



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014110583/28, 19.03.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
19.03.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 19.03.2014

(45) Опубликовано: 27.06.2015 Бюл. № 18

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2397499 C2 20.08.2010 . KZ 21241
A4 15.05.2009 . SU 1226359 A1 23.04.1986 . SU
1789943 A1 23.01.1993 . US 6433698 B1
13.08.2002 . US 6014301 A1 11.01.2000

Адрес для переписки:

634050, г.Томск, пр. Ленина, 30, ФГБОУ ВПО
"НИТПУ", отдел правовой охраны результатов
интеллектуальной деятельности

(72) Автор(ы):

Жантлесова Асемгуль Бейсембаевна (RU),
Исабекова Бибигуль Бейсембаевна (KZ)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Национальный исследовательский Томский
политехнический университет" (RU)

(54) СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ТОКА КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

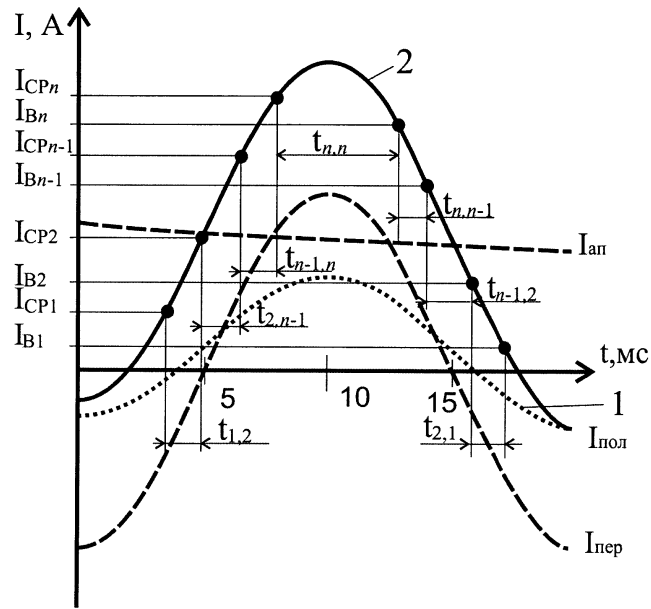
(57) Реферат:

Изобретение относится к энергетике, а именно к измерительной технике, и может быть использовано для измерения токов в электроустановках. Способ измерения тока короткого замыкания в проводнике с помощью герконов заключается в том, что n герконов с нормально разомкнутыми контактами устанавливают вблизи проводника, настраивают их так, чтобы они замыкали контакты при токах срабатывания I_{CP1} и I_{CP2} и размыкали контакты при токах возврата I_{B1} и I_{B2} . Причем n герконов устанавливают на безопасных расстояниях $h_1, h_2, \dots, h_{n-1}, h_n$ от проводника. Настраивают герконы так, чтобы они срабатывали при токах срабатывания $I_{CPn} > I_{CPn-1} > \dots > I_{CP2} > I_{CP1}$ и возвращались в исходное положение при токах возврата $I_{Bn} > I_{Bn-1} > \dots > I_{B2} > I_{B1}$. Затем измеряют

время между замыканием первого и второго геркона, ..., $n-1$ -го и n -го геркона, время между срабатыванием и возвратом n -го геркона, время между возвратом контактов n -го геркона и возвратом контактов $n-1$ -го геркона, ..., возвратом контактов второго геркона и возвратом контактов первого геркона. По полученным данным строят графическую зависимость искомого тока $I=f(t)$, аппроксимируют ее

$$I(t) = A_0 + A_1 \cdot t + A_2 \cdot t^2 + A_3 \cdot t^3 + A_4 \cdot t^4 + A_5 \cdot t^5 + A_6 \cdot t^6,$$

где $A_0, A_1, A_2, A_3, A_4, A_5$ и A_6 - коэффициенты полинома, и определяют максимальное отклонение тока, являющееся амплитудой измеряемого тока короткого замыкания. Техническим результатом является повышение точности измерения тока короткого замыкания. 2 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2014110583/28, 19.03.2014

(24) Effective date for property rights:
19.03.2014

Priority:

(22) Date of filing: 19.03.2014

(45) Date of publication: 27.06.2015 Bull. № 18

Mail address:

634050, g.Tomsk, pr. Lenina, 30, FGBOU VPO
"NITPU", otdel pravovoj okhrany rezul'tatov
intellektual'noj dejatel'nosti

