

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ
№ 2821418

**УСТРОЙСТВО ДИСТАНЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ
ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ В СЕТИ С
РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИЕЙ**

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II" (RU)*

Авторы: *Устинов Денис Анатольевич (RU), Абу Ршид Аусар (RU)*

Заявка № **2023131514**

Приоритет изобретения **01 декабря 2023 г.**

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений
Российской Федерации **24 июня 2024 г.**

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает **01 декабря 2043 г.**

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Ю.С. Зубов





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
H02H 3/00 (2024.01); H02H 3/40 (2024.01)

(21)(22) Заявка: 2023131514, 01.12.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
01.12.2023

Дата регистрации:
24.06.2024

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 01.12.2023

(45) Опубликовано: 24.06.2024 Бюл. № 18

Адрес для переписки:
190106, Санкт-Петербург, 21 линия, В.О., 2,
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский ГУ, Иванов
Михаил Владимирович

(72) Автор(ы):

Устинов Денис Анатольевич (RU),
Абу Ршид Аисар (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет императрицы Екатерины II"
(RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2573595 C1, 20.01.2016. RU
2729197 C1, 05.08.2020. RU 203930 U1, 28.04.2021.
US 2012/0150460 A1, 14.06.2021. US 2009/0021878
A1, 22.01.2009.

(54) УСТРОЙСТВО ДИСТАНЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ В СЕТИ С РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИЕЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области релейной защиты элементов электрических систем. Технический результат заключается в повышении чувствительности дистанционной защиты к коротким замыканиям. Устройство может быть использовано в качестве ступени дистанционной защиты линии электропередачи с ответвлением, предназначенной для действия при коротких

замыканиях в системе с распределенной генерацией. Устройство содержит комплект элементов в противоположном конце защищаемой линии, для определения сопротивления, и блок анализирующий сигналы измерительных органов сопротивления комплекта элементов, установленных в месте установки защиты. 1 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
H02H 3/00 (2024.01); H02H 3/40 (2024.01)

(21)(22) Application: **2023131514, 01.12.2023**

(24) Effective date for property rights:
01.12.2023

Registration date:
24.06.2024

Priority:

(22) Date of filing: **01.12.2023**

(45) Date of publication: **24.06.2024** Bull. № 18

Mail address:

**190106, Sankt-Peterburg, 21 liniya, V.O., 2, FGBOU
VO Sankt-Peterburgskij GU, Ivanov Mikhail
Vladimirovich**

(72) Inventor(s):

**Ustinov Denis Anatolevich (RU),
Abu Rshid Aisar (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia «Sankt-Peterburgskii gornyi
universitet imperatritsy Ekateriny II» (RU)**

(54) **DEVICE FOR REMOTE PROTECTION OF POWER TRANSMISSION LINES IN NETWORK WITH DISTRIBUTED GENERATION**

(57) Abstract:

FIELD: electricity.

SUBSTANCE: invention relates to relay protection of electrical system elements. Device can be used as a stage for remote protection of a power transmission line with a branch, intended for action in case of short circuits in a distributed generation system. Device comprises a set of elements at the opposite end of the

