



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
H02H 3/16 (2020.08)

(21)(22) Заявка: 2020118992, 01.06.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
01.06.2020

Дата регистрации:
18.03.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 01.06.2020

(45) Опубликовано: 18.03.2021 Бюл. № 8

Адрес для переписки:

248018, г. Калуга, ул. Стеглянников Сад, 32,
Милюшину Николаю Николаевичу

(72) Автор(ы):

Милюшин Николай Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Милюшин Николай Николаевич (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2402131 C1, 20.10.2010. RU
2530736 C1, 10.10.2014. SU 299908 A1, 26.03.1971.
EP 0267500 A1, 18.05.1988.

(54) СПОСОБ ЗАЩИТЫ ОТ ОДНОФАЗНЫХ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ

(57) Реферат:

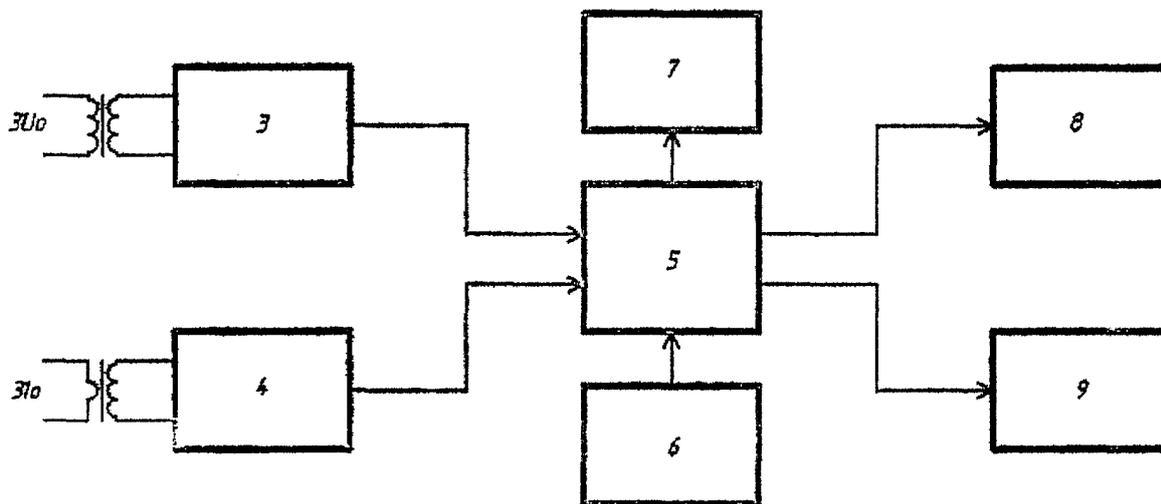
Использование: в области электротехники. Технический результат - повышение надежности работы защиты. Способ защиты от однофазного замыкания на землю в электрической сети состоит в измерении мгновенных значений тока нулевой последовательности и скорости нарастания мгновенных значений напряжения нулевой последовательности переходного процесса в момент нарушения изоляции фазы сети на землю, вычисления интегральной величины, рассчитываемой в заданном интервале времени срабатывания защиты, и формировании управляющего воздействия на исполнительные органы защиты при превышении интегральной величиной заданного значения, при этом в качестве интегральной величины используют коэффициент взаимной корреляции мгновенных значений токов нулевой последовательности и скорости нарастания мгновенных значений напряжения нулевой последовательности, предварительно одновременно или с минимально возможной задержкой формируют N дискретных значений скорости изменения напряжения нулевой последовательности и сдвинутых на j

отсчетов N дискретных значений тока нулевой последовательности, определяют коэффициент взаимной корреляции в соответствии с соотношением

$$Kv(j) = \frac{\sum_{n=0}^{N-1} d3Uo(n) \times 3Io(n-j)}{\left[\sum_{n=0}^{N-1} (d3Uo(n))^2 \times \sum_{n=0}^{N-1} 3Io(n-j)^2 \right]^{1/2}},$$

где $d3Uo(n) = (U_2 - U_1) / \Delta T$ - n-е дискретное значение производной по времени напряжения нулевой последовательности, U_1, U_2 - результаты двух последовательных значений напряжения нулевой последовательности n-го цикла формирования дискретных значений, ΔT - интервал времени между двумя последовательными моментами формирования дискретного значения; $3Io(n-j)$ - (n-j)-е дискретное значение тока нулевой последовательности; N - число дискретных значений, сравнивают вычисленное значение коэффициента взаимной корреляции с заданным значением (уставкой) и принимают решение о формировании

управляющего воздействия. 1 ил.



