



(19) **KG (11) 2103 (13) C1**
(51) **H02H 5/10 (2018.01)**
G01R 31/02 (2018.01)

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЛУЖБА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ И
ИННОВАЦИЙ ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ к патенту Кыргызской Республики под ответ-
ственность заявителя (владельца)**

(21) 20180008.1

(22) 06.02.2018

(46) 31.10.2018, Бюл. № 10

(71) Оморов Т. Т.; Такырбашев Б. К. (KG)

(72) Оморов Т. Т.; Такырбашев Б. К.; Закиряев К. Э.; Койбагаров Т. Д. (KG)

(73) Оморов Т. Т.; Такырбашев Б. К. (KG)

(56) Патент под ответственность заявителя KG № 1935, C1, кл. G01R 11/24, 2017

**(54) Способ диагностики и защиты от обрывов электрических линий трехфазных распреде-
лительных сетей 0,4 кВ в составе АСКУЭ**

(57) Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано для диагностики и за-
щиты от обрывов фазных и нулевого проводов линии электрической сети напряжением 0,4 кВ в
составе автоматизированной системы контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ).

Задачей изобретения является точное определение места обрыва фазных и нулевого проводов
и локализация мест обрывов проводов сети в составе АСКУЭ, а также повышение условий элек-
тробезопасности и диагностики состояний проводов.

Поставленная задача решается тем, что в способе диагностики и защиты от обрывов электри-
ческих линий трехфазных распределительных сетей 0,4 кВ в составе АСКУЭ, включающий разме-
щение в начале линии трансформаторной подстанции, содержащей головной счетчик с PLC-
модемом и концентратор данных, подключение каждого потребителя к линии электроснабжения
через счетчик с PLC-модемом, периодический сбор данных со счетчиков потребителей, которые
поступают в концентратор данных для хранения, их суммирования и сравнения, и на основе дан-
ных определение текущего электрического состояния трехфазной сети, согласно изобретению,
измеренные счетчиками потребителей данные передают в идентификатор динамики нагрузки
концентратора данных по технологии PLC, эти данные преобразуют в комплексные формы и за-
писывают в базу данных концентратора данных, на основе вычислений межабонентских
комплексных токов и межабонентских сопротивлений нулевого провода определяют координаты
обрыва фазных и/или нулевого проводов и дают команду на отключение сети.

1 н. п. ф., 3 фиг.

Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано для диагностики и
защиты от обрывов фазных и нулевого проводов линии электрической сети напряжением 0,4 кВ в
составе автоматизированной системы контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ).

Известен способ защиты от обрывов фазных и нулевого проводов воздушной линии элек-
трической сети напряжением 380 В, заключающийся в использовании для защиты линии трехфаз-
ного микропроцессорного счетчика электрической энергии, устанавливаемого на вводе потреби-
теля, в дополнение его функций, позволяющим выявлять обрывы фазных и нулевого проводов, в
формировании в счетчике команды отключающего сигнала, передаваемого в трансформаторную
подстанцию, питающую воздушную линию. Команда отключающего сигнала воздействует на не-
зависимый расцепитель автоматического выключателя, установленного в начале воздушной ли-
нии, и обеспечивает отключение поврежденной линии (Патент RU № 2581607, C1, кл. H02H 5/10,
2016).

Недостатком известного способа является то, что не определяется точное место обрыва фазных и нулевого проводов.

Наиболее близким является способ локализации мест несанкционированного отбора электроэнергии в электросетях 0,4 кВ, включающий размещение в начале линии трансформаторной подстанции с головным счетчиком и концентратором данных, сбор данных со всех счетчиков электроэнергии, которые поступают на концентратор данных для сравнения их суммарных значений с общим током на выходе трансформатора, автоматическое определение потерь электроэнергии и величины тока отбора на межабонентских участках сети, каждого абонента (потребителя) подключают к линии электроснабжения через счетчик с PLC-модемом для трехфазной четырехпроводной сети, при этом сбор данных со всех счетчиков электроэнергии производят периодически и на основе данных о нормальном и возмущенном состоянии сети определяют координаты мест отбора электроэнергии на межабонентских участках сети (Патент под ответственность заявителя КГ № 1935, С1, кл. G01R 11/24, 2017).

Недостатком известного способа является то, что не предусмотрено точное определение места обрыва фазных и нулевого проводов.