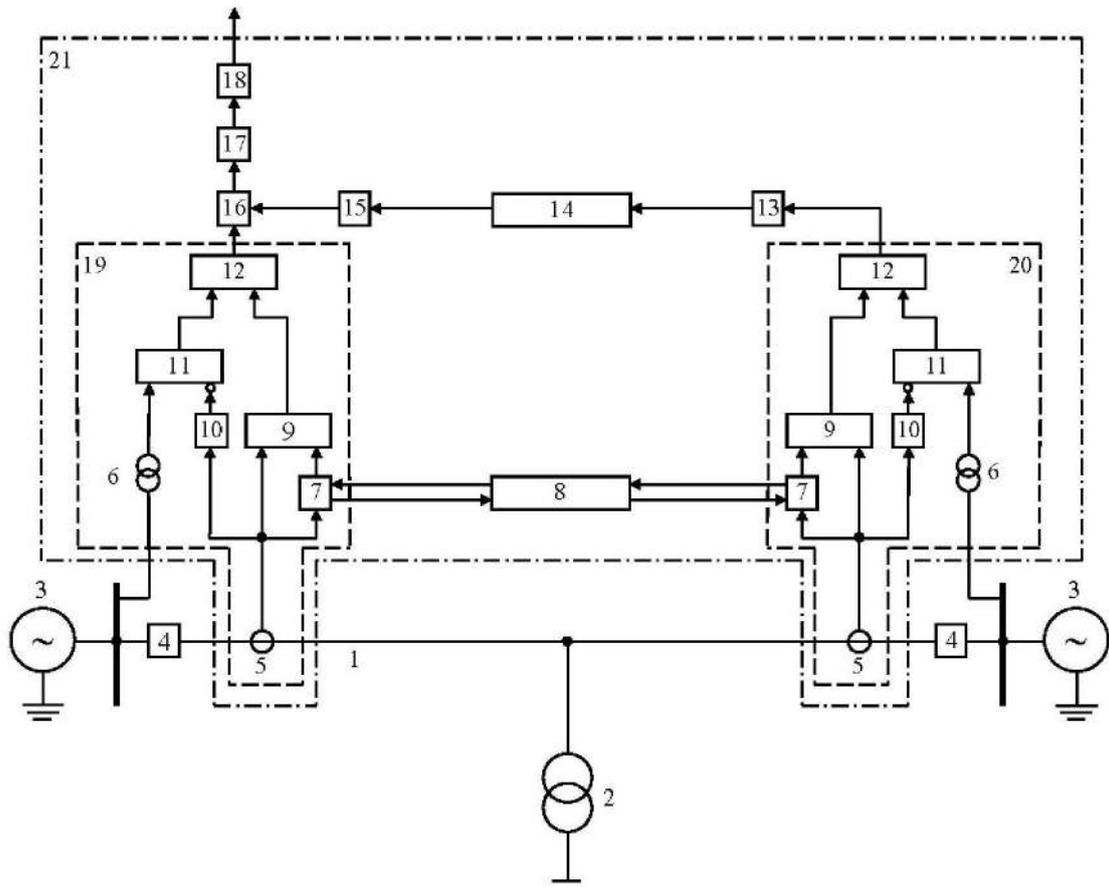
protected line to determine resistance, and a unit which analyses signals of resistance measuring elements of the set of elements installed at the protection installation point.

EFFECT: increased sensitivity of distance protection to short circuits.

1 cl, 1 dwg

RU 2 821 418 C1

RU 2 821 418 C1



Фиг.1

Изобретение относится к области релейной защиты элементов электрических систем. Устройство может быть использовано в качестве ступени дистанционной защиты линии электропередачи с ответвлением, предназначенной для действия при коротких замыканиях в системе с распределенной генерацией.

5 Известны устройства токовых защит линий электропередачи с ответвлениями (Чернобровов Н.В., Семенов В.А. Релейная защита энергетических систем. - М.: Энергоатомиздат, 1998, стр. 251), которые содержат реле тока, реле направления мощности, выходы которых соединены с логическими элементами, подающие сигналы на реле времени и исполнительные органы.

10 Недостатком указанных устройств является низкая чувствительность при коротких замыканиях за трансформатором ответвлений.

Недостатком устройств токовых защит является наличие реле тока только в месте установки защиты, что не позволяет учесть влияние дополнительных источников питания, наличие ответвлений и обеспечивает низкую чувствительность при коротких замыканиях за трансформаторами ответвлений.

15 Известно устройство дистанционной защиты линий электропередачи с ответвлениями (Чернобровов Н.В., Семенов В.А. Релейная защита энергетических систем. - М.: Энергоатомиздат, 1998, стр. 365), которое состоит из измерительного органа сопротивления, токовый вход которого соединен с трансформатором тока в месте установки защиты, а вход напряжения - с трансформатором напряжения системы шин в месте установки защиты. Выход измерительного органа сопротивления связан с входом органа выдержки времени, выход которого соединен с входом исполнительного органа. Выход исполнительного органа является выходом устройства в целом.

20 Недостатком является наличие измерительного органа сопротивления, получающего сигналы от трансформатора тока и трансформатора напряжения системы шин только в месте установки защиты, с одного конца линии.

25 Известно устройство дистанционной защиты линии электропередачи от повреждения (авторское свидетельство №754553, опубл. 11.08.1980), которое содержит измерительные трансформаторы тока и напряжения и дистанционный измерительный орган с одним входом по току и одним входом по напряжению, на выходе которого включен исполнительный орган, также дополнительно введены фильтры аварийной составляющей тока и напряжения, включенные соответственно между выходами указанных измерительных трансформаторов тока и напряжения и входами дистанционного измерительного органа.

