

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **18506**

(13) **С1**

(46) **2014.08.30**

(51) МПК

H 02H 3/26 (2006.01)

(54) **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВИДА ОДНОФАЗНОГО
ПОВРЕЖДЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ С ИЗОЛИРОВАННОЙ
НЕЙТРАЛЬЮ**

(21) Номер заявки: а 20120251

(22) 2012.02.21

(43) 2013.10.30

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

(72) Автор: Калентиюнок Евгений Васильевич (ВУ)

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

(56) ВУ 13318 С1, 2010.

RU 2126579 С1, 1999.

SU 1277283 А1, 1986.

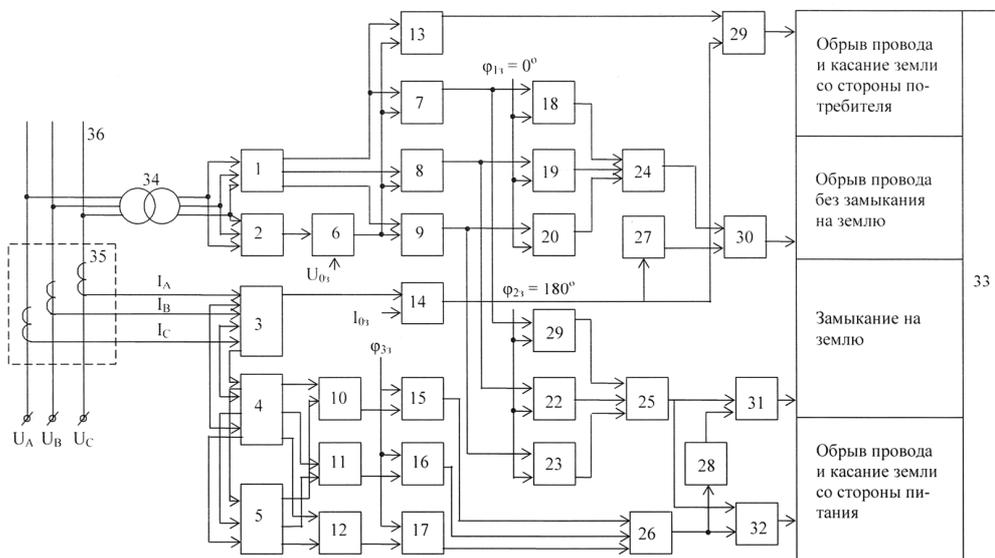
SU 1647738 А1, 1991.

US 4409636, 1983.

CN 2912062 Y, 2007.

(57)

Устройство для определения вида однофазного повреждения в электрической сети с изолированной нейтралью, содержащее фильтр напряжений прямой последовательности, фильтр напряжения нулевой последовательности, пусковой орган, первый, второй, третий блоки измерения углов сдвига фаз между симметричными составляющими, первый, второй, третий, четвертый, пятый и шестой блоки сравнения, первый, второй, третий логические элементы ИЛИ, причем входы фильтров присоединены к трансформатору напряжения линии электропередачи, выходы фильтра напряжений прямой последовательности соединены с первыми входами первого, второго и третьего блоков измерения углов, вторые входы которых соединены через пусковой орган с выходом фильтра напряжения нулевой последовательности, выход первого блока измерения углов соединен с первыми



