



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2013106121/07, 12.02.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
12.02.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 12.02.2013

(43) Дата публикации заявки: 20.08.2014 Бюл. № 23

(45) Опубликовано: 10.01.2015 Бюл. № 1

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 76753 U1, 27.09.2008. RU 2447454 C1, 10.04.2012. RU 2244994 C1, 20.01.2005. RU 2164049 C1, 10.03.2001. EP 0994548 A2, 19.04.2000

Адрес для переписки:

662942, Красноярский край, Курагинский р-н,  
пос. Журавлёво, пер. Школьный, 4, Верховскому  
Я.Л.

(72) Автор(ы):

**Верховский Ян Лейбович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Верховский Ян Лейбович (RU)**

**(54) СПОСОБ ЗАЩИТЫ ДЛИННЫХ СЕЛЬСКИХ ЛЭП-0,4 ОТ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области электротехники. Технический результат заключается в обеспечении защиты длинных линий на всем протяжении. Этот результат достигается тем, что используется естественный показатель фактического уменьшения тока нагрузки в линии по мере удаления потребителей от питающей подстанции. Установив дополнительный контроль тока короткого замыкания и рассекающий линию исполнительный аппарат в точке, где

сопротивление петли фаза-ноль начинает превышать допустимое для срабатывания расцепителей автомата, установленного в распредустройстве КТП (комплектной трансформаторной подстанции), обеспечивается возможность привести в соответствие нагрузку, уставки исполнительного аппарата и величину тока короткого замыкания в этой точке. Таким образом, заявленный способ позволяет обеспечить надежную защиту длинной линии от коротких замыканий на всем ее протяжении.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 538 091** (13) **C2**  
(51) Int. Cl.  
*H02H 7/30* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2013106121/07, 12.02.2013**

(24) Effective date for property rights:  
**12.02.2013**

Priority:

(22) Date of filing: **12.02.2013**

(43) Application published: **20.08.2014** Bull. № 23

(45) Date of publication: **10.01.2015** Bull. № 1

Mail address:

**662942, Krasnojarskij kraj, Kuraginskij r-n, pos.  
Zhuravlevo, per. Shkol'nyj, 4, Verkhovskomu Ja.L.**

(72) Inventor(s):

**Verkhovskij Jan Lejbovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Verkhovskij Jan Lejbovich (RU)**

(54) **METHOD OF PROTECTION OF LONG RURAL POWER TRANSMITTING LINES LEP-0,4 AGAINST SHORT CIRCUITS**

(57) Abstract:

FIELD: electricity.

SUBSTANCE: natural index of actual load current decreasing in line as far as users are removed from the power substation is used. By provision of the additional monitoring of short circuit current and line breaking device in point where resistance of the loop phase-zero begins exceedance of the set-point permitted for tripping

of the circuit breakers installed in the switchgear of integrated transformer substation it is possible to ensure possibility to put in compliance the load, set-point and of the executive device and short circuit current in this point.

EFFECT: protection of long lines through the full distance.

