

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 168498

УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ СРЕДНЕГО КЛАССА НАПРЯЖЕНИЯ ОТ ОДНОФАЗНЫХ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет" (RU)*

Авторы: *Абрамович Борис Николаевич (RU), Сычев Юрий Анатольевич (RU), Пеленев Денис Николаевич (RU)*

Заявка № 2016144542

Приоритет полезной модели 14 ноября 2016 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре полезных

моделей Российской Федерации 07 февраля 2017 г.

Срок действия исключительного права

на полезную модель истекает 14 ноября 2026 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев





**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2016144542, 14.11.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
14.11.2016

Дата регистрации:
07.02.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 14.11.2016

(45) Опубликовано: 07.02.2017 Бюл. № 4

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный
университет", отдел интеллектуальной
собственности и трансфера технологий (отдел
ИС и ТТ)

(72) Автор(ы):

**Абрамович Борис Николаевич (RU),
Сычев Юрий Анатольевич (RU),
Пеленев Денис Николаевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет" (RU)**

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2422964C1, 27.06.2011. RU
2578123C1, 20.03.2016. EP 0267500A1,
18.05.1988.

**(54) УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ СРЕДНЕГО КЛАССА НАПРЯЖЕНИЯ
ОТ ОДНОФАЗНЫХ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ**

(57) Реферат:

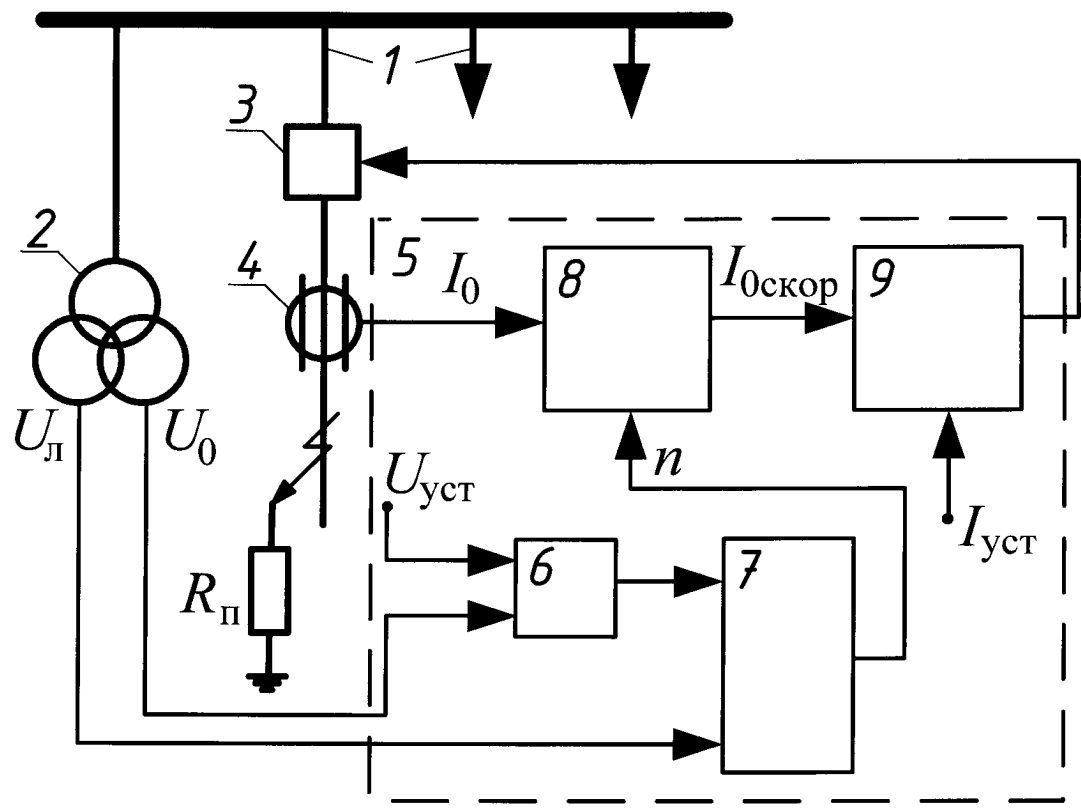
Полезная модель относится к электроэнергетике и может быть использована в электрических сетях напряжением 6-35 кВ, работающих с изолированной или резистивно-заземленной нейтралью при однофазных замыканиях на землю (ОЗЗ) через переходное сопротивление.