ВУ 18506 С1 2014.08.30

входами первого и второго блоков сравнения, выход второго блока измерения углов соединен с первыми входами третьего и четвертого блоков сравнения, выход третьего блока измерения углов соединен с первыми входами пятого и шестого блоков сравнения, на вторые входы первого, третьего и пятого блоков сравнения подается сигнал, пропорциональный углу, равному 0° , а на вторые входы второго, четвертого и шестого блоков сравнения подается сигнал, пропорциональный углу, равному 180° , выход первого блока сравнения соединен с первым входом первого элемента ИЛИ, выход четвертого блока сравнения соединен с первым входом второго элемента ИЛИ, отличающееся тем, что содержит фильтр тока нулевой последовательности, фильтр токов прямой последовательности, фильтр токов обратной последовательности, четвертый, пятый, шестой блоки измерения углов сдвига фаз между симметричными составляющими, седьмой, восьмой, девятый, десятый и одиннадцатый блоки сравнения, первый и второй инверторы, первый, второй, третий и четвертый логические элементы И, орган сигнализации, причем входы фильтра тока нулевой последовательности, фильтра токов прямой последовательности и фильтра токов обратной последовательности подключены к измерительным трансформаторам тока линии электропередачи, выход фильтра тока нулевой последовательности соединен с первым входом седьмого блока сравнения, на второй вход которого подается сигнал, пропорциональный уставке срабатывания по току нулевой последовательности, выход седьмого блока сравнения соединен с первым входом первого элемента И и через первый инвертор присоединен к первому входу второго элемента И, первый вход восьмого блока сравнения соединен с выходом фильтра напряжений прямой последовательности, второй вход которого соединен с выходом пускового органа, а выход восьмого блока сравнения соединен со вторым входом первого элемента И, выходы фильтра токов прямой последовательности соединены с первыми входами четвертого, пятого и шестого блоков измерения углов, вторые входы которых соединены с выходами фильтра токов обратной последовательности, выход четвертого блока измерения углов соединен с первым входом девятого блока сравнения, выход пятого блока измерения углов соединен с первым входом десятого блока сравнения, выход шестого блока измерения углов соединен с первым входом одиннадцатого блока сравнения, на вторые входы девятого, десятого и одиннадцатого блоков сравнения подается сигнал, пропорциональный уставке срабатывания по разности углов между токами прямой и обратной последовательности, выходы девятого, десятого и одиннадцатого блоков сравнения соединены со входами третьего элемента ИЛИ, выход которого соединен с первым входом третьего элемента И и через второй инвертор соединен с первым входом четвертого элемента И, второй вход первого элемента ИЛИ соединен с выходом третьего блока сравнения, третий вход - с выходом пятого блока сравнения, а выход соединен со вторым входом второго элемента И, второй вход второго элемента ИЛИ соединен с выходом второго блока сравнения, третий вход соединен с выходом шестого блока сравнения, а выход - со вторым входом четвертого элемента И, выходы элементов И соединены со входами органа сигнализации.

Изобретение относится к электроэнергетике и может быть использовано для релейной защиты, автоматики и телемеханики.

Известно устройство общей неселективной сигнализации от замыкания на землю [1], состоящее из трех минимальных реле напряжения, включенных на напряжение фаз относительно земли.

Недостатком этого устройства является установление лишь факта замыкания на землю одной фазы в сетях с изолированной или заземленной через дугогасящий реактор нейтралью.

Наиболее близким к изобретению по технической сущности и достигаемому результату является устройство определения поврежденной фазы при однофазном повреждении линии электропередачи в сети с изолированной нейтралью [2], содержащее фильтр

напряжений прямой последовательности, фильтр напряжения нулевой последовательности, пусковой орган, три блока измерения углов сдвига фаз между симметричными составляющими, шесть блоков сравнения, три логических элемента ИЛИ, индикатор поврежденной фазы, причем входы фильтров присоединены к трансформатору напряжения линии электропередачи, выходы фильтра напряжений прямой последовательности соединены с первыми входами первого, второго и третьего блоков измерения углов, вторые входы которых соединены через пусковой орган с выходом фильтра напряжения нулевой последовательности, выход первого блока измерения углов соединен с первыми входами первого и второго блоков сравнения, выход второго блока измерения углов соединен с первыми входами третьего и четвертого блоков сравнения, выход третьего блока измерения углов соединен с первыми входами пятого и шестого блоков сравнения, на вторые входы первого, третьего и пятого блоков сравнения подается сигнал, пропорциональный углу, равному 0° , а на вторые входы второго, четвертого и шестого блоков сравнения подается сигнал, пропорциональный углу, равному 180° , выход первого блока сравнения соединен с первым входом первого элемента ИЛИ, второй вход которого соединен с выходом второго блока сравнения, выход четвертого блока сравнения соединен с первым входом второго элемента ИЛИ, второй вход которого соединен с выходом третьего блока сравнения, выход пятого блока сравнения соединен с первым входом третьего элемента ИЛИ, второй вход которого соединен с выходом шестого блока сравнения, выходы элементов ИЛИ соединены с входами индикатора поврежденной фазы.

