



(19) **ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ӘДІЛЕТ МИНИСТРЛІГІ  
ЗИЯТКЕРЛІК МЕНШІК ҚҰҚЫҒЫ КОМИТЕТІ**

**ӨНЕРТАБЫСҚА**

(11) **№ 28736**

(12) **ИННОВАЦИЯЛЫҚ ПАТЕНТ**

(54) **АТАУЫ:** ГЕРКОНДАРДАҒЫ ҚУАТТЫЛЫҚ БАҒЫТТАУШЫ РЕЛЕ

(73) **ПАТЕНТ ИЕЛЕНУШІСІ:** Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің "С.Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті" шаруашылық жүргізу құқығындағы республикалық мемлекеттік кәсіпорны

(72) **АВТОР (АВТОРЛАР):** Исабекова Бибигуль Бейсенбаева; Кабдуалиев Нариман Маратович; Клецель Марк Яковлевич; Нефтисов Александр Витальевич

(21) **№ Өтінім** 2013/1281.1

(22) **Өтінім берілген күн** 30.09.2013

Қазақстан Республикасы өнертабыстардың мемлекеттік тізілімінде тіркелді 19.06.2014ж.

Инновациялық патенттің күші Қазақстан Республикасының бүкіл аумағында, оны күшінде ұстау үшін ақы уақтылы төленген жағдайда сақталады.

Қазақстан Республикасы Әділет министрлігі  
Зияткерлік меншік құқығы комитетінің  
төрағасы

А. Естаев

Өзгерістер енгізу туралы мәліметтер осы инновациялық патентке қосымша түрінде жеке паракта келтіріледі

002306



(19) КОМИТЕТ ПО ПРАВАМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
МИНИСТЕРСТВА ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

(12) **ИННОВАЦИОННЫЙ ПАТЕНТ**

(11) **№ 28736**

**НА ИЗОБРЕТЕНИЕ**

(54) **НАЗВАНИЕ:** РЕЛЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОЩНОСТИ НА ГЕРКОНАХ

(73) **ПАТЕНТООБЛАДАТЕЛЬ:** Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения "Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова" Министерства образования и науки Республики Казахстан

(72) **АВТОР (АВТОРЫ):** Исабекова Бибигуль Бейсенбаева; Кабдуалиев Нариман Маратович; Клецель Марк Яковлевич; Нефтисов Александр Витальевич

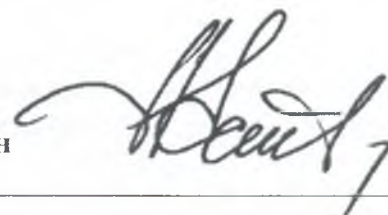
(21) Заявка № 2013/1281.1

(22) Дата подачи заявки 30.09.2013

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Республики Казахстан 19.06.2014г.

Действие инновационного патента распространяется на всю территорию Республики Казахстан при условии своевременной оплаты поддержания инновационного патента в силе.

Председатель Комитета по правам  
интеллектуальной собственности  
Министерства юстиции Республики Казахстан

 А. Естаев

Сведения о внесении изменений приводятся на отдельном листе в виде приложения к настоящему инновационному патенту



РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

(19) KZ (13) A4 (11) 28736  
(51) G01R 19/30 (2006.01)

КОМИТЕТ ПО ПРАВАМ  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
МИНИСТЕРСТВА ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ИННОВАЦИОННОМУ ПАТЕНТУ

(21) 2013/1281.1

(22) 30.09.2013

(45) 15.07.2014, бюл. №7

(72) Исабекова Бибигуль Бейсенбаева; Кабдуалиев Нариман Маратович; Клецель Марк Яковлевич; Нефтисов Александр Витальевич

(73) Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения "Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова" Министерства образования и науки Республики Казахстан

(56) А.с. СССР №1686580, 1991

(54) **РЕЛЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОЩНОСТИ НА ГЕРКОНАХ**

(57) Изобретение относится к энергетике, а именно релейной защите.

Технический результат изобретения - исключение излишних срабатываний, увеличение срока службы и надежности путем обеспечения полярности срабатывания герконов с помощью катушки индуктивности и уменьшения количества используемых элементов.

Реле направления мощности на герконах, содержащее первый замыкающий геркон с обмоткой

управления, расположенный под шинами электроустановки и второй замыкающий геркон с обмоткой управления, подключенной к вторичной обмотке трансформатора напряжения, отличающееся тем, что дополнительно введены два диода, катушка индуктивности, усилитель, фазоповоротная схема и микропроцессор, подключенный к контактам герконов, причем катушка индуктивности намотана на первый геркон, выходы катушки подключены к фазоповоротной схеме через усилитель, выходы фазоповоротной схемы подключены к выводам обмотки управления первого геркона через последовательно включенный первый диод, а второй диод включен последовательно в цепь между трансформатором напряжения и обмоткой управления второго геркона.

Технико-экономическая эффективность достигается за счет увеличения срока службы реле направления мощности, исключения излишнего срабатывания и уменьшения количества используемых элементов.

(19) KZ (13) A 4 (11) 28736



Изобретение относится к энергетике, а именно к релейной защите.