R U 2 5 3 8 0 9 1 C 2

R U 2 5 3 8 0 9 1 C 2

Способ защиты длинных сельских ЛЭП-0,4 кВ от коротких замыканий относится к области электротехники, а более точно к методам и способам защиты электрических линий, и может быть использован для защиты от коротких замыканий как для новых, так и для действующих ЛЭП-0,4 кВ. Корни проблемы длинных сельских электролиний  
 5 исходят от естественного процесса расширения сельских территорий. Удлиняются существующие линии. Вероятность коротких замыканий и особенно однофазных довольно высока, так как каждое ответвление к жилому дому не имеет никакой защиты. Традиционный способ защиты - это контроль токов короткого замыкания посредством автоматического выключателя в распределительном устройстве КТП. Автомат имеет тепловой и  
 10 электромагнитный расцепители. Номинальный ток должен быть на 20-30% больше, чем суммарная расчетная нагрузка всех потребителей на одну фазу. Поэтому его уставки защиты оказываются нередко за пределами чувствительности при коротком замыкании в длинных линиях из-за того, что сопротивление проводов линии на некотором расстоянии от КТП начинает превышать допустимое сопротивление петли фаза-ноль.  
 15 Ток короткого замыкания при этом становится меньше тока, достаточного для срабатывания расцепителя автомата. Линия оказывается неотключенной при коротком замыкании со всеми вытекающими отсюда последствиями. Имеют место случаи сваривания проводов между собой, отгорание одного из проводов и падение его на землю, что особенно опасно для детей и животных. На промышленных предприятиях,  
 20 где имеются электротехнические лаборатории, регулярно по установленному графику производятся электрические замеры петли фаза-ноль с целью выявления необеспеченного защитой от короткого замыкания электрооборудования. Для этого существуют соответствующие приборы и методы производства замеров. Если электрооборудование при коротком замыкании не будет вовремя отключено, то возникает пожароопасная  
 25 ситуация, что, естественно, недопустимо. Ток однофазного короткого замыкания меньше в 1,73 раза тока линейного тока короткого замыкания, поэтому также возможно применение устройств нулевой защиты УНЗ, предназначенное для защиты линии 0,4 кВ от однофазных коротких замыканий. Нулевой провод пропускается в отверстие дифференциального трансформатора. При возникновении однофазного к.з. устройство  
 30 вырабатывает отключающий сигнал, воздействующий на независимый расцепитель питающего автомата. Этот способ позволяет уменьшить ток уставки защиты, но и в этом случае порог срабатывания обязан быть больше суммарного тока нагрузки с тем, чтобы исключить ложное срабатывание защиты. Ток короткого замыкания в конце длинной линии все равно может оказаться меньше уставки защиты, и она не сработает,  
 35 что и происходит зачастую. Значит, чтобы решить проблему длинных линий, нужен принципиально другой подход. Ключ решения этой задачи в том, что совсем не обязательно и даже неразумно отключать всю линию, если короткое замыкание случилось в конце линии(!).

В данном изобретении предлагается простой способ разрешения этой проблемы.  
 40 Для пояснения способа приведен практический пример одной сельской линии. Сельская КТП-400, одна из трех линий которой имеет длину 800 метров. Автоматический выключатель на 250 ампер предназначен для защиты этой линии от коротких замыканий. Электромагнитная отсечка имеет кратность 12, а тепловой расцепитель соответственно номинальному току автомата 250 ампер. Провод ЛЭП 0,4 кВ имеет сечение 50  
 45 квадратных миллиметров, сопротивление которого 0,63 ома на 1000 метров длины. Для расчета петли фаза-ноль  $R = [U_{k.з.} \times U_n] : [1,73 \times I_n \times 100] = [5,5 \times 220] : [1,73 \times 600 \times 100] = 0,012$  ома.

Для надежного срабатывания ток срабатывания электромагнитного расцепителя

должен быть меньше тока короткого замыкания, то есть сопротивление петли не должно превышать:  $R = U_n : [12 \times I_n] = 220 : [12 \times 250] = 0,073$  ома. Определим расстояние от подстанции, дальше которого электромагнитный расцепитель уже не сработает, так как сопротивление петли фаза-ноль начнет превышать 0,073 ома:  $R = 0,073 - 0,012 = 0,061$  ома, делим на 2, так как провода два в цепи петли:  $0,061 : 2 = 0,0305$  ома. Составим пропорцию расстояния и сопротивления провода: 1000 к 0,63 как L к 0,0305, то есть:  $L = 1000 \times 0,0305 : 0,63 = 49,2$  м. Что же получается? Уже на расстоянии 50 метров от начала линии отсечка автомата будет бездействовать! Но есть еще тепловой расцепитель в автомате. Для срабатывания теплового расцепителя с минимальной задержкой определим пограничное расстояние при 2-кратном токе короткого замыкания по отношению к току теплового расцепителя:  $R = 220 : [2 \times 250] = 0,44$  ома;  $0,44 - 0,012 = 0,428$  ома;  $0,428 : 2 = 0,214$  ома. По аналогии тому, как составлена пропорция выше, определим расстояние от КТП для теплового расцепителя:

$L = 1000 \times 0,214 : 0,63 = 339,7$  м. То есть на этом расстоянии от КТП заканчивается действие защиты посредством автоматического выключателя, установленного в распреустройстве подстанции. А как же оставшиеся 460 метров линии и ее потребители? Конечно же, это недопустимо. Больше половины длины ЛЭП фактически не имеет защиту от коротких замыканий.

Предлагаемый способ в данном изобретении просто решает эту задачу. Как уже было упомянуто выше, не обязательно отключать всю линию, если короткое замыкание случилось в конце линии. Поэтому в точке, где заканчивается защита посредством первого автомата, в линию врезан другой автоматический выключатель, который несет только оставшуюся нагрузку, а значит, его уставки расцепителей уже соответствуют сопротивлению петли фаза-ноль в этой точке. Определим, на каком расстоянии теперь обеспечена защита линии. В соответствии с оставшейся нагрузкой выбираем автомат на 160 ампер. Вычисляем аналогично расчетам выше:  $220 : [2 \times 160] = 0,69$  ома.  $0,69 - 0,012 = 0,678$  ома.  $0,678 : 2 = 0,339$  ома.  $L = 1000 \times 0,339 : 0,63 = 538,1$  м. Но так как наша линия имеет длину 800 метров, то необходимо проделать то же самое уже в соответствии с нагрузкой в этой точке. Выбираем теперь автомат на 100 ампер. Определяем расстояние от КТП, обеспеченное защитой теперь:  $220 : [2 \times 100] = 1,1$  ома.  $1,1 - 0,012 = 1,088$  ома.  $1,088 : 2 = 0,544$  ома.  $L = 1000 \times 0,544 : 0,63 = 863,5$  метра. Таким образом ЛЭП 0,4 кВ имеет защиту от коротких замыканий на всем ее протяжении.

Непосредственно на опоре, где должен быть врезан в линию автомат, устанавливается герметичный силовой ящик. Внедрить предлагаемую защиту можно как для новых ЛЭП, так и для действующих линий. Место и точка врезки автомата в линию определяется при помощи существующих приборов для замера петли фаза-ноль или простым измерением величины падения напряжения на известную нагрузку (метод амперметра-вольтметра). Расходы при этом незначительные по сравнению с получаемым результатом надежности защиты линий 0,4 кВ от коротких замыканий.

Таким образом, с целью обеспечения защиты линии на всем протяжении через использование показателя фактического уменьшения тока нагрузки в линии по мере удаления потребителей от питающей подстанции, дополнительно имеет контроль фазных токов и рассекающий линию исполнительный аппарат с расцепителями, соответствующими нагрузке и току короткого замыкания именно в точке, где сопротивление петли фаза-ноль начинает превышать допустимое сопротивление для срабатывания первого аппарата.

#### Формула изобретения

Способ защиты длинных сельских ЛЭП-0,4 кВ от коротких замыканий, основанный на контроле величины тока в фазных проводах линии и воздействии на механизм отключения линии при токе короткого замыкания, превышающим уставки срабатывания электромагнитного и теплового расцепителей, отличающийся тем, что, с целью обеспечения защиты линии на всем ее протяжении через использование показателя фактического уменьшения тока нагрузки в линии по мере удаления потребителей от питающей подстанции, дополнительно имеет контроль фазных токов и рассекающий линию исполнительный аппарат с расцепителями, соответствующими нагрузке и току короткого замыкания именно в точке, где сопротивление петли фаза-ноль уже начинает превышать допустимое сопротивление для срабатывания первого аппарата.

15

20

25

30

35

40

45