Фиг.1

RU 2744995 C1

RU 2744995 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
H02H 3/16 (2020.08)

(21)(22) Application: **2020118992, 01.06.2020**

(24) Effective date for property rights:
01.06.2020

Registration date:
18.03.2021

Priority:

(22) Date of filing: **01.06.2020**

(45) Date of publication: **18.03.2021** Bull. № 8

Mail address:

**248018, g. Kaluga, ul. Steklyannikov Sad, 32,
Milyushinu Nikolayu Nikolaevichu**

(72) Inventor(s):

Milyushin Nikolaj Nikolaevich (RU)

(73) Proprietor(s):

Milyushin Nikolaj Nikolaevich (RU)

(54) **METHOD OF PROTECTION AGAINST SINGLE-PHASE EARTH FAULTS**

(57) Abstract:

FIELD: electrical engineering.

SUBSTANCE: invention relates to electrical engineering. The method of protection against a single-phase earth fault in an electrical network consists in measuring the instantaneous values of the zero sequence current and the rate of rise of the instantaneous values of the zero sequence voltage of the transient process at the moment of the failure of the isolation of the mains phase to the ground, calculating the integral value calculated in the specified time interval of the protection operation, and the formation of a control action on the executive protection organs when the integral value of the set value is exceeded, while the coefficient of mutual correlation of instantaneous values of zero sequence currents and the rate of rise of instantaneous values of zero sequence voltage is used as an integral value, N discrete values of the speed are preliminarily formed simultaneously or with the minimum possible delay changes in the zero-sequence voltage and N discrete values of the zero-sequence current shifted by j samples, determine the coefficient of interaction me correlations

according to the ratio

$$Kv(j) = \frac{\sum_{n=0}^{N-1} d3Uo(n) \times 3Io(n-j)}{\left[\sum_{n=0}^{N-1} (d3Uo(n))^2 \times \sum_{n=0}^{N-1} 3Io(n-j)^2 \right]^{1/2}},$$

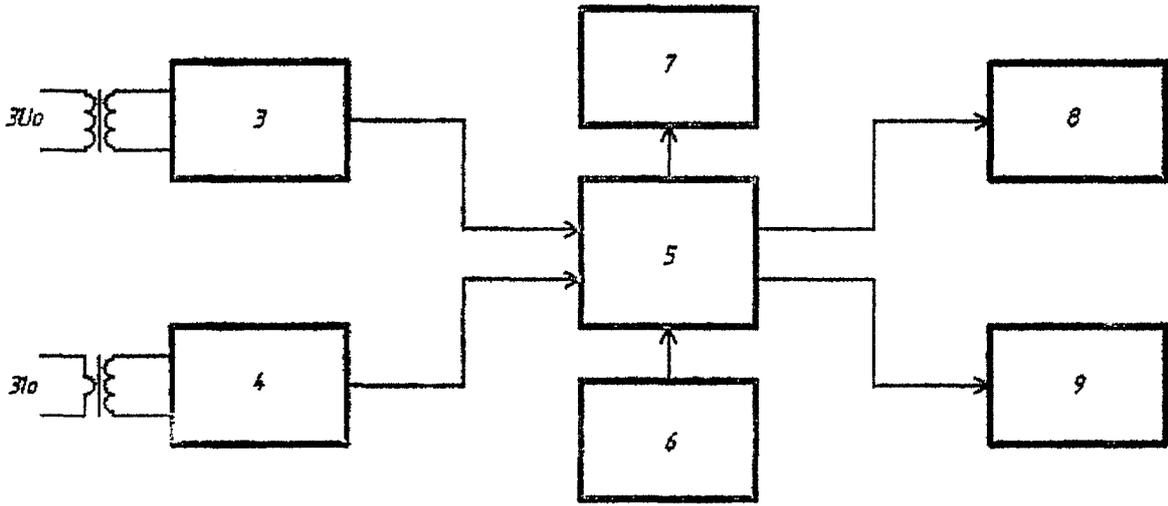
where $d3Uo(n) = (U_2 - U_1) / \Delta T$ is the n-th discrete value of the time derivative of the zero-sequence voltage, U_1, U_2 are the results of two consecutive values of the zero-sequence voltage of the n-th cycle of generation of discrete values, ΔT is the interval time between two consecutive moments of formation of a discrete value; $3Io(n-j)$ -(n-j)-th discrete value of zero sequence current; N is the number of discrete values, the calculated value of the cross-correlation coefficient is compared with a given value (setpoint) and a decision is made on the formation of a control action.