(72) Inventor(s):

Zhantlesova Asemgul' Bejsembaevna (RU),
Isabekova Bibigul' Bejsembaevna (KZ)

(73) Proprietor(s):

Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovanija "Natsional'nyj
issledovatel'skij Tomskij politekhnicheskij
universitet" (RU)

(54) **METHOD FOR MEASURING FAULT CURRENT**

(57) Abstract:

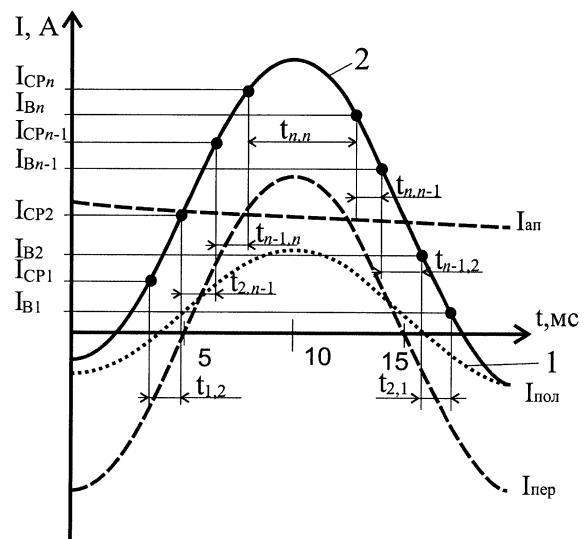
FIELD: electricity.

SUBSTANCE: method for measuring fault current in conductor by means of reed relays lies in that n reed relays with normally open contacts are installed closed to the conductor and aligned so that they close contacts at pick-up current of I_{P1} and I_{P2} and open contacts at drop-off current I_{D1} and I_{D2} . At that n reed relays are mounted at safe distance $h_1, h_2, \dots, h_{n-1}, h_n$ from the conductor. The reed relays are set so that they operate at pick-up current $I_{Pn} > I_{Pn-1} > \dots > I_{P2} > I_{P1}$ and return to initial position at drop-off current $I_{Dn} > I_{Dn-1} > \dots > I_{D2} > I_{D1}$. Then time is measured between closure of the first and second reed relay, ..., n-1th and nth reed relay, time between operation and return of nth relay, time between return of contacts of nth reed relay and return of contacts of n-1th relay, ..., return of contacts of the second reed relay and return of contacts of the first reed relay. With the obtained data target current curve $I=f(t)$ is plotted, approximated as $I(t)=A_0+A_1 \cdot t+A_2 \cdot t^2+A_3 \cdot t^3+A_4 \cdot t^4+A_5 \cdot t^5+A_6 \cdot t^6$, where $A_0, A_1, A_2, A_3, A_4, A_5$

and A_6 are polynomial coefficients, and maximum current deviation is defined as amplitude of the measured fault current.

EFFECT: fault current measurement accuracy improvement.

2 dwg



Фиг. 1

RU 2 554 282 C1

RU 2 554 282 C1

Изобретение относится к энергетике, а именно к измерительной технике, и может быть использовано для измерения токов короткого замыкания в электроустановках.

Известен способ измерения тока в проводнике [Хомерике О.К. Полупроводниковые преобразователи магнитного поля. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - С.7-19.] путем фиксации напряжения на выходе датчика Холла, установленного вблизи проводника, при котором по напряжению определяют величину магнитной индукции, создавшей его, а по последней - величину тока в проводнике.

Однако величина контролируемого напряжения незначительна и зависит от температуры окружающей среды, что требует дополнительного усиления сигнала и компенсации температурных погрешностей. В конечном итоге это ведет к снижению точности измерения тока.

Наиболее близким к предлагаемому является способ измерения тока в проводнике с помощью герконов [RU 2397499 C2, МПК G01R 19/30 (2006.01), опубл. 20.08.2010], заключающийся в том, что два геркона с нормально разомкнутыми контактами устанавливают вблизи проводника и настраивают их так, чтобы они срабатывали и замыкали контакты при соответствующих токах срабатывания I_{CP1} , I_{CP2} в проводнике, возвращались в исходное положение и размыкали контакты при токах возврата I_{B1} и I_{B2} соответственно. Второй геркон настраивают так, чтобы он срабатывал при токах срабатывания $I_{CP1}=I_{CP2}$, а возвращался при токах возврата $I_{B1}<I_{B2}$. Измеряют время t_1 между моментами размыкания контактов герконов после их срабатывания и определяют амплитуду измеряемого тока по формуле

$$I_m = I_{B1} \cdot \sqrt{1 + (I_{B2}/I_{B1})^2 - 2 \cdot (I_{B2}/I_{B1}) \cdot \cos \omega t_1} / \sin \omega t_1$$

Недостатком способа является низкая точность, обусловленная погрешностью в измерении тока замыкания, возникшей из-за пренебрежения влиянием апериодической составляющей тока $I_{ан}$.