30 Недостатком является наличие измерительного органа сопротивления, получающего сигналы от трансформатора тока и трансформатора напряжения системы шин в месте установки защиты, с одного конца линии.

35 Известно устройство дистанционной защиты (патент №2729197, опубл. 05.08.2020), которое содержит датчики тока и напряжения, блок управления выключателем, блок отсчета времени срабатывания, модель защищаемой сети, блок настройки, выход которого подключен к первому входу модели защищаемой сети, первый выход модели защищаемой сети соединен с входом блока отсчета времени, второй выход модели защищаемой сети соединен с первым входом блока настройки, выход блока отсчета времени соединен с входом блока управления выключателем, также дополнительно введен блок регистрации, первый вход которого соединен с выходами датчиков тока, второй вход блока регистрации соединен с выходами датчиков напряжения, первый выход блока регистрации соединен со вторым входом блока настройки, второй выход блока регистрации соединен со вторым входом модели защищаемой сети.

Недостатком является наличие измерительного органа сопротивления, получающего сигналы от трансформатора тока и трансформатора напряжения системы шин только в месте установки защиты, с одного конца линии.

Известно устройство дистанционной защиты (патент №203930, опубл. 28.04.2021),
5 которое содержит датчики тока и напряжения, блок управления выключателем, первый и второй блоки моделирования короткого замыкания, блок сравнения, первый вход которого соединен с выходом первой модели короткого замыкания, второй вход блока сравнения соединен с выходом второй модели короткого замыкания, а также снабжено блоком регистрации, дистанционным органом, блоком отсчета выдержки времени и
10 блоком индикации, первый вход блока регистрации соединен с выходом датчика тока, второй вход блока регистрации соединен с выходом датчика напряжения, выход блока регистрации соединен со входами первого и второго блоков моделирования короткого замыкания, вход дистанционного органа соединен с выходом блока сравнения, первый выход дистанционного органа подключен ко входу блока отсчета выдержки времени,
15 второй выход подключен ко входу блока индикации, выход блока отсчета выдержки времени подключен ко входу блока управления выключателем.

Недостатком является наличие измерительного органа сопротивления, получающего сигналы от трансформатора тока и трансформатора напряжения системы шин только в месте установки защиты, с одного конца линии.

Известно устройство для дистанционной защиты линии электропередачи с
20 ответвлением (патент № 2573595, опубл. 02.09.2014 г.) принято за прототип, содержит измерительный орган сопротивления, выход которого подключен к входу органа выдержки времени, соединенного с входом исполнительного органа, выход которого является выходом устройства. Дополнительно содержит канал связи между
25 подстанциями по концам линии, устройство передачи сигналов по каналу связи, устройство приема сигналов от канала связи, два сумматора, причем второй вход второго сумматора является инвертирующим, и преобразователь тока в напряжение. Вход устройства передачи сигналов подключен к трансформатору тока
30 противоположного конца линии, а выход связан с входом канала связи, выход которого связан с входом устройства приема сигналов, соединенного выходом со вторым входом первого сумматора, первый вход которого подключен к трансформатору тока линии в месте установки защиты, к которому также подключен вход преобразователя тока в напряжение, выход которого связан со вторым входом второго сумматора, первый
35 вход которого подключен к трансформатору напряжения системы шин в месте установки защиты, выход первого сумматора подключен к токовому входу измерительного органа сопротивления, а выход второго сумматора подключен к входу напряжения измерительного органа сопротивления.

Недостатком является наличие входного сигнала с противоположного конца
40 защищаемой линии в измерительный орган сопротивления только от трансформатора тока.

Техническим результатом является повышение чувствительности дистанционной защиты к коротким замыканиям.

Технический результат достигается тем, что устройство состоит из симметрично
45 установленного комплекта элементов, установленных в месте установки защиты и комплекта элементов, установленных в противоположном конце защищаемой линии, где комплект элементов, установленных в месте установки защиты и комплект элементов, установленных в противоположном конце защищаемой линии, включают трансформаторы тока линии установленные на защищаемой линии, выходы которых