Однако данное устройство позволяет установить только поврежденную фазу при однофазном повреждении линии электропередачи в сети с изолированной нейтралью.

Задачей изобретения является обеспечение возможности определения вида однофазного повреждения в электрической сети с изолированной нейтралью.

Поставленная задача решается тем, что устройство для определения вида однофазного повреждения в электрической сети с изолированной нейтралью, содержащее фильтр напряжений прямой последовательности, фильтр напряжения нулевой последовательности, пусковой орган, первый, второй, третий блоки измерения углов сдвига фаз между симметричными составляющими, первый, второй, третий, четвертый, пятый и шестой блоки сравнения, первый, второй, третий логические элементы ИЛИ, причем входы фильтров присоединены к трансформатору напряжения линии электропередачи, выходы фильтра напряжений прямой последовательности соединены с первыми входами первого, второго и третьего блоков измерения углов, вторые входы которых соединены через пусковой орган с выходом фильтра напряжения нулевой последовательности, выход первого блока измерения углов соединен с первыми входами первого и второго блоков сравнения, выход второго блока измерения углов соединен с первыми входами третьего и четвертого блоков сравнения, выход третьего блока измерения углов соединен с первыми входами пятого и шестого блоков сравнения, на вторые входы первого, третьего и пятого блоков сравнения подается сигнал, пропорциональный углу, равному 0° , а на вторые входы второго, четвертого и шестого блоков сравнения подается сигнал, пропорциональный углу, равному 180° , выход первого блока сравнения соединен с первым входом первого элемента ИЛИ, выход четвертого блока сравнения соединен с первым входом второго элемента ИЛИ, содержит фильтр тока нулевой последовательности, фильтр токов прямой последовательности, фильтр токов обратной последовательности, четвертый, пятый, шестой блоки измерения углов сдвига фаз между симметричными составляющими, седьмой, восьмой, девятый, десятый и одиннадцатый блоки сравнения, первый и второй инверторы, первый, второй, третий и четвертый логические элементы И, орган сигнализации, причем входы фильтра тока нулевой последовательности, фильтра токов прямой последовательности и фильтра токов обратной последовательности подключены к измерительным трансформаторам тока линии электропередачи, выход фильтра тока нулевой последовательности соединен с первым входом седьмого блока сравнения, на второй вход которого

ВУ 18506 С1 2014.08.30

подается сигнал, пропорциональный уставке срабатывания по току нулевой последовательности, выход седьмого блока сравнения соединен с первым входом первого элемента И и через первый инвертор присоединен к первому входу второго элемента И, первый вход восьмого блока сравнения соединен с выходом фильтра напряжений прямой последовательности, второй вход которого соединен с выходом пускового органа, а выход восьмого блока сравнения соединен со вторым входом первого элемента И, выходы фильтра токов прямой последовательности соединены с первыми входами четвертого, пятого и шестого блоков измерения углов, вторые входы которых соединены с выходами фильтра токов обратной последовательности, выход четвертого блока измерения углов соединен с первым входом девятого блока сравнения, выход пятого блока измерения углов соединен с первым входом десятого блока сравнения, выход шестого блока измерения углов соединен с первым входом одиннадцатого блока сравнения, на вторые входы девятого, десятого и одиннадцатого блоков сравнения подается сигнал, пропорциональный уставке срабатывания по разности углов между токами прямой и обратной последовательности, выходы девятого, десятого и одиннадцатого блоков сравнения соединены со входами третьего элемента ИЛИ, выход которого соединен с первым входом третьего элемента И, через второй инвертор соединен с первым входом четвертого элемента И, второй вход первого элемента ИЛИ соединен с выходом третьего блока сравнения, а третий вход присоединен к выходу пятого блока сравнения, а выход соединен со вторым входом второго элемента И, второй вход второго элемента ИЛИ соединен с выходом второго блока сравнения, третий вход соединен с выходом шестого блока сравнения, а выход соединен со вторым входом четвертого элемента И, выходы элементов И соединены со входами органа сигнализации.