EFFECT: improving the reliability of protection.

1 cl, 1 dwg

RU 2 744 995 C1

RU 2 744 995 C1



Фиг.1

RU 274425 566425 10

RU 274495 566425 10

Предлагаемое изобретение относится к электротехнике, в частности - к способам защиты от однофазных замыканий на землю в электрических сетях с различными вариантами реализации нейтрали. Может найти применение при разработке микропроцессорных устройств селективной сигнализации и защиты при кратковременных, перемежающихся и устойчивых замыканиях на землю.

Известен способ [1] (а.с. СССР №299908 Н02Н 3/16, опубл. 26.03.71, БИ №12) направленной защиты от однофазных замыканий на землю в компенсированных сетях, в соответствии с которым в защищаемом присоединении дифференцируют напряжение нулевой последовательности, подавляют составляющую основной частоты в дифференцированном напряжении и в токе нулевой последовательности, анализируют знаки дифференцированного напряжения и тока нулевой последовательности и по их сочетанию формируют или сигнал блокирования защиты или сигнал срабатывания защиты,

Недостатками известного способа [1] являются возможность применения его только лишь для фиксации устойчивых замыканий на землю, а так же низкая устойчивость к воздействию шумов и помех.

Известен способ [2] (а.с. СССР №1078526 Н02Н 3/16, опубл. 07.03.84, БИ №9), в котором для определения поврежденного присоединения измеряют мгновенные значения тока нулевой последовательности и опорной величины при переходном процессе в момент нарушения изоляции фазы сети на землю, сравнивают и запоминают начальные знаки переходного тока и опорной величины, при совпадении знаков указанных величин выдают воздействия на исполнительные органы защиты, при этом в качестве опорной величины используют скорость нарастания мгновенных значений напряжения нулевой последовательности переходного процесса в момент нарушения изоляции, фиксируемый по факту возникновения броска переходного тока.

Недостатком известного способа [2] является низкая помехоустойчивость.

Известен так же способ [3] (Шуин В.А., Гусенков А.В. Защиты от замыканий на землю в электрических сетях 6-10 кВ. - М: НТФ «Энергопрогресс», стр. 76-78). направленной защиты от однофазных замыканий на землю в электрических сетях с изолированной нейтралью, с компенсацией емкостных токов и высокоомным заземлением нейтрали через резистор. Такой способ объединяет указанные выше способы [1] и [2] и обеспечивает селективное определение поврежденного присоединения при всех разновидностях однофазного замыкания на землю и непрерывность дебетам при устойчивых замыканиях на землю. Способ [3] реализуется устройством «Спектр», описание структурной схемы которого приведено в [3], стр. 77.

Недостатком способа [3] и устройства, его реализующего, является низкая устойчивость функционирования в условиях воздействия шумов и помех из-за низкого значения отношения сигнал/помеха.

Наиболее близким к предлагаемому способу и техническому решению устройства, его реализующего, и принятые за прототип, является известный способ и устройство на его основе [4] (патент РФ №2402131 Н02Н 3/16, опуб. 20.10.2010 г. Бюл. №29), в соответствии с которым диагностика и направленная защита от однофазных замыканий на землю в электрических сетях с изолированной нейтралью, компенсацией емкостных токов или с заземлением нейтрали через высокоомный резистор обеспечивается измерением мгновенных значений тока нулевой последовательности и скорости нарастания мгновенных значений напряжения нулевой последовательности переходного процесса в момент нарушения изоляции фазы сети на землю, вычислением интегральной величины, рассчитываемой в интервале времени срабатывания защиты, выдачей

командного воздействия на исполнительные органы защиты при превышении интегральной величиной заданного значения (уставки), при этом в качестве интегральной величины выбирается взаимная корреляционная функция совокупностей мгновенных значений токов нулевой последовательности и скорости нарастания напряжения нулевой последовательности, а состояние изоляции диагностируется при неустойчивых однофазных замыканиях на землю по числу нарушений изоляции, фиксируемых при превышении интегральной величиной заданного значения (уставки). Временная корреляционная функция вычисляется в соответствии с выражением:

$$K(t) = \int_0^{\tau} \left(\frac{d3U_0}{dt} \right) \times 3I_0(t + \tau) dt \quad (1)$$

где: T - интервал, интегрирования;

τ - значение сдвига.