Задачей изобретения является повышение точности измерения тока короткого замыкания.

Это достигается тем, что способ измерения тока короткого замыкания в проводнике с помощью герконов, так же как в прототипе, заключается в том, что два геркона с нормально разомкнутыми контактами устанавливают вблизи проводника, настраивают их так, чтобы они замыкали контакты при токах срабатывания I_{CP1} и I_{CP2} размыкали контакты при токах возврата I_{B1} и I_{B2} .

Согласно изобретению n герконов устанавливают на безопасных расстояниях h_1 , h_2 , ..., h_{n-1} , h_n от проводника, настраивают герконы так, чтобы они срабатывали при токах срабатывания $I_{CPn}>I_{CPn-1}>...>I_{CP2}>I_{CP1}$ и возвращались в исходное положение при токах возврата $I_{Bn}>I_{Bn-1}>...>I_{B2}>I_{B1}$, измеряют время между замыканием первого и второго герконов, ..., $n-1$ и n геркона, время между срабатыванием и возвратом n - геркона, время между возвратом контактов n - геркона и возвратом контактов $n-1$ геркона, ..., возвратом контактов второго геркона и возвратом контактов первого геркона, по полученным данным строят графическую зависимость искомого тока $I=f(t)$, аппроксимируют ее:

$$I(t)=A_0+A_1 \cdot t+A_2 \cdot t^2+A_3 \cdot t^3+A_4 \cdot t^4+A_5 \cdot t^5+A_6 \cdot t^6,$$

где A_0 , A_1 , A_2 , A_3 , A_4 , A_5 и A_6 - коэффициенты полинома, и определяют максимальное

отклонение тока, являющееся амплитудой измеряемого тока короткого замыкания.

Таким образом, предложенный способ позволяет учесть влияние апериодической составляющей тока $I_{ан}$. По сравнению с прототипом предложенный способ позволяет легко подобрать герконы для измерения тока короткого замыкания в проводнике, так как не нужно подбирать равные токи их срабатывания.

На фиг.1 представлена зависимость $I=f(t)$, где кривая 1 - полупериод тока с амплитудой $I_{CP2} > I_m > I_{CP1}$, кривая 2 - полупериод измеряемого тока короткого замыкания.

На фиг.2 показано устройство для реализации предлагаемого способа.

Предложенный способ измерения тока короткого замыкания может быть реализован с помощью устройства, в котором первый 1, второй 2, ..., n-1 и n герконы (фиг.2) с нормально разомкнутыми контактами размещены в магнитном поле проводника 3 с током и подключены к микроконтроллеру 4 (МК).

Могут быть использованы герконы типа МКА-14103 группы А производителя ОАО "Рязанского завода металлокерамических приборов". Микроконтроллер 4 (МК) может быть выполнен на микроконтроллере серии 51 производителя amtel AT89S53.

Способ осуществляют следующим образом.

Например, первый 1, второй 2, третий и четвертый герконы с нормально разомкнутыми контактами установлены вблизи проводника 3 на безопасном расстоянии. Расстояние h_1 от проводника до первого 1 геркона равно 0.1 м, и расстояние h_2 до второго 2 геркона составляет 0.15 м, расстояние $h_3=0.2$ м и $h_4=0.24$ м. Угол между перпендикулярной линией продольной оси проводника 3 и продольной осью первого геркона 1, второго геркона 2 и остальных n герконов составляют 90° градусов. Герконы подобраны так, чтобы токи срабатывания I_{CP1} , I_{CP2} , I_{CP3} , I_{CP4} и токи возврата I_{B1} , I_{B2} , I_{B3} , I_{B4} первого 1, второго 2, третьего и четвертого герконов соответствовали неравенствам

$$I_{CP4} > I_{CP3} > I_{CP2} > I_{CP1}, \text{ а } I_{B4} > I_{B3} > I_{B2} > I_{B1}.$$