Сущность изобретения поясняется фигурой, на которой представлена функциональная схема устройства для определения вида однофазного повреждения в электрической сети с изолированной нейтралью.

Устройство содержит фильтр 1 напряжений прямой последовательности, фильтр 2 напряжения нулевой последовательности, фильтр 3 тока нулевой последовательности, фильтр 4 токов прямой последовательности, фильтр 5 токов обратной последовательности, пусковой орган 6, блоки 7, 8, 9, 10, 11, 12 измерения углов сдвига фаз между симметричными составляющими, блоки 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 сравнения, логические элементы 24, 25, 26 ИЛИ, инверторы 27, 28, логические элементы 29, 30, 31, 32 И, орган 33 сигнализации.

Входы фильтров 1 и 2 присоединены к трансформатору 34 напряжения линии 36 электропередачи. Входы фильтров 3, 4, 5 присоединены к трансформатору 35 тока линии 36 электропередачи. Выходы фильтра 1 соединены с первыми входами блоков 7, 8, 9, 13, вторые входы которых соединены через пусковой орган 6 с выходом фильтра 2. Выход блока 7 соединен с первыми входами блоков 18 и 21 сравнения, выход блока 8 - с первыми входами блоков 19 и 22 сравнения, выход блока 9 - с первыми входами блоков 20 и 23 сравнения, а выход блока 13 - с первым входом логического элемента 29. На вторые входы блоков 18, 19, 20 сравнения подается сигнал, пропорциональный углу, равному 0° , а на вторые входы блоков 21, 22, 23 сравнения - сигнал, пропорциональный углу, равному 180° . Выходы блоков 18, 19, 20 присоединены к входам логического элемента 24, выход которого соединен с первым входом логического элемента 30. Выходы блоков 21, 22, 23 присоединены к входам логического элемента 25, выход которого соединен с первыми входами логических элементов 31 и 32. Выход фильтра 3 соединен через блок сравнения 14 со вторым входом логического элемента 29 и с инвертором 27, выход которого присоединен ко второму входу логического элемента 30. Выходы фильтра 4 соединены с первыми входами блоков 10, 11, 12, вторые входы которых соединены с выходами фильтра 5. Выход блока 10 соединен с первым входом блока 15, выход блока 11 - с первым входом блока 16, а выход блока 12 - с первым входом блока 17. На вторые входы блоков 15, 16, 17

подается сигнал, пропорциональный заданному значению угла сдвига фаз между токами прямой и обратной последовательности (φ_{33}). Выходы блоков 15, 16, 17 соединены со входами логического элемента 26, выход которого присоединен ко второму входу логического элемента 32 и через инвертор 28 ко второму входу логического элемента 31. Выходы логических элементов 29, 30, 31, 32 присоединены к входам органа 33 сигнализации.

Устройство работает следующим образом.

В нормальном симметричном режиме электрической сети фазные значения токов и напряжений одинаковы ($I_a \approx I_b \approx I_c$, $U_a \approx U_b \approx U_c$), токи нулевой (I_0) и обратной (I_2) последовательностей, напряжение нулевой последовательности (U_0) практически отсутствует, поэтому пусковой орган 6 устройства не срабатывает, так как действительное напряжение U_0 меньше заданного U_{03} , поэтому на входах органа 33 сигнализации отсутствуют сигналы повреждения в электрической сети.