Задачей изобретения является точное определение места обрыва фазных и нулевого проводов и локализация мест обрывов проводов сети в составе АСКУЭ, а также повышение условий электробезопасности и диагностики состояний проводов.

Поставленная задача решается тем, что в способе диагностики и защиты от обрывов электрических линий трехфазных распределительных сетей 0,4 кВ в составе АСКУЭ, включающий размещение в начале линии трансформаторной подстанции, содержащей головной счетчик с PLC-модемом и концентратор данных, подключение каждого потребителя к линии электроснабжения через счетчик с PLC-модемом, периодический сбор данных со счетчиков потребителей, которые поступают в концентратор данных для хранения, их суммирования и сравнения, и на основе данных определение текущего электрического состояния трехфазной сети, согласно изобретению, измеренные счетчиками потребителей данные передают в идентификатор динамики нагрузки концентратора данных по технологии PLC, эти данные преобразуют в комплексные формы и записывают в базу данных концентратора данных, на основе вычислений межабонентских комплексных токов и межабонентских сопротивлений нулевого провода определяют координаты обрыва фазных и/или нулевого проводов и дают команду на отключение сети.

Изобретение поясняется чертежом, где на фиг. 1 представлена структурная схема, содержащая элементы для реализации способа; на фиг. 2 - схема работы идентификатора динамики нагрузки; на фиг. 3 - расчетная схема замещения трехфазной распределительной сети 0,4 кВ.

Способ осуществляется следующим образом.

Подключение потребителей к распределительной сети 0,4 кВ осуществляется по схеме, приведенной на фиг. 1. В начале линии размещается трансформаторная подстанция (ТП), включающая головной счетчик (ГСЧ) с PLC-модемом, автоматический выключатель (АВ) с независимым расцепителем (НР), концентратор данных (КД) с идентификатором динамики нагрузки (ИДН) с PLC-модемом. Каждого потребителя с нагрузкой (Н) подключают к электрической сети через счетчик (СЧ) с PLC-модемом, передающим сигналы в КД через линии 0,4 кВ.

В нормальном режиме работы линии обрыва проводов нет. Система линейных и фазных напряжений симметрична и схема находится в режиме диагностики.

Счетчики ($СЧ_1, СЧ_2, СЧ_3 \dots СЧ_n$) с PLC-модемом с требуемой точностью измеряют действующие значения токов, напряжений и коэффициенты мощности $\cos \varphi_{vk}$ на нагрузках потребителей (фиг. 1). Эти данные в дискретные моменты времени передаются в ИДН концентратора данных по технологии PLC (Power Line Communication - коммуникация, построенная на линиях электропередачи). ИДН преобразует действующие значения токов и напряжений в комплексные формы и эти данные записывает в базу данных КД. КД в каждый момент времени на основе суммирования поступивших данных вычисляет межабонентские токи и напряжения, на основе которых определяет векторы межабонентских сопротивлений, а также фазные и абонентские сопротивления. Полученные данные определяют текущее электрическое состояние трехфазной сети.

Если межабонентские комплексные токи i_{vk} для k -й фазы равны нулю, то судят об обрыве этой фазной линии. При разнице значений текущего межабонентского сопротивления Z_η с предыдущим Z_η^* , т. е. $Z_\eta \neq Z_\eta^*$, то судят об обрыве η -го участка нейтрального провода.

При обрыве проводов КД дает команду НР автоматического выключателя (АВ) на его отключение, после отключения АВ цепь трехфазной сети и линия обесточивается, в тот же момент времени КД передает информацию в пульт управления диспетчера о точном месте нахождения обрыва проводов.

Преобразование действующих значений токов и напряжений нагрузок в комплексные формы осуществляется согласно схеме работы ИДН (фиг. 2). Со счетчиков электроэнергии (C_{vk} - обозначение v -ого потребителя ($v = \overline{1, n}$), подключенного к k -й фазе) в ИДН по каналам связи в дискретные моменты времени $t \in [t_\xi, t_{\xi+1}]$ с шагом дискретизации $\Delta t_\xi = t_{\xi+1} - t_\xi$ ($\xi = 1, 2, \dots$) поступают следующие данные:

1. Действующие значения токов I_{vk} и напряжений U_{vk} на нагрузках Z_{vk} ;
2. Коэффициенты мощности $\cos \varphi_{vk}$, определяемые фазовыми сдвигами φ_{vk} между соответствующими напряжениями \tilde{U}_{vk} и токами \tilde{I}_{vk} , где \tilde{I}_{vk} и \tilde{U}_{vk} - мгновенные ток и напряжение на нагрузке Z_{vk} .

