчик напряжения нулевой последовательности, фазоопределяющий модуль, реле напряжения, согласующий блок и исполнительное реле, согласно изобретению, датчик напряжения нулевой последовательности выполнен из RC-гасителя, входы которого подключены к электросети, а выходы соединены в общую точку и заземлены через трансформатор тока, причем вторичная обмотка трансформатора тока присоединена посредством согласующего блока к входу дополнительно введенного регистратора сигналов и к входу реле напряжения, при этом выход реле напряжения подключен к входу фазоопределяющего модуля и к входу регистратора сигналов.

Предлагаемое изобретение поясняется чертежом.

На фигуре представлена блок-схема устройства защиты от однофазных замыканий на землю в электрических сетях, где:

1 - электросеть,

2 - отходящий фидер,

- 3 - выключатель,
- 4 - датчик тока нулевой последовательности (ТНП),
- 5 - фазоопределяющий модуль,
- 6 - исполнительное реле,
- 7 - RC-гаситель,
- 8 - реле напряжения,
- 9 - согласующий блок,
- 10 - трансформатор тока,
- 11 - регистратор сигналов.

В электросети 1 каждый из отходящих фидеров 2 содержит выключатель 3, датчик ТНП 4, подключенный вторичной обмоткой к входу фазоопределяющего модуля 5, выход которого соединен с исполнительным реле 6, управляющим выключателем 3. При этом общим для всех отходящих фидеров 2, подключенных непосредственно к электросети 1, является подключенный входами к электросети 1 RC-гаситель 7 и выходами, соединенными в общую точку, заземленный через трансформатор тока 10. Причем вторичная обмотка трансформатора тока 10 присоединена посредством согласующего блока 9 с регистратором сигналов 11 и входом реле напряжения 8, имеющим временную характеристику, выходы которого соединены с входом фазоопределяющего модуля 5 и входом регистратора сигналов 11.

Предлагаемое изобретение работает следующим образом.

В нормальном режиме работы электросети 1 без коммутационных перенапряжений и ОЗЗ отходящие фидеры 2 при включенном выключателе 3 обеспечивают электроснабжение потребителей, а датчики ТНП 4, RC-гаситель 7 и трансформатор тока 10, отстроенные от токов небаланса, находятся под напряжением в исходном состоянии. Также в готовности функционировать при появлении коммутационных перенапряжений или ОЗЗ находятся фазоопределяющий модуль 5, исполнительное реле 6, реле напряжения 8, согласующий блок 9 и регистратор сигналов 11.

Возникновение коммутационных перенапряжений в электросети 1 сопровождается тем, что в RC-гасителе 7 и трансформаторе тока 10 появляется импульс тока, преобразуемый затем в согласующем блоке 9 в импульс напряжения. Поскольку длительность коммутационного перенапряжения не превышает, как правило, 10 мс (одна полуволна основной гармоники), а уставка времени задержки в реле напряжения 8 значительно превышает указанную длительность, то сигнал о возникшем коммутационном перенапряжении только фиксируется в регистраторе сигналов 11 и не проявляется в других элементах устройства.

Появление ОЗЗ в электросети 1 приводит к тому, что в RC-гасителе 7, представляющим, в сущности, неповрежденный отходящий фидер, также как и через емкости в неповрежденных фидерах, появляется ток нулевой последовательности, который проходя через трансформатор тока 10 и его вторичную обмотку, преобразуется затем в согласующем блоке 9 в напряжение нулевой последовательности U_0 . При этом ее фаза совпадает, по определению, с фазой тока от датчика ТНП 4 неповрежденного фидера. Затем сигнал U_0 , превышающий уставку в реле напряжения 8, определяемую небалансами тока в RC-гасителе 7, и с задержкой на длительность переходного процесса при ОЗЗ, как правило, на 20-40 мс, поступает в фазоопределяющий модуль 5. Одновременно и синхронно с этим процессом поступает сигнал от датчика ТНП 4 и сравнивается в фазоопределяющем модуле 5 с фазой сигнала U_0 . При этом их взаимное противофазное состояние указывает на поврежденный фидер и сформированный таким образом сигнал от фазоопределяющего модуля 5 приходит на исполнительное реле 6 с последующим действием на сигнал или на отключение выключателем 3 поврежденного фидера. Причем сигнал U_0 поступает также на регистратор сигналов 11, фиксирующий факт ОЗЗ в электросети 1.