Технический результат достигается тем, что устройство защиты электрических сетей среднего класса напряжения от однофазных замыканий на

землю дополнительно снабжено пороговым органом защиты по напряжению нулевой последовательности, по первому входу которого задана уставка на пропускание сигнала по напряжению нулевой последовательности, второй его вход связан с вторичной обмоткой измерительного трансформатора напряжения, а выход подключен к входу модуля вычисления коэффициента неполноты замыкания.

RU 168 498 U1

RU 168 498 U1



Фиг. 1

Полезная модель относится к электроэнергетике и может быть использована в электрических сетях напряжением 6-35 кВ, работающих с изолированной или резистивно-заземленной нейтралью при однофазных замыканиях на землю (ОЗЗ) через переходное сопротивление.

5 Известно устройство токовой защиты от ОЗЗ для сетей с изолированной, резистивно-заземленной и заземленной через дугогасящий реактор нейтралью (Маврицын А.М., Петров О.А. Электроснабжение угольных разрезов. - М.: Недра, 1977. - 184 с), реагирующее на уровень высших гармонических составляющих тока замыкания на землю в установившемся режиме. Существует два способа определения поврежденного
10 присоединения: абсолютного замера, основанного на измерении абсолютного уровня гармоник отходящих присоединений и сравнение его с уставкой на срабатывание, и относительного замера, заключающегося в сравнении уровней гармоник присоединений и нахождении наибольшего уровня. Надежное функционирование этого устройства защиты возможно только при высоком уровне и стабильности естественных гармоник
15 в сети.

Недостатком устройства защиты является низкая чувствительность и высокая вероятность отказа в срабатывании при ОЗЗ в условиях наличия переходного сопротивления $R_{\text{п}}$ в месте замыкания на землю ввиду того, что переходное
20 сопротивление в значительной степени снижает уровень высших гармонических составляющих в токах нулевой последовательности защищаемых линий.

Известно устройство направленной токовой защиты от ОЗЗ, основанное на контроле направления мощности нулевой последовательности в установившемся режиме (Кискачи В.М. Селективная чувствительная защита от замыканий на землю в сетях с малыми емкостными токами типа ЗЗП-1 // Электрические станции. - 1966. - №3. - С. 66-71). В
25 основу этого устройства защиты заложен принцип контроля фазовых соотношений между векторами тока и напряжения нулевой последовательности для поврежденных и неповрежденных линий сети.

Недостатком данного устройства защиты является низкая селективность действия при замыкании фазы на землю через переходное сопротивление, которое, несмотря на
30 то, что не искажает фазовых соотношений между векторами тока и напряжения нулевой последовательности, однако снижает их значение, что зачастую является причиной неработоспособности данного устройства защиты в условиях эксплуатации.

Известно устройство ненаправленной токовой защиты от ОЗЗ для сетей с изолированной и резистивно-заземленной нейтралью (Федосеев А.М. Релейная защита электроэнергетических систем. Релейная защита сетей. - М.: Энергоатомиздат, 1984),
35 основанное на контроле действующего значения тока нулевой последовательности защищаемого присоединения и состоящее из датчика тока нулевой последовательности и связанного с ним по входу релейного органа, который при превышении значения тока нулевой последовательности уставки на срабатывание, выбранной исходя из
40 режима глухого «металлического» замыкания, генерирует сигнал на отключение поврежденной линии.

Недостатком устройства защиты является его полная неработоспособность в условиях замыкания на землю через переходные сопротивления даже в десятки Ом, а также зависимость его работы от конфигурации электрической сети (доля собственного
45 емкостного тока линии в общем токе замыкания на землю), которая в значительной степени определяет границы применимости данного устройства.

Известно устройство токовой защиты от ОЗЗ для сетей с резистивно-заземленной нейтралью (Микрюков В.И. Устранение ложных отключений линий защитами от

однофазных замыканий на землю в распределительных сетях разрезов и карьеров. - Промышленная энергетика, 1981, №9, С. 41-43), принцип действия которого основан на увеличении суммарного тока замыкания на землю за счет создания дополнительного активного тока путем заземления нейтрали сети через высокоомный резистор. Такое решение позволит повысить чувствительность и расширить область селективного действия простых токовых защит при замыканиях на землю через переходные сопротивления в условиях непостоянства конфигурации сети.

Недостатком известного устройства защиты является отказы в функционировании в условиях замыкания фазы на землю через большие переходные сопротивления (свыше 2,5-3 кОм), вследствие того, что величина активной составляющей тока через резистор зависит от напряжения нулевой последовательности и будет меньше, чем ее значение, используемое при расчете и выборе уставок защит.