ИДН, согласно алгоритма преобразования, преобразует действующие значения токов I_{vk} и напряжений U_{vk} в комплексную форму:

$$\dot{I}_{vk} = I_{vk}^B + j I_{vk}^M = I_{vk} e^{j\alpha_{vk}}, \quad (1)$$

$$\dot{U}_{vk} = U_{vk}^B + j U_{vk}^M = U_{vk} e^{j\psi_{vk}},$$

$$v = \overline{1, n}, \quad k = \overline{1, 3}, \quad (2)$$

где символы «В» и «М» обозначают вещественные и мнимые части соответствующих комплексных переменных; $I_{vk}, U_{vk}, \alpha_{vk}, \psi_{vk}$ - модули и фазовые сдвиги этих переменных; $j = \sqrt{-1}$ - мнимое число.

Вычисление КД межабонентских токов i_{vk} и j_v осуществляется на основе первого закона Кирхгофа (фиг. 3) по следующим формулам:

$$i_{vk} = \sum_{l=v}^n \dot{I}_{lk} = \sum_{l=v}^n (I_{lk}^B + j I_{lk}^M);$$

$$v = \overline{1, n}; \quad k = \overline{1, 3}. \quad (3)$$

$$j_v = i_{v1} + i_{v2} + i_{v3};$$

$$v = \overline{1, n}.$$

в момент времени $t \in [t_\xi, t_{\xi+1}]$ в штатном режиме записываются на базу данных КД следующие комплексные вектора:

$$\dot{I}_k = [\dot{I}_{1k}, \dot{I}_{2k}, \dots, \dot{I}_{nk}],$$

$$\dot{U}_k = [\dot{U}_{1k}, \dot{U}_{2k}, \dots, \dot{U}_{nk}],$$

$$\begin{aligned}
\dot{u}'_k &= [\dot{u}_{1k}, \dot{u}_{2k}, \dots, \dot{u}_{nk}], \\
i_k &= [i_{1k}, i_{2k}, \dots, i_{nk}], \\
\dot{u} &= [\dot{u}_1, \dot{u}_2, \dots, \dot{u}_n], \\
j &= [j_1, j_2, \dots, j_n],
\end{aligned} \tag{4}$$

На основе межабонентских токов и напряжений определяют векторы межабонентских сопротивлений фазного и нулевого проводов:

$$\begin{aligned}
Z_k &= [z_{1k}, z_{2k}, \dots, z_{nk}], \\
Z_N &= [z_1, z_2, \dots, z_n], \\
k &= \overline{1, 3},
\end{aligned}$$

где \dot{i}_{vk} , \dot{U}_{vk} , \dot{u}_{vk} , i_{vk} , \dot{u}_v , j_v - комплексные представления соответствующих электрических переменных.

При обрыве провода q -го межабонентского участка k -й фазы должны выполняться условия:

$$i_{vk} = 0, \quad v = q, q + 1, \dots, n,$$

так как соответствующие нагрузки при этом отключены от питания. Тогда структура вектора i_k имеет следующий вид:

$$i_k = [i_{1k}, i_{2k}, \dots, i_{q-1,k}, 0, 0, \dots, 0], \tag{5}$$

где $i_{vk} > 0$, $v = 1, 2, \dots, q - 1$. Первый нуль «0» компонентов вектора i_k указывает координаты обрыва фазного провода.

При обрыве нейтрального провода η -го межабонентского участка имеют место следующие соотношения для компонентов вектора Z_N :

$$\begin{aligned}
z_\eta &\neq z_\eta^*, \\
z_v &= z_v^*, \\
v &= 1, 2, \dots, \eta - 1, \eta + 1, \dots, n,
\end{aligned} \tag{6}$$

где z_η и z_η^* - текущее и предыдущее значения сопротивления, определенного для рассматриваемого дискретного момента времени t ; z_v и z_v^* - величины базовых сопротивлений нейтрального провода межабонентского участка. При этом вектор Z_N имеет следующий вид:

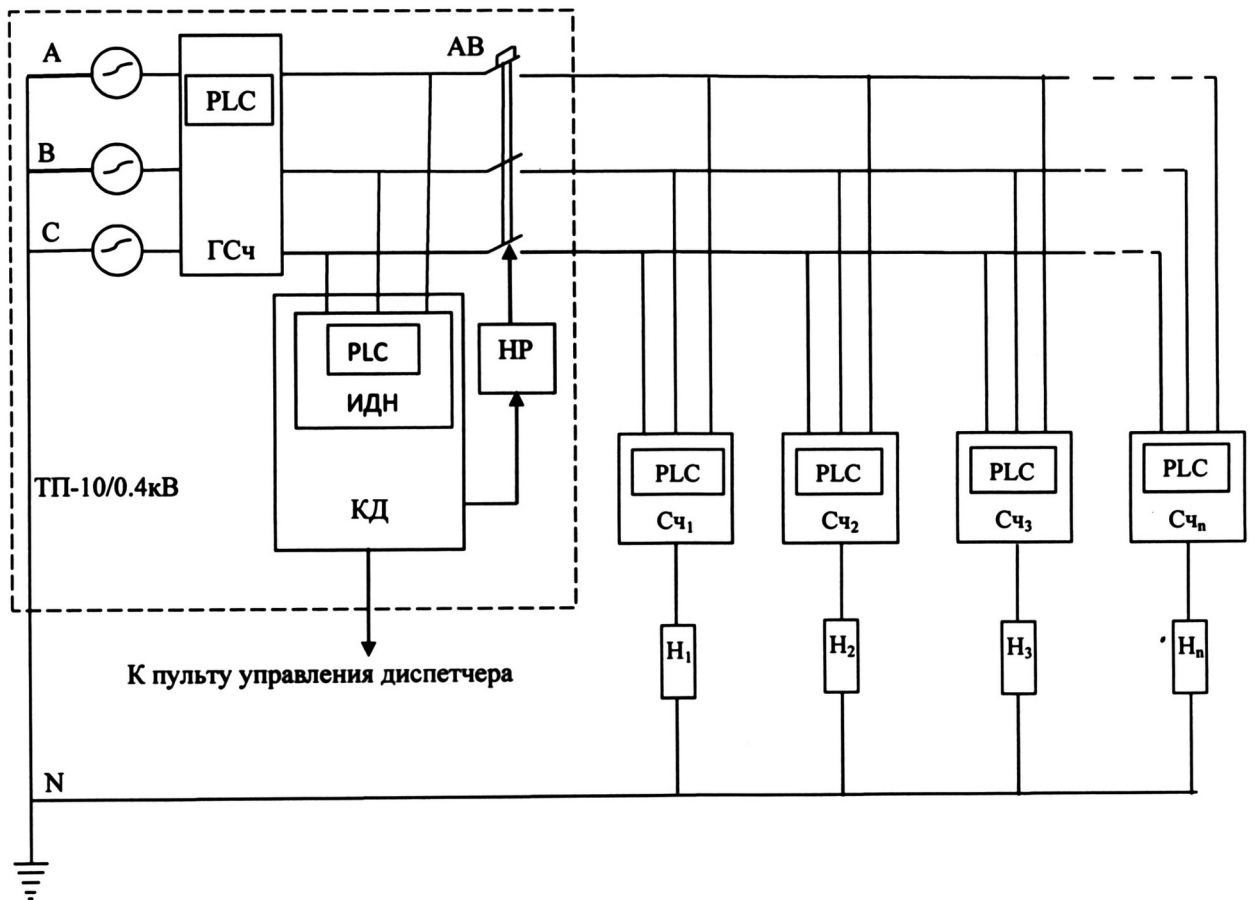
$$Z_N = [z_1^*, z_2^*, \dots, z_{\eta-1}^*, z_\eta, z_{\eta+1}^*, \dots, z_n^*].$$

Таким образом, при выполнении условия (6), векторы Z_N^* и Z_N не являются равными, т. е. $Z_N \neq Z_N^*$. Сравнивая компоненты векторов Z_N^* и Z_N , КД определяет координаты обрыва нейтрального провода и формирует сигнал на отключение АВ.