Сравнительный анализ предлагаемого устройства с прототипом показывает следующее.

1) Использование RC-гасителя 7 в качестве датчика напряжения нулевой последовательности U_0 основывается на абсолютном подобии его с неповрежденными отходящими фидерами электросети 1, токи в датчиках ТНП которых совпадают по фазе с указанным напряжением нулевой последовательности U_0 . При этом применение RC-гасителя 7, одного на секцию шин электросети, вместо высоковольтного трехфазного выпрямителя, который устанавливается на каждом отходящем фидере, значительно упрощает и удешевляет защиту от ОЗЗ в электросетях.

2) Обоснование в предлагаемом устройстве дополнительной функции ограничения и регистрации коммутационных перенапряжений, возникающих в электросети 1 по ряду причин, заключается в их проявлении в первую очередь в RC-гасителе 7. При этом по сравнению с ограничителями перенапряжений нелинейными (ОПН), имеющими весьма высокий уровень срабатывания, RC-гаситель 7 ограничивает даже незначительные по величине коммутационные перенапряжения и опасные высшие гармоники. Таким образом обеспечивается повышение надежности работы устройства и электросети в целом. (<http://www.exctr.ru/product/energetika/zahchita-elektrooborudovaniya-6-10kv-otperenapryazheniy/>).

3) Введение в устройство регистратора сигналов 11 позволяет фиксировать во времени факты появления и ограничения коммутационных перенапряжений. Это способствует при последующем анализе выявлению источников перенапряжений с целью принятия предупредительных мер по недопущению перенапряжений и повышению надежности работы электросети.

4) Повышение уровня электробезопасности, создаваемое предлагаемым устройством, заключается в том, что трансформатор тока 10 создает гальваническую развязку между высоковольтной электросетью 1 с подключенным к ней напрямую RC-гасителем 7 и, соответственно, остальными низковольтными элементами устройства.

Представленный анализ подтверждает повышение эффективности электроснабжения при применении простого и недорогого в реализации устройства защиты электросетей от ОЗЗ с расширенными функциональными возможностями ограничения и регистрации возникающих коммутационных перенапряжений и обеспечивающим безопасность работы электросети, а также доказывает новизну и значительные преимущества предлагаемого устройства по сравнению с прототипом при любых видах ОЗЗ.

Для функционирования предлагаемого устройства могут применяться выпускаемые промышленностью RC-гасители, измерительные трансформаторы тока катушечные типа ТКЛ, трансформаторы тока нулевой последовательности типа ТЗЛ и ТЗР, а также широко применяемые в электроэнергетике оборудование, приборы и элементы релейных защит и систем регистрации сигналов.

Таким образом, преимуществом предлагаемого изобретения является простое и недорогое устройство защиты от однофазных замыканий на землю с расширенными функциональными возможностями, обеспечивающее безопасную и надежную работу электрических сетей напряжением 6-10 кВ при любых видах ОЗЗ и с режимами нейтрали кроме компенсированных и высокую эффективность электроснабжения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Устройство защиты от однофазных замыканий на землю в электрических сетях, содержащее выключатель, датчик тока нулевой последовательности отходящего фидера, фазоопределяющий модуль, реле напряжения, согласующий блок, исполнительное реле и датчик напряжения нулевой последовательности, отличающееся тем, что датчик напряжения нулевой последовательности выполнен из RC-гасителя, входы которого подключены к электросети, а выходы соединены в общую точку и заземлены через трансформатор тока, причем вторичная обмотка трансформатора тока присоединена посредством согласующего блока к входу дополнительно введенного регистратора сигналов и к входу реле напряжения, при этом выход реле напряжения подключен к входу фазоопределяющего модуля и к входу регистратора сигналов.