При возникновении однофазного повреждения появившееся значительное напряжение нулевой последовательности на выходе фильтра 2 приводит к срабатыванию пускового органа 6 (т.к. $U_0 > U_{03}$), и сигнал, пропорциональный напряжению нулевой последовательности, подается на вторые входы блоков 7, 8, 9, 13, на первые входы которых с фильтра 1 подаются сигналы, пропорциональные напряжениям прямой последовательности U_1 фаз А, В и С. В блоках 7, 8, 9 измеряются углы сдвига фаз между напряжениями прямой и нулевой последовательностей фаз А, В и С. На выходах блоков 7, 8, 9 появляются сигналы, пропорциональные значениям измеренных углов (φ_1 и φ_2), которые подаются в блоки 18, 19, 20, 21, 22, 23, где сравниваются с заданными значениями $\varphi_{13} = 0^\circ$ или $\varphi_{23} = 180^\circ$. В блоке 13 сравниваются сигналы ($U_0 < U_1$), в блоке 14 сигнал, пропорциональный току нулевой последовательности I_0 , сравнивается с заданным I_{03} . Сигналы, пропорциональные токам прямой последовательности, с фильтра 4 подаются на первые входы блоков 10, 11, 12, на вторые входы которых с фильтра 5 подаются сигналы, пропорциональные токам обратной последовательности фаз А, В и С. В блоках 10, 11, 12 измеряются углы сдвига фаз между токами прямой и обратной последовательностей фаз А, В и С. На выходах блоков 10, 11, 12 появляются сигналы, пропорциональные значениям измеренных углов (φ_3), которые подаются в блоки 15, 16, 17, где сравниваются с заданным значением φ_{33} ($\varphi_3 \geq \varphi_{33}$).

При возникновении однофазного замыкания с обрывом провода и касанием земли со стороны потребителя на выходах блока 13 сравнения ($U_0 < U_1$) и блока 14 сравнения ($U_0 > U_{03}$) появляются сигналы, которые через логический элемент 29 формируют сигнал на орган 33 сигнализации "обрыв провода и касание земли со стороны потребителя".

При возникновении однофазного повреждения с обрывом провода без замыкания на землю на выходах логического элемента 24 ($\varphi_1 = \varphi_{13}$) и инвертора 27 ($I_0 < I_{03}$) появляются сигналы, которые через логический элемент 30 формируют сигнал на орган 33 сигнализации "обрыв провода без замыкания на землю".

При возникновении однофазного замыкания на землю без обрыва провода или с обрывом провода и замыканием на землю с обоих концов оборванного провода на выходах логического элемента 25 ($\varphi_2 = \varphi_{23}$) и логического элемента 26 ($\varphi_3 \geq \varphi_{23}$) появляются сигналы, которые через логический элемент 31 формируют сигнал на орган 33 сигнализации "замыкание на землю".

При возникновении однофазного замыкания с обрывом провода и касанием земли со стороны питания на выходах логического элемента 25 ($\varphi_2 = \varphi_{23}$) и инвертора 28 ($\varphi_3 < \varphi_{33}$) появляются сигналы, которые через логический элемент 32 формируют сигнал на орган 33 сигнализации "обрыв провода и касание земли со стороны питания".

Таким образом, предлагаемая схема устройства определяет четыре вида однофазного повреждения в электрических сетях с изолированной нейтралью, что позволяет уменьшить продолжительность поиска мест повреждения, повысить надежность электроснабжения и уменьшить недоотпуск электроэнергии потребителям.

ВУ 18506 С1 2014.08.30

Устройство для определения однофазного повреждения в электрических сетях с изолированной нейтралью может быть изготовлено на базе микропроцессорной техники.

Источники информации:

1. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. - М.: Высш. школа, 1991. - С. 212.
2. Патент ВУ 13318, МПК Н 02Н 3/26, 2009.