В проводнике 3 протекает ток короткого замыкания с амплитудой I_m . При увеличении тока (фиг.1, кривая 1) до тока срабатывания $I_{CP1}=77.88$ А первого 1 геркона он замыкает разомкнутые до этого контакты, которые срабатывают. При уменьшении тока до тока возврата $I_{B1}=30,3$ А первого 1 геркона он замыкает разомкнутые до этого контакты, которые возвращаются в исходное положение, размыкая их. Это происходит под действием созданных токами I_{CP1}/I_{B1} магнитного поля напряженностью срабатывания \bar{H}_{CP1} / возврата \bar{H}_{B1} в зазоре между контактами первого 1 геркона, направленной вдоль его продольной оси. Второй 2 геркон замыкает контакты при токе срабатывания $I_{CP2}=176,8$ А, а размыкает при токе возврата $I_{B2}=67,14$ А. Третий геркон замыкает контакты при токе срабатывания $I_{CP3}=293,7$ А, а размыкает при токе возврата $I_{B3}=117,2$ А. Четвертый геркон замыкает контакты при токе срабатывания $I_{CP4}=374,6$ А, а размыкает при токе возврата $I_{B4}=149,8$ А.

Измерение тока в проводнике 3 с помощью первого 1, второго 2, третьего и четвертого герконов осуществляют следующим образом.

При увеличении тока в проводнике 3 до величины тока срабатывания I_{CP1} (фиг.1, кривая 1) первый геркон 1 срабатывает, его контакты замыкаются, микроконтроллер 4 (МК) фиксирует значение тока и начинает отсчет времени $t_{1,2}$. Если ток не увеличился до тока срабатывания I_{CP2} , то второй геркон 2 не срабатывает и микроконтроллер 4

(МК) обнуляет все значения.

Но если ток в проводнике 3 увеличивается до тока срабатывания I_{CP2} , то срабатывает второй геркон 2 (фиг.1, кривая 2). Микроконтроллер 4 (МК) фиксирует срабатывание второго геркона, промежуток времени $t_{1,2}$ и начинает отсчет времени $t_{2,3}$ до тех пор, пока не увеличится ток до тока срабатывания I_{CP3} и зафиксируется ток срабатывания третьего геркона и время $t_{2,3}$ (начнется отсчет времени $t_{3,4}$) и так далее I_{CP4} и $t_{3,4}$, I_{B4} и $t_{4,4}$, I_{B3} и $t_{4,3}$, I_{B2} и $t_{3,2}$, I_{B1} и $t_{2,1}$.

Затем с помощью микроконтроллера 4 (МК) аппроксимируют по полученным данным значения токов срабатывания и возврата герконов и времени зависимость $I=f(t)$ (кривая тока короткого замыкания), определяют максимальное отклонение, являющееся амплитудой измеряемого тока короткого замыкания.

Если аппроксимируют полиномом

$$I(t)=A_0+A_1 \cdot t+A_2 \cdot t^2+A_3 \cdot t^3+A_4 \cdot t^4+A_5 \cdot t^5+A_6 \cdot t^6$$

то коэффициенты A_0 , A_1 , A_2 , A_3 , A_4 , A_5 и A_6 определяют с помощью математических программ, например, MathCAD 14.

Например, при токах срабатывания I_{CP1} , I_{CP2} , I_{CP3} , I_{CP4} , токах возврата I_{B4} , I_{B3} , I_{B2} , I_{B1} , времени: между замыканием первого и второго герконов $t_{1,2}=0.001177$ с, между замыканием второго и третьего герконов $t_{2,3}=0.001282$ с, между замыканием третьего и четвертого герконов $t_{3,4}=0.000939$ с, между срабатыванием и возвратом четвертого геркона $t_{4,4}=0.009137$ с, между возвратами контактов четвертого и третьего герконов $t_{4,3}=0.000351$ с, между возвратами контактов третьего и второго герконов $t_{3,2}=0.000567$ с, между возвратами контактов второго и первого герконов $t_{2,1}=0.000454$ с были получены следующие коэффициенты полинома:

$$I(t)=77.88+7.65 \cdot 10^4 \cdot t+7.97 \cdot 10^6 \cdot t^2-1.18 \cdot 10^9 \cdot t^3-1.07 \cdot 10^{11} \cdot t^4+1.31 \cdot 10^{13} \cdot t^5-3.2 \cdot 10^{14} \cdot t^6.$$

Затем определяют максимальное время $t_{max}=0.007038$ с и амплитуду $I_m=525.1$ А при токе в токопроводе электроустановки, равном 526,2 А. Погрешность способа составила 0,2%.