соединены с входами устройств приема-передачи сигналов, первых сумматоров и преобразователей тока в напряжение, выходы преобразователей тока в напряжение соединены с инвертирующими входами второго сумматора, выходы трансформаторов напряжения систем шин соединены с входами вторых сумматоров, выходы с вторых сумматоров и первых сумматоров соединены с входами измерительных органов сопротивления, выходы и входы устройств приема-передачи сигналов соединены входами и выходами блока двухстороннего обмена информацией, выход измерительного органа сопротивления комплекта элементов, установленных в противоположном конце защищаемой линии, соединен с входом устройства передачи сигналов, выход которого соединен с входом блока одностороннего обмена информацией, выход которого соединен с входом устройства приема сигналов, выходы измерительного органа сопротивления комплекта элементов, установленных в месте установки защиты, и устройства приема сигналов соединены с входами блока нейронных сетей, выход которого соединен с входом органа выдержки времени, выход органа выдержки времени соединен со входом исполнительного органа, выход которого соединяется выходом устройства в целом», «блока нейронных сетей, анализирующего сигналы измерительных органов сопротивления комплекта элементов, установленных в месте установки защиты, и комплекта элементов, установленных в противоположном конце защищаемой линии, сравнивающего сигналы с характеристикой срабатывания и подающего сигнал на вход органа выдержки времени, если сигналы оказываются в области срабатывания защиты.

Устройство дистанционной защиты линий электропередач в сети с распределенной генерацией поясняется следующей фигурой:

фиг. 1 – общая схема устройства, где:

- 1 – защищаемая линия;
- 2 – ответвление от линии с трансформатором ответвления;
- 3 – источник питания;
- 4 – выключатель линии;
- 5 – трансформатор тока линии;
- 6 – трансформатор напряжения системы шин;
- 7 – устройство приема-передачи сигналов;
- 8 – блок двухстороннего обмена информацией;
- 9 – первый сумматор;
- 10 – преобразователь тока в напряжение;
- 11 – второй сумматор;
- 12 – измерительный орган сопротивления;
- 13 – устройство передачи сигналов;
- 14 – блок одностороннего обмена информацией;
- 15 – устройство приема сигналов;
- 16 – блок нейронных сетей;
- 17 – орган выдержки времени;
- 18 – исполнительный орган;
- 19 – комплект элементов, установленных в месте установки защиты;
- 20 – комплект элементов, установленных в противоположном конце защищаемой линии;
- 21 – устройство дистанционной защиты линий электропередач в сети с распределенной генерацией.

Устройство дистанционной защиты линий электропередач в сети с распределенной генерацией 21 состоит из симметрично установленного комплекта элементов,

установленных в месте установки защиты 19 и комплекта элементов, установленных в противоположном конце защищаемой линии 20. Комплект элементов, установленных в месте установки защиты 19 и комплект элементов, установленных в противоположном конце защищаемой линии 20 включают трансформаторы тока линии 5 установленные на защищаемой линии 1, выходы которых соединены с входами устройств приема-передачи сигналов 7, первых сумматоров 9 и преобразователей тока в напряжение 10. Выходы преобразователей тока в напряжение 10 соединены с инвертирующими входами второго сумматора 11, выходы трансформаторов напряжения систем шин 6 соединены с входами вторых сумматоров 11. Выходы с вторых сумматоров 11 и первых сумматоров 9 соединены с входами измерительных органов сопротивления 12. Выходы и входы устройств приема-передачи сигналов 7 соединены входами и выходами блока двухстороннего обмена информацией 8. Выход измерительного органа сопротивления 12 комплекта элементов, установленных в противоположном конце защищаемой линии 20, соединен с входом устройства передачи сигналов 13, выход которого соединен с входом блока одностороннего обмена информацией 14, выход которого соединен с входом устройства приема сигналов 15. Выходы измерительного органа сопротивления 12 комплекта элементов, установленных в месте установки защиты 19, и устройства приема сигналов 15 соединены с входами блока нейронных сетей 16, выход которого соединен с входом органа выдержки времени 17. Выход органа выдержки времени 17 соединен со входом исполнительного органа 18, выход которого соединяется выходом устройства в целом.