Формула изобретения

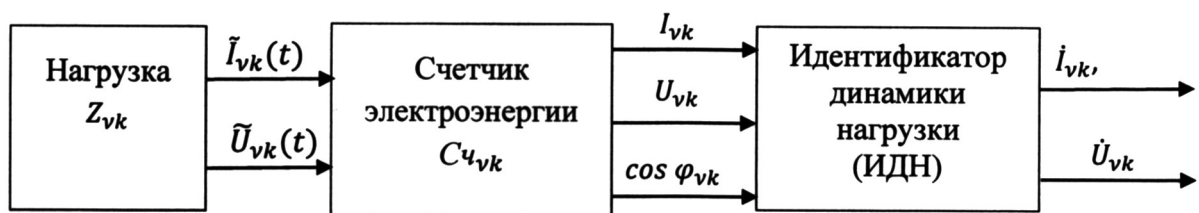
Способ диагностики и защиты от обрывов электрических линий трехфазных распределительных сетей 0,4 кВ в составе АСКУЭ, включающий размещение в начале линии трансформаторной подстанции, содержащей головной счетчик с PLC-модемом и концентратор данных, подключение каждого потребителя к линии электроснабжения через счетчик с PLC-модемом, периодический сбор данных со счетчиков потребителей, которые поступают в концентратор данных для хранения, их суммирования и сравнения, и на основе данных определение текущего электрического состояния трехфазной сети, отличающийся тем, что измеренные счетчиками потребителей данные передают в идентификатор динамики нагрузки концентратора данных по технологии PLC, эти данные преобразуют в комплексные формы и записывают в базу данных концентратора данных, на основе вычислений межабонентских комплексных токов и межабонентских сопротивлений нулевого провода определяют координаты обрыва фазных и/или нулевого проводов и дают команду на отключение сети.

Способ диагностики и защиты от обрывов электрических линий трехфазных распределительных сетей 0,4 кВ в составе АСКУЭ

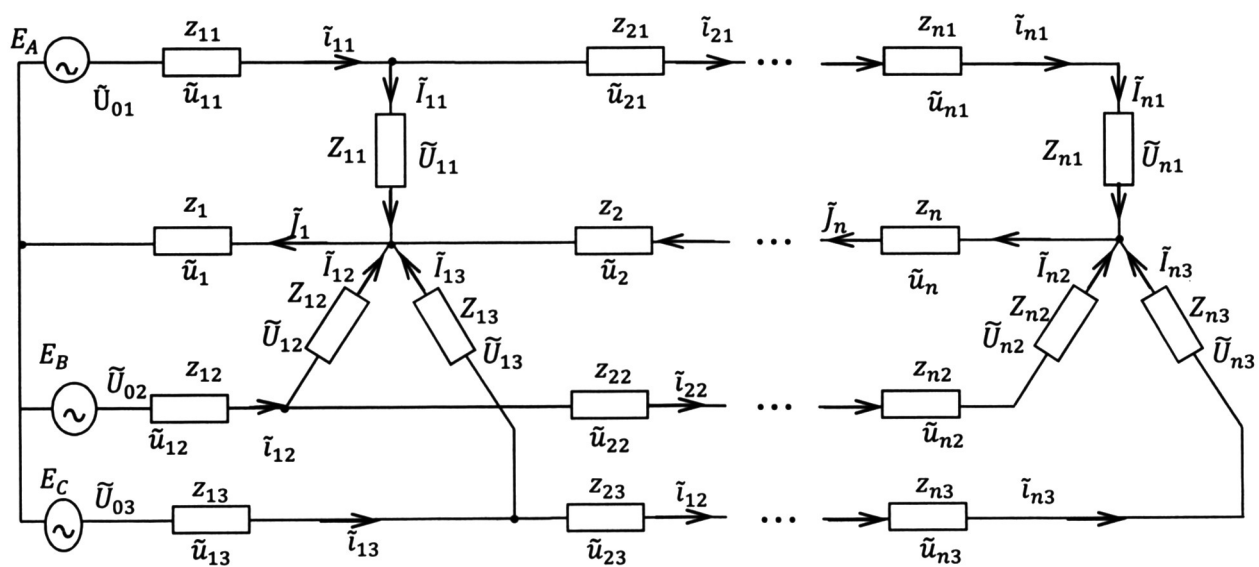


Фиг. 1

Способ диагностики и защиты от обрывов электрических линий трехфазных распределительных сетей 0,4 кВ в составе АСКУЭ



Фиг. 2



Фиг. 3

Выпущено отделом подготовки материалов

Государственная служба интеллектуальной собственности и инноваций при Правительстве Кыргызской Республики,
720021, г. Бишкек, ул. Московская, 62, тел.: (312) 68 08 19, 68 16 41; факс: (312) 68 17 03