По сравнению с прототипом предложенный способ позволяет определить амплитуду тока короткого замыкания с учетом аperiodической составляющей тока $I_{ап}$.

Формула изобретения

Способ измерения тока короткого замыкания в проводнике с помощью герконов, при котором два геркона с нормально разомкнутыми контактами устанавливаются вблизи проводника, настраивают их так, чтобы они замыкали контакты при токах срабатывания I_{CP1} и I_{CP2} и размыкали контакты при токах возврата I_{B1} и I_{B2} , отличающийся тем, что n герконов устанавливаются на безопасных расстояниях h_1 , h_2 , ..., h_{n-1} , h_n от проводника, настраивают герконы так, чтобы они срабатывали при токах срабатывания $I_{CPn}>I_{CPn-1}>...>I_{CP2}>I_{CP1}$ и возвращались в исходное положение при токах возврата $I_{Bn}>I_{Bn-1}>...>I_{B2}>I_{B1}$, измеряют время между замыканием первого и второго геркона, ..., $n-1$ -го и n -го геркона, время между срабатыванием и возвратом n -го геркона, время между возвратом контактов n -го геркона и возвратом контактов $n-1$ -го геркона, ..., возвратом контактов второго геркона и возвратом контактов первого геркона, по полученным данным строят графическую зависимость искомого тока $I=f(t)$,

аппроксимируют ее

$$I(t)=A_0+A_1\cdot t+A_2\cdot t^2+A_3\cdot t^3+A_4\cdot t^4+A_5\cdot t^5+A_6\cdot t^6,$$

где $A_0, A_1, A_2, A_3, A_4, A_5$ и A_6 - коэффициенты полинома, и определяют максимальное
5 отклонение тока, являющееся амплитудой измеряемого тока короткого замыкания.

10

15

20

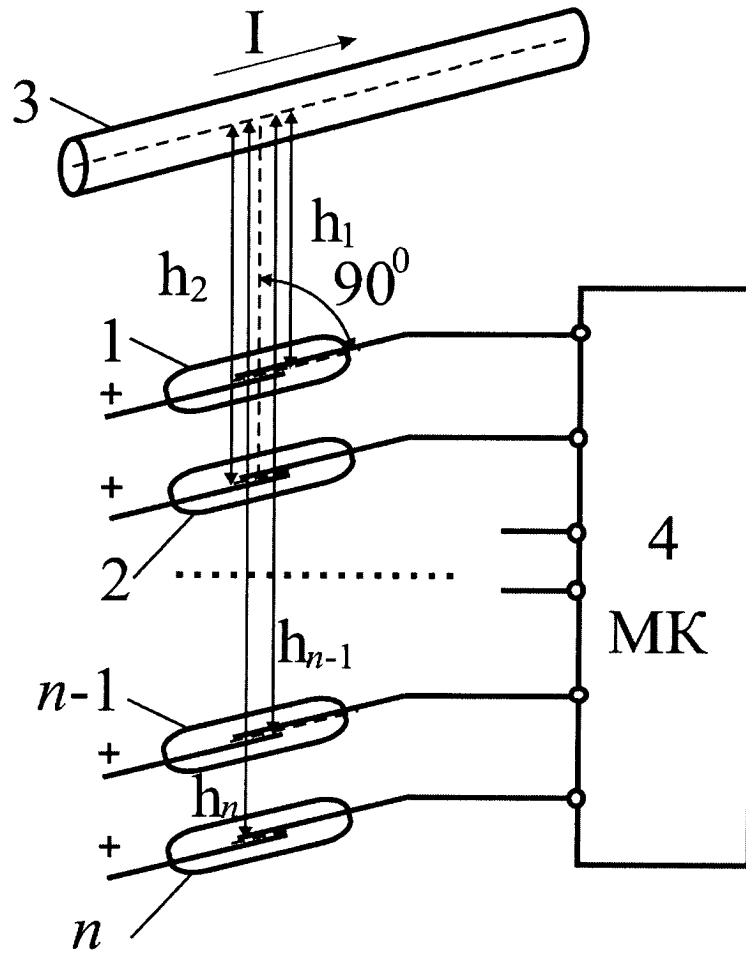
25

30

35

40

45



Фиг. 2