Вариант устройства, реализующего известный способ [4], содержит: первый и второй аналого-цифровой преобразователь, дифференциатор (вычислитель производной), коррелятор, первую, вторую и третью схемы сравнения, блок памяти, первый и второй счетчики и дешифратор.

Способ [4] реализуется следующим образом. При возникновении замыкания на землю на входы блоков аналого-цифрового преобразования поступают соответственно ток нулевой последовательности $3I_0$ и напряжение нулевой последовательности $3U_0$ от измерительных трансформаторов. С выхода аналого-цифрового преобразователя цифровые отсчеты тока нулевой последовательности $3I_0$ поступают на первый вход коррелятора. На второй вход коррелятора подаются цифровые отсчеты, пропорциональные скорости нарастания напряжения нулевой последовательности, образующиеся после аналого-цифрового преобразования и дифференцирования напряжения нулевой последовательности $3U_0$. Коррелятор осуществляет цифровое вычисление корреляционной функции подобно аналоговому выражению (1). С выхода коррелятора цифровые отсчеты корреляционной функции поступают на первые входы схем срабатывания, а на их вторые входы с блока памяти поступают цифровые коды уставок. Для схемы срабатывания подается уставка неустойчивого однофазного замыкания на землю, а для схемы сравнения - установка устойчивого однофазного замыкания на землю. Различия уставок обусловлено значением отношения сигнал/шум в режиме устойчивого и в режиме неустойчивого замыканий.

При устойчивом однофазном замыкании на землю количество превышений заданного значения подсчитывается счетчиком, выход которого соединен с первым входом схемы сравнения. На второй вход схемы сравнения с блока памяти подается цифровой код, характеризующий временной интервал, начиная с которого классифицируют однофазное замыкание на землю как устойчивое. При превышении этого временного интервала на выходе схемы сравнения появляется сигнал воздействия на исполнительные органы релейной защиты.

При неустойчивом однофазном замыкании на землю количество превышений заданного значения по дочитывается счетчиком, выход которого соединен с дешифратором. В зависимости от значения цифрового кода с выхода счетчика, на одном из выходов дешифратора появляется сигнал. При этом состояние изоляции анализируемой фазы сети, связанное с числом произошедших неустойчивых однофазных замыканий на землю, можно характеризовать номером выхода дешифратора, на котором появился сигнал. Эта информация (номер выхода дешифратора) может выступить в качестве диагностической, сигнальной или служить для обеспечения

командного воздействия на исполнительные органы релейной защиты.

Известный способ [4] обеспечивает большую устойчивость функционирования в условиях воздействия шумов при различных вариантах организации нейтрали электрической сети, а так же позволяет реализовать диагностику состояния изоляции в режиме неустойчивых однофазных, замыканий на землю.

Однако способ [4] имеет существенный недостаток, связанный с некоторой предварительной неопределенностью значения контролируемой величины, по изменению которой принимается решение о необходимости срабатывания защиты. Так, вычисленная взаимная корреляционная функция по соотношению (1) может иметь значительный диапазон значений, зависящий от амплитудных значений входных величин, что является неудобным при задании значения уставок и может приводить к снижению надежности функционирования реализуемого по данному способу устройства защиты. Кроме того, в данном способе основное соотношение приведено в виде аналогового интеграла произведения непрерывных подынтегральных функций, в то же время в описании принципа действия способа описывается цифровые аналоги подынтегральных функций, при этом не совсем четко представлена методика реализации способа именно в цифровом виде, т.е. в виде порядка действий над некоторым количеством дискретных отсчетов аналоговых величин, что не позволяет выполнить практическую реализацию способа [4] наилучшим образом.