Устройство защиты работает следующим образом. На первый вход первого сумматора 9, входящего в состав комплекта элементов, установленных в месте установки защиты 19, подается ток от трансформатора тока линии 5 в месте установки защиты 19. Аналогично, на первый вход первого сумматора 9, входящего в состав комплекта элементов, установленных в противоположном конце защищаемой линии 20, подается ток от трансформатора тока линии 5 в противоположном конце защищаемой линии. На второй вход первого сумматора 9, входящего в состав комплекта элементов, установленных в месте установки защиты 19, через устройство приема-передачи сигналов 7 и блок двухстороннего обмена информацией 8 подается ток от трансформатора тока 5, входящего в состав комплекта элементов, установленных в противоположном конце защищаемой линии 20. Аналогично, на второй вход первого сумматора 9, входящего в состав комплекта элементов, установленных в противоположном конце защищаемой линии 20, через устройство приема-передачи сигналов 7 и блок двухстороннего обмена информацией 8 подается ток от трансформатора тока 5, входящего в состав комплекта элементов, установленных в месте установки защиты 19. Поэтому на токовые входы измерительных органов сопротивления 12, входящих в состав комплекта элементов, установленных в месте установки защиты 19, и в состав комплекта элементов, установленных в противоположном конце защищаемой линии 20, подаются токи, равные сумме токов по концам защищаемой линии 1:

$$I_{\text{защ}} = I_1 + I_2,$$

где I_1 - ток от трансформатора тока линии 5, входящего в состав комплекта элементов, установленных в месте установки защиты 19,

I_2 - ток от трансформатора тока линии 5, входящего в состав комплекта элементов, установленных в противоположном конце защищаемой линии 20.

На вход преобразователя тока в напряжение 10, входящего в состав комплекта элементов, установленных в месте установки защиты 19, подается ток от трансформатора тока линии 5, входящего в состав комплекта элементов, установленных в месте установки защиты 19. Коэффициент передачи преобразователя тока в напряжение 10, входящего в состав комплекта элементов, установленных в месте установки защиты 19, принимается равным сопротивлению защищаемой линии 1 от места установки комплекта элементов, установленных в месте установки защиты 19, до ответвления от линии с трансформатором ответвления от линии с трансформатором ответвления 2. Поэтому напряжение на выходе преобразователя тока в напряжение 10 будет равно падению напряжения от тока в месте комплекта элементов, установленных в месте установки защиты 19, на сопротивлении части защищаемой линии 1. Это напряжение подается на второй вход второго сумматора 11, а на его первый вход подводится напряжение от трансформатора напряжения системы шин 6, входящего в состав комплекта элементов, установленных в месте установки защиты 19. Поэтому к входу напряжения измерительного органа сопротивления 12, входящего в состав комплекта элементов, установленных в месте установки защиты 19, подводится напряжение, равное:

$$U_{\text{защ.1}} = U_{\text{ш.1}} - I_1 * Z_{\text{л.1}},$$

где $U_{\text{защ.1}}$ - напряжение на втором входе первого измерительного органа сопротивления 12 входящего в состав комплекта элементов, установленных в месте установки защиты 19;

$U_{\text{ш.1}}$ - напряжение трансформатора напряжения системы шин 6, входящего в состав комплекта элементов, установленных в месте установки защиты 19;

$Z_{\text{л.1}}$ - сопротивление части защищаемой линии 1 от места установки комплекта элементов, установленных в месте установки защиты 19, до места ответвления от линии с трансформатором ответвления 2.

Измерительный орган сопротивления 12, входящего в состав комплекта элементов, установленных в месте установки защиты 19, реагирует на величину сопротивления, равную:

$$Z_{\text{защ.1}} = \frac{U_{\text{ш.1}} - I_1 * Z_{\text{л.1}}}{I_1 + I_2},$$

где $Z_{\text{защ.1}}$ - замер сопротивления измерительного органа сопротивления 12, входящего в состав комплекта элементов, установленных в месте установки защиты 19.

Аналогично, на вход преобразователя тока в напряжение 10, входящего в состав комплекта элементов, установленных в противоположном конце защищаемой линии 20, подается ток от трансформатора тока линии 5, входящего в состав комплекта элементов, установленных в противоположном конце защищаемой линии 20. Коэффициент передачи преобразователя тока в напряжение 10, входящего в состав комплекта элементов, установленных в противоположном конце защищаемой линии 20, принимается равным сопротивлению защищаемой линии 1 от места установки комплекта элементов, установленных в противоположном конце защищаемой линии 20, до ответвления от линии с трансформатором ответвления 2. Поэтому напряжение на выходе преобразователя тока в напряжение 10 будет равно падению напряжения от тока в месте установки комплекта элементов, установленных в противоположном конце защищаемой линии 20, на сопротивлении части защищаемой линии 1. Это