Известно устройство токовой защиты электрических сетей от однофазных замыканий на землю (варианты) (патент RU №2422964, опубл. 27.06.2011 г), принятое за прототип, позволяющее осуществлять адаптацию (подстройку) работы защиты к режиму замыкания. Принцип работы такого устройства заключается в оценке величины переходного сопротивления в месте ОЗЗ и последующей автоматической коррекции сигналов контролируемых токов нулевой последовательности защищаемых линий в соответствии с величиной R_{Π} .

Недостатком является отсутствие помехозащиты от небалансов по напряжению в электрической сети при нормальной ее работе, которые приводят к неселективному действию защиты.

Техническим результатом является обеспечение помехозащищенности известной токовой защиты от ОЗЗ в сетях 6-35 кВ с изолированной и резистивно-заземленной нейтралью за счет надежной отстройки от различного рода небалансов по напряжению, возникающих в электрической сети при ее эксплуатации.

Технический результат достигается тем, что устройство дополнительно снабжено пороговым органом защиты по напряжению нулевой последовательности, по первому входу которого задана уставка на пропускание сигнала по напряжению нулевой последовательности, второй его вход связан с вторичной обмоткой измерительного трансформатора напряжения, а выход подключен к входу модуля вычисления коэффициента неполноты замыкания.

Устройство защиты электрических сетей среднего класса напряжения от однофазных замыканий на землю поясняется следующей фигурой: фиг. 1 - устройство защиты электрических сетей среднего класса напряжения от однофазных замыканий на землю; где:

1 - защищаемые линии сети;

2 - измерительный трансформатор напряжения с двумя вторичными обмотками;

3 - автоматический выключатель;

4 - датчик тока нулевой последовательности, в виде фильтра тока нулевой последовательности или трансформатора тока нулевой последовательности;

5 - блок защиты линии;

6 - пороговый орган защиты по напряжению нулевой последовательности;

7 - модуль вычисления коэффициента неполноты замыкания на землю;

8 - модуль коррекции контролируемого тока нулевой последовательности;

9 - релейный орган защиты.

Устройство защиты электрических сетей среднего класса напряжения от однофазных замыканий на землю содержит (фиг. 1) блок защиты 5, в который входит модуль

коррекции контролируемого тока нулевой последовательности 8, первый вход которого подключен к датчику тока нулевой последовательности 4, установленному на защищаемой линии 1, второй его вход связан с выходом модуля вычисления коэффициента неполноты замыкания 7, а выход соединен с релейным органом 9. Также блок защиты 5 содержит релейный орган защиты 9, первый вход которого связан с выходом модуля 8, по второму его входу задана уставка на срабатывание защиты $I_{уст}$, а выход соединен с вторичными цепями автоматического выключателя 3. Кроме того, блок защиты 5 дополнительно снабжен пороговым органом защиты по напряжению нулевой последовательности 6, по первому входу которого задана уставка на пропускание сигнала по напряжению нулевой последовательности $U_{уст}$, второй его вход связан с вторичной обмоткой измерительного трансформатора напряжения 2, а выход подключен к входу модуля вычисления коэффициента неполноты замыкания 7. Первый вход модуля 7 связан с выходом порогового органа по напряжению нулевой последовательности 6, второй вход соединен с вторичной обмоткой измерительного трансформатора напряжения 2, а выход подключен ко второму входу модуля 8.

Устройство работает следующим образом. В нормальном режиме работы электрической сети при несимметрии параметров защищаемых линий 1 и появлении небаланса по напряжению нулевой последовательности с измерительного трансформатора напряжения 2 поступает сигнал виде U_0 на вход порогового элемента 6 блока защиты 5, в котором осуществляется операция сравнения его значения с уставкой на пропускание сигнала $U_{уст}$. Ввиду того, что уставка порогового органа защиты 6 выбрана, исходя из отстройки от возможной несимметрии в сети, сигнал с порогового органа не поступает на функциональный модуль 7 блока защиты 5. Таким образом, коррекции сигнала тока нулевой последовательности не происходит и функциональный модуль 9 блока защиты 5 не осуществляет генерацию сигнала на отключение автоматического выключателя 3 защищаемой линии 1, т.е. не происходит ложных срабатываний защиты по причине появления несимметрии сети в нормальном режиме работы. В режиме однофазного замыкания на землю защищаемой линии 1, происходящем через некоторую величину переходного сопротивления $R_{п}$, с трансформатора напряжения 2 поступают сигналы в виде U_0 и $U_{л}$ на входы порогового органа защиты 6 и функционального модуля вычисления коэффициента неполноты замыкания 7 блока защиты 5 соответственно. Пороговый элемент 6 осуществляет операцию сравнения напряжения нулевой последовательности с уставкой $U_{уст}$ и передает сигнал по напряжению нулевой последовательности на первый вход модуля 7. Функциональный модуль 7 выполняет операцию вычисления коэффициента неполноты замыкания на землю путем:

$$n = \frac{\sqrt{3}U_0}{U_{л}}$$

Сигнал с выхода модуля вычисления коэффициента неполноты замыкания 7 поступает на второй вход модуля коррекции контролируемого тока нулевой последовательности 8 блока защиты 5, на первый вход которого поступает сигнал с датчика тока нулевой последовательности 4 в виде I_0 . Функциональный модуль 8 осуществляет операция вычисления скорректированного тока нулевой последовательности путем:

$$I_{0\text{скор}} = \frac{I_0}{n}.$$

На вход модуля 9 блока защиты 5 поступает сигнал в виде скорректированного тока нулевой последовательности, где осуществляется сравнение $I_{0\text{скор}}$ с заданной уставкой на срабатывание защиты $I_{\text{уст}}$, выбранной, исходя из условий глухого «металлического» замыкания, при превышении которой осуществляется генерация сигнала на отключение автоматического выключателя 3 защищаемой линии 1.

(57) Формула полезной модели

Устройство защиты электрических сетей среднего класса напряжения от однофазных замыканий на землю, содержащее модуль вычисления коэффициента неполноты замыкания на землю, первый и второй входы которого подключены к измерительному трансформатору напряжения, модуль коррекции сигнала контролируемого тока нулевой последовательности защищаемой линии, первый вход которого связан с датчиком тока нулевой последовательности, второй его вход соединен с выходом функционального модуля вычисления коэффициента неполноты замыкания на землю, выход модуля автоматической коррекции тока нулевой последовательности соединен с первым входом релейного органа защиты, по второму входу которого задана уставка на срабатывание защиты, а выход связан с автоматическим выключателем защищаемой линии, отличающееся тем, что оно дополнительно снабжено пороговым органом защиты по напряжению нулевой последовательности, по первому входу которого задана уставка на пропускание сигнала по напряжению нулевой последовательности, второй его вход связан с вторичной обмоткой измерительного трансформатора напряжения, а выход подключен к входу модуля вычисления коэффициента неполноты замыкания.

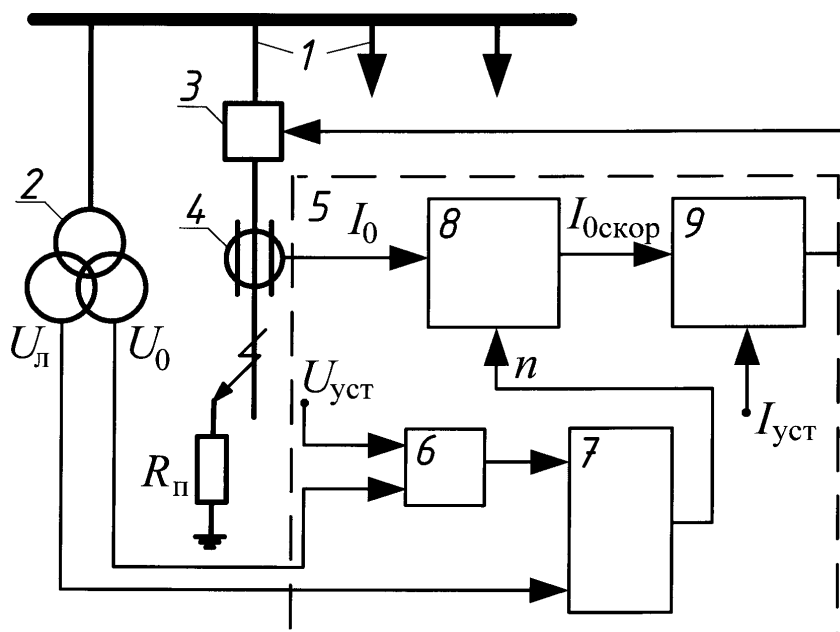
30

35

40

45

**УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ
СРЕДНЕГО КЛАССА НАПЯЖЕНИЯ ОТ ОДНОФАЗНЫХ
ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ**



Фиг. 1