Из теории обработки сигналов известно [5] (Эммануил С. Айфичер, Барри У. Джервис. Цифровая обработка сигналов: практический подход. - М.; ИД Вильямс, 2008 г., стр. 287), что коэффициент взаимной корреляции имеет диапазон изменений от минус 1 до 1 вне зависимости от фактических значений анализируемых на корреляцию функций. Использование данного коэффициента в качестве контролируемой величины в способе защиты от замыканий на землю заранее дает понимание возможного диапазона его изменения, что позволяет производить назначение уставок в соответствии с вполне однозначно понятным принципом - чем ближе модуль коэффициента взаимной корреляции к единице, тем ближе друг к другу формы анализируемых сигналов, и наоборот - чем меньше значение, тем менее похожи формы сигналов друг на друга. Потому является обоснованной возможность осуществления способа защиты от замыкания на землю на основе контроля значения коэффициента взаимной корреляции.

Техническая цель предлагаемого способа диагностики и защиты от однофазных замыканий на землю является задание диапазона возможного изменения значения контролируемой величины.

Технический результат, достигаемый предлагаемым способом и устройством на его основе, является повышение надежности функционирования.

Поставленная цель достигается за счет того, что в качестве интегральной величины используется вычисляемый коэффициент взаимной корреляции периодически измеряемых мгновенных значений токов нулевой последовательности и скорости нарастания напряжения нулевой последовательности.

Значение коэффициент взаимной корреляции вычисляют по соотношению:

$$Kv(j) = \frac{\sum_{n=0}^{N-1} d3Uo(n) \times 3Io(n-j)}{\left[\sum_{n=0}^{N-1} (d3Uo(n))^2 \times \sum_{n=0}^{N-1} 3Io(n-j)^2 \right]^{1/2}} \quad (2)$$

где: $d3Uo(n)$ - n-е дискретное значение производной по времени напряжения нулевой последовательности;

$3I_0(n-j)$ - $(n-j)$ -е дискретное значение тока нулевой последовательности;

N - число дискретных значений.

Предварительно одновременно или с минимально возможной задержкой формируют N дискретных значений скорости изменения напряжения нулевой последовательности и сдвинутых на j отсчетов N дискретных значений тока нулевой последовательности, сравнивают вычисленное значение коэффициента взаимной корреляции с заданным значением (уставкой), и если вычисленное значение превышает заданное, то формируют команду на срабатывание защиты.

Вариант устройства по предлагаемому способу изображен на фиг. 1. Устройство содержит трансформатор 1 напряжения нулевой последовательности $3U_0$, трансформатор 2 тока нулевой последовательности $3I_0$, адаптер 3 канала напряжения нулевой последовательности, адаптер 4 канала тока нулевой последовательности, микроконтроллер 5, клавиатуру 6, индикатор 7, модуль 8 электромагнитных реле, модуль 9 светодиодных индикаторов. Трансформатор 1 напряжения обеспечивает гальваническое разделение цепей устройства от силовых цепей электросети и понижение значения амплитуды напряжения нулевой последовательности до допустимого уровня. Представляет собой типовой маломощный малогабаритный понижающий трансформатор напряжения. Трансформатор 2 тока обеспечивает гальваническое разделение цепей устройства от силовых цепей электросети и преобразование тока нулевой последовательности в напряжение на нагрузочном сопротивлении. Представляет собой типовой маломощный малогабаритный измерительный трансформатор. Адаптеры 3 и 4 предназначены для преобразования амплитуды и формы напряжения нулевой последовательности и напряжения, пропорционального току нулевой последовательности, до значений, соответствующих допустимым параметрам входов микроконтроллера 5. Представляют собой электронную схему на основе стандартных электронных компонентов - резисторов, конденсаторов, операционных усилителей. Микроконтроллер 5 представляет собой размещенные на одном кристалле программируемый микропроцессор и набор встроенных периферийных модулей, работающих под управлением микропроцессора, предназначен для осуществления, в соответствии с заложенным в его внутреннюю энергонезависимую память программ, алгоритмом: аналого-цифрового преобразования сигналов входных величин - от канала напряжения нулевой последовательности и от канала тока нулевой последовательности; математической обработки полученных оцифрованных значений входных величин; их хранения; логической обработки; выполнения операций сравнения с заданными уставками, приема посредством кнопочной клавиатуры 6 уставок и хранения их значений, управления внешними промежуточными электромагнитными реле 7, управления внешними светодиодными индикаторами 8, отображения информации на символьном экране 9.

Предлагаемый способ реализуется следующим образом.