напряжение подается на второй вход второго сумматора 11, а на его первый вход подводится напряжение от трансформатора напряжения системы шин 6, входящего в состав комплекта элементов, установленных в противоположном конце защищаемой линии 20. Поэтому к входу напряжения измерительного органа сопротивления 12, входящего в состав комплекта элементов, установленных в противоположном конце защищаемой линии 20, подводится напряжение, равное:

$$U_{\text{защ.2}} = U_{\text{ш.2}} - I_2 * Z_{\text{л.2}},$$

где $U_{\text{защ.2}}$ - напряжение на втором входе первого измерительного органа сопротивления 12 входящего в состав комплекта элементов, установленных в противоположном конце защищаемой линии 20;

$U_{\text{ш.2}}$ - напряжение трансформатора напряжения системы шин 6, входящего в состав комплекта элементов, установленных в противоположном конце защищаемой линии 20;

$Z_{\text{л.2}}$ - сопротивление части защищаемой линии 1 от места установки комплекта элементов, установленных в противоположном конце защищаемой линии 20, до места ответвления от линии с трансформатором ответвления 2.

Измерительный орган сопротивления 12, входящего в состав комплекта элементов, установленных в противоположном конце защищаемой линии 20, реагирует на величину сопротивления, равную:

$$Z_{\text{защ.2}} = \frac{U_{\text{ш.2}} - I_2 * Z_{\text{л.2}}}{I_1 + I_2},$$

где $Z_{\text{защ.2}}$ - замер сопротивления измерительного органа сопротивления 12, входящего в состав комплекта элементов, установленных в противоположном конце защищаемой линии 20.

Измерительный орган сопротивления 12 комплекта элементов, установленных в противоположном конце защищаемой линии 20, через устройство передачи сигналов 13, блок одностороннего обмена информацией 14 и устройство приема сигналов 15 подает сигнал на блок нейронных сетей 16. Аналогично, измерительный орган сопротивления 12 комплекта элементов, установленных в месте установки защиты 19, также подает сигнал на блок нейронных сетей 16.

Блок нейронных сетей 16 анализирует сигналы измерительных органов сопротивления 12 комплекта элементов, установленных в месте установки защиты 19, и комплекта элементов, установленных в противоположном конце защищаемой линии 20, сравнивает сигналы с характеристикой срабатывания и подает сигнал на вход органа выдержки времени 17, если сигналы оказываются в области срабатывания защиты. Через время, равное времени срабатывания, орган выдержки времени 17 подает сигнал на вход исполнительного органа 18, выход которого является выходом устройства. С выхода исполнительного органа 18 передается сигнал о срабатывании защиты с действием на отключение выключателя линии 4 в месте установки комплекта элементов, установленных в месте установки защиты 19.

Для обеспечения несрабатывания в нагрузочном режиме и при внешних коротких замыканиях характеристика срабатывания защиты отстраивается только от сопротивления нагрузки трансформатора ответвления 2.

При коротком замыкании за трансформатором ответвления от линии с

трансформатором ответвления 2 замер предлагаемого устройства защиты равен сопротивлению от места ответвления до места короткого замыкания.

В нагрузочном режиме сумма токов по концам защищаемой линии 1 равна току нагрузки ответвления от линии с трансформатором ответвления 2. Поэтому замер сопротивления в нагрузочном режиме оказывается равным сопротивлению нагрузки ответвления 2.

При внешних коротких замыканиях за пределами защищаемой линии 1 сумма токов по концам линии также оказывается равной току ответвления от линии с трансформатором ответвления 2. Поэтому замер сопротивления в этих режимах также равен сопротивлению нагрузки ответвления от линии с трансформатором ответвления 2.

Для обеспечения чувствительности защиты к повреждению за трансформатором ответвления от линии с трансформатором ответвления 2 характеристика срабатывания защиты должна охватывать только сумму сопротивлений: сопротивления линии от места ответвления до трансформатора и сопротивления трансформатора ответвления от линии с трансформатором ответвления 2.

Для обеспечения несрабатывания в нагрузочном режиме и при внешних коротких замыканиях характеристика срабатывания защиты отстраивается только от сопротивления нагрузки трансформатора ответвления 2.

Для обеспечения селективности при повреждениях за трансформатором ответвления от линии с трансформатором ответвления 2 время срабатывания органа выдержки времени 17 устройства защиты выбирается больше времени срабатывания резервной защиты трансформатора ответвления от линии с трансформатором ответвления 2

Фиксируемые значения сопротивлений измерительными органами сопротивления 12 комплекта элементов, установленных в месте установки защиты 19, и комплекта элементов, установленных в противоположном конце защищаемой линии 20, при одно-, двух-, трехфазных коротких замыканиях, при коротких замыканиях через переходное сопротивление, при нагрузочном режиме, при внешних коротких замыканиях будут различными. Обучение нейронной сети позволит повысить чувствительность действия защиты выше существующей.