Напряжение нулевой последовательности через трансформатор 1 поступает на вход адаптера 3. Адаптер 3 осуществляет приведение параметров входного напряжения нулевой последовательности $3U_0$ к значениям, соответствующим техническим характеристикам входов микроконтроллера 5 как по допустимой амплитуде, так и по допустимой полярности. Адаптер 3 может смещать переменное напряжение в область только положительных значений, что соответствует входным характеристикам канала аналого-цифрового преобразователя значительной части серийно выпускаемых микроконтроллеров 5, например, массового контроллера STM32F103. Ток нулевой последовательности $3I_0$ через трансформатор 2 тока поступает на свой адаптер 4,

который осуществляет преобразование выходного тока вторичной обмотки трансформатора 2 тока в напряжение, усиливает его по амплитуде для увеличения чувствительности и может осуществлять смещение полученного переменного напряжения, пропорционального входному току, в область положительных значений.

5 Кроме того, в адаптерах 3 и 4 осуществляется фильтрация переменного напряжения в наиболее оптимальном диапазоне частот. Выходное напряжение с адаптера 3 и адаптера 4 поступают на свой вход аналого-цифрового преобразователя микроконтроллера 5. Входы аналого-цифровых преобразователя циклически осуществляют преобразование входного аналогового напряжения в цифровой многоуровневый код при каждом цикле преобразования. Так, разрядность аналого-цифрового преобразователя микроконтроллера STM32F103 составляет 12 разрядов. Наиболее желательный режим работы входов аналого-цифрового преобразования - режим одновременного запуска преобразования. Этот режим так же реально реализовать на микроконтроллере, например микроконтроллер STM32F103 содержит два независимых 12 разрядных аналого-цифровых преобразователя, которые могут быть программной настройкой настроены на одновременный запуск. Такой вариант работы каналов аналого-цифрового преобразования обеспечивает более точное выполнение последующих математических вычислений. Частота циклического повторения аналого-цифрового преобразования входных сигналов может составлять от нескольких килогерц до нескольких десятков килогерц. Выбор частоты повторения аналого-цифрового преобразования определяется конкретными условиями, связанными, в основном, как с частотной полосой пропускания трансформатора 1 напряжения и трансформатора 2 тока. Полученные результаты аналого-цифрового преобразования сигналов сохраняются во внутренней оперативной памяти микроконтроллера 5.

25 Микроконтроллер 5 осуществляет вычисление значения первой производной в отрезках напряжения $3U_0$ нулевой последовательности по времени в дискретном представлении значения $3U_0$ и дискретном времени для n -го циклического преобразования по соотношению

$$d3U(n)=(U_2-U_1)/\Delta T,$$

30 где: U_1, U_2 - результаты двух последовательных значения n -го цикла аналого-цифрового преобразования, ΔT - интервал времени между двумя последовательными аналого-цифровыми преобразованиями, равный периоду циклического повторения аналого-цифрового преобразования.

Полученный результат сохраняется в оперативной памяти микроконтроллера 5. 35 Выполняется так же вычисление квадрата полученного результата, значение которого суммируется с предыдущим накопленным значением суммы квадратов и сохраняется в оперативной памяти микроконтроллера 5. После вычисления первой производной в отрезках напряжения нулевой последовательности микроконтроллер 5 выбирает из оперативной памяти дискретное значение тока нулевой последовательности, которое 40 было получено j циклов назад, т.е. за несколько, а именно - за j , циклов до цикла n , по результатам которого рассчитывалось значение первой производной в отрезках, и осуществляет перемножение дискретного (цифрового) значения первой производной напряжения нулевой последовательности и дискретного (цифрового) значения тока нулевой последовательности. Полученный результат произведения суммируется с 45 предыдущим аналогично полученным результатом и сохраняется в оперативной памяти микроконтроллера 5. Кроме того, микроконтроллер 5 осуществляет вычисление квадрата этого же дискретного (цифрового) значения тока нулевой последовательности, подсуммирует к предыдущей сумме квадратов значения тока нулевой

последовательности и сохраняет в оперативной памяти. Указанные предварительные вычисления повторяются циклически до тех пор, пока не будет обработано N заданных циклов. Число N циклов задается при определении возможного характера замыкания конкретной электрической линии. Практически оно может иметь значение от единиц миллисекунд до нескольких десятков секунд. По завершении предварительной обработки микроконтроллер 5 осуществляет вычисление коэффициента взаимной корреляции в соответствии с соотношением (2). Вычисленное значение коэффициента взаимной корреляции может иметь значение в диапазоне от минус 1 до 1, что является удобным для задания уставки срабатывания защиты. При превышении вычисленным значением коэффициента взаимной корреляции заданной посредством клавиатуры 6 уставки микроконтроллер 5 формирует команду на включение соответствующего электромагнитного реле 8, при этом возможно отображение произведенных действий как с помощью индикатора 7, так и светодиодами 9. Введение в устройство программной возможности задания значения смещения (задержки) сигналов на j циклов представляет дополнительные возможности настройки защиты под конкретные условия защищаемой электрической сети.

Предлагаемый способ и вариант его реализации в устройстве защиты от замыкания на землю в электрической сети обеспечивает задание уставки срабатывания защиты в определенном и заранее известном интервале значений коэффициента взаимной корреляции, что существенно повышает надежность срабатывания защиты, а возможность задания уставки по значению задержки сигналов позволяет выбрать наиболее оптимальный в конкретных условиях вариант вычисления значения коэффициента взаимной корреляции.

(57) Формула изобретения

Способ защиты от однофазного замыкания на землю в электрической сети, состоящий в измерении мгновенных значений тока нулевой последовательности и скорости нарастания мгновенных значений напряжения нулевой последовательности переходного процесса в момент нарушения изоляции фазы сети на землю, вычислении интегральной величины, рассчитываемой в заданном интервале времени срабатывания защиты, и формировании управляющего воздействия на исполнительные органы защиты при превышении интегральной величиной заданного значения, отличающийся тем, что в качестве интегральной величины используют коэффициент взаимной корреляции мгновенных значений токов нулевой последовательности и скорости нарастания мгновенных значений напряжения нулевой последовательности, предварительно одновременно или с минимально возможной задержкой формируют N дискретных значений скорости изменения напряжения нулевой последовательности и сдвинутых на j отсчетов N дискретных значений тока нулевой последовательности, определяют коэффициент взаимной корреляции в соответствии с соотношением

$$Kv(j) = \frac{\sum_{n=0}^{N-1} d3Uo(n) \times 3Io(n-j)}{\left[\sum_{n=0}^{N-1} (d3Uo(n))^2 \times \sum_{n=0}^{N-1} 3Io(n-j)^2 \right]^{1/2}},$$

где

$d3Uo(n) = (U_2 - U_1) / \Delta T$ - n-е дискретное значение производной по времени напряжения нулевой последовательности, U_1, U_2 - результаты двух последовательных значений напряжения нулевой последовательности n-го цикла формирования дискретных

значений, ΔT - интервал времени между двумя последовательными моментами формирования дискретного значения;

$I_o(n-j)$ - $(n-j)$ -е дискретное значение тока нулевой последовательности;

N - число дискретных значений,

5 сравнивают вычисленное значение коэффициента взаимной корреляции с заданным значением (уставкой) и принимают решение о формировании управляющего воздействия.

10

15

20

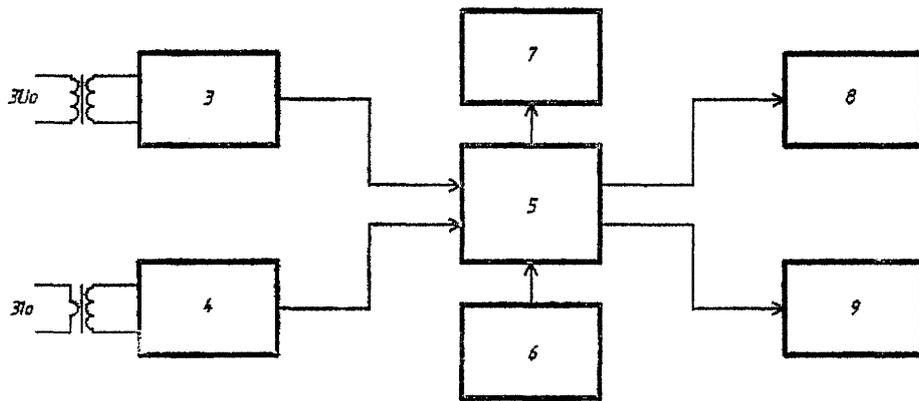
25

30

35

40

45



Фиг. 1