Устройство дистанционной защиты линий электропередач в сети с распределенной генерацией за счет установки дополнительного комплекта элементов в противоположном конце защищаемой линии, для определения сопротивления, а также блока нейронных сетей позволяет повысить чувствительность дистанционной защиты к коротким замыканиям.

(57) Формула изобретения

Устройство дистанционной защиты линий электропередач в сети с распределенной генерацией, состоящее из симметрично установленного комплекта элементов, установленных в месте установки защиты, и комплекта элементов, установленных в противоположном конце защищаемой линии, где комплект элементов, установленных в месте установки защиты, и комплект элементов, установленных в противоположном конце защищаемой линии, включают трансформаторы тока линии, установленные на защищаемой линии, выходы которых соединены с входами устройств приема-передачи сигналов, первых сумматоров и преобразователей тока в напряжение, выходы преобразователей тока в напряжение соединены с инвертирующими входами второго сумматора, выходы трансформаторов напряжения систем шин соединены с входами вторых сумматоров, выходы со вторых сумматоров и первых сумматоров соединены

с входами измерительных органов сопротивления, выходы и входы устройств приема-передачи сигналов соединены входами и выходами блока двухстороннего обмена информацией, выход измерительного органа сопротивления комплекта элементов, установленных в противоположном конце защищаемой линии, соединен с входом устройства передачи сигналов, выход которого соединен с входом блока одностороннего обмена информацией, выход которого соединен с входом устройства приема сигналов, выходы измерительного органа сопротивления комплекта элементов, установленных в месте установки защиты, и устройства приема сигналов соединены с входами блока нейронных сетей, выход которого соединен с входом органа выдержки времени, выход органа выдержки времени соединен с входом исполнительного органа, выход которого соединяется выходом устройства в целом, блока нейронных сетей, анализирующего сигналы измерительных органов сопротивления комплекта элементов, установленных в месте установки защиты, и комплекта элементов, установленных в противоположном конце защищаемой линии, сравнивающего сигналы с характеристикой срабатывания и подающего сигнал на вход органа выдержки времени, если сигналы оказываются в области срабатывания защиты.

20

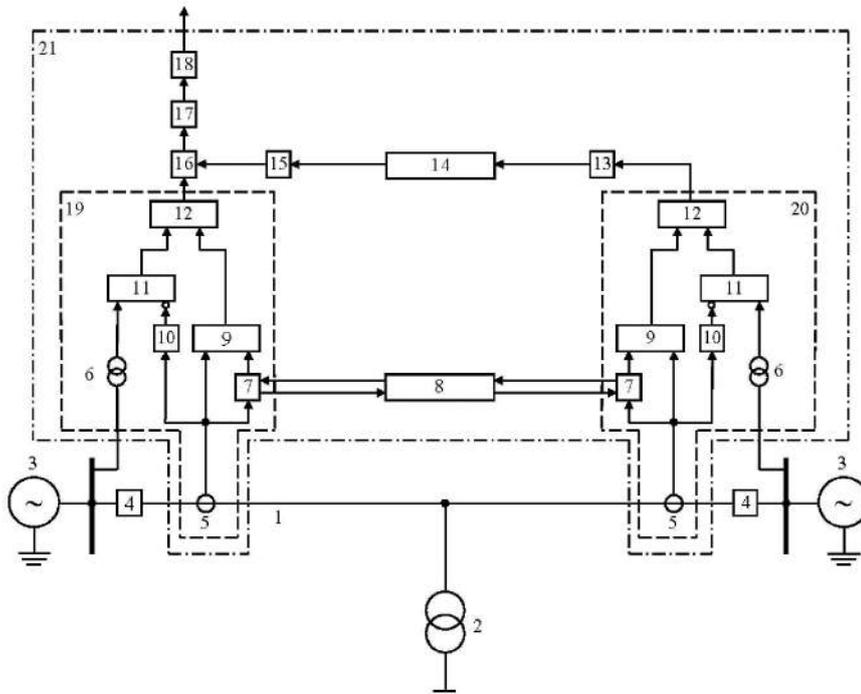
25

30

35

40

45



Фиг.1