Известно реле направления мощности (РНМ), содержащее две обмотки, одна из которых подключена к трансформатору напряжения, а другая к трансформатору тока. Взаимодействие токов, проходящих по обмоткам, создает электромагнитный момент, величина и знак которого зависят от напряжения  $U$ , тока  $I$  и угла сдвига  $\varphi$  между ними (Чернобровое Н.В. Релейная защита энергетических систем - М.: Энергоатомиздат, 1998. - 800 с: илл.). Однако для его работы необходим трансформатор тока, который весьма металлоемок, искажает информацию при насыщении сердечника и создаёт высокие напряжения во вторичной цепи при её обрывах.

Наиболее близким к предлагаемому по технической сущности и достигаемому эффекту является реле направления мощности на герконах, содержащее первый замыкающий геркон с обмоткой управления, расположенный под шинами электроустановки, и второй замыкающий геркон с обмоткой управления, подключенной к вторичной обмотке трансформатора напряжения [А.с. 1686580 СССР. Реле направления мощности / М.Я. Клецель // Бюл. изобр. - 1991. - №39].

Недостатки этого устройства - для обеспечения полярности срабатывания герконов они постоянно находятся в сработанном состоянии под действием магнитного поля, созданного значительным током в обмотках подмагничивания, что уменьшает срок их службы и увеличивает возможность излишнего срабатывания при больших кратностях тока короткого замыкания. К тому же, устройство использует значительное число элементов, что уменьшает его надежность.

Технический результат изобретения - исключение излишних срабатываний, увеличение срока службы и надежности путем обеспечения полярности срабатывания герконов с помощью катушки индуктивности и уменьшения количества используемых элементов.

Технический результат достигается тем, что в реле направления мощности на герконах, содержащее первый замыкающий геркон с обмоткой управления, расположенный под шинами электроустановки, и второй замыкающий геркон с обмоткой управления, подключенной к вторичной обмотке трансформатора напряжения, дополнительно введены два диода, катушка индуктивности, усилитель, фазоповоротная схема и микропроцессор, подключенный к контактам герконов, причем катушка индуктивности намотана на первый геркон, выходы катушки подключены к фазоповоротной схеме через усилитель, выходы фазоповоротной схемы подключены к выводам обмотки управления первого геркона через последовательно включенный первый диод, а второй диод включен последовательно в цепь между трансформатором

напряжения и обмоткой управления второго геркона.

Реле направления мощности показано на рисунках (фиг.1, фиг.2), где приведены: структурная схема реле; магнитные потоки в номинальном режиме, действующие на герконы и характеризующие фазу напряжения и тока.

Реле содержит (фиг.1) геркон 1 с катушкой 2 индуктивности и обмоткой 3 управления, геркон 1 жестко закреплен в катушке 2 индуктивности и обмотке 3 управления так, чтобы ось геркона совпала с осями катушки 2 и обмотки 3 и расположен под шиной электроустановки, на безопасном от нее расстоянии, усилитель 4, входами подключенный к выводам катушки 2, фазоповоротную схему 5, входами подключенную к выходам усилителя 4, а выходами через последовательно включенный диод 6 к выводам обмотки 3, и геркон 7 с обмоткой 8 управления, подключенной через диод 9 к вторичной обмотке трансформатора 10 напряжения, причем контакты герконов 1 и 7 подключены к микропроцессору 11.

На фиг.2,а и 2,б представлены суммарный магнитный поток  $\Phi_{\Sigma} = \Phi_1 + \Phi_{063}$  где  $\Phi_1$  - создан переменным синусоидальным током  $I$  в шине электроустановки, вблизи которой установлен геркон 1,  $\Phi_{063}$  создан током  $I_{063}$  в обмотке 3 управления, и магнитный поток  $\Phi_{068}$ , созданный током в обмотке 8, которые воздействуют на герконы 1 и 7, соответственно,  $\Phi_{ср1}$  и  $\Phi_{ср2}$  - магнитные потоки, при которых замыкаются контакты герконов 1 и 7,  $\Phi_{в1}$  и  $\Phi_{в2}$  - магнитные потоки, при которых они размыкаются,  $t_{01}$  и  $t_{02}$  - промежутки времени от моментов перехода через ноль из отрицательных в положительные полуволны синусоид магнитных потоков  $\Phi_{\Sigma}$  и  $\Phi_{068}$  до моментов срабатываний герконов,  $t_{ср1}$  и  $t_{ср2}$  - моменты срабатывания герконов,  $t_{м1}$  и  $t_{м2}$  - моменты перехода  $\Phi_{\Sigma}$  и  $\Phi_{068}$  через ноль из отрицательной в положительную полуволну.

Реле работает следующим образом. Оно определяет сдвиг фаз между напряжением  $U$  и током  $I$  промышленной частоты, используя разность между моментами перехода из отрицательных в положительные полуволны их синусоид. Магнитные потоки  $\Phi_I$  и  $\Phi_U$  им прямопропорциональны. Поэтому определение сдвига между  $U$  и  $I$  равносильно определению сдвига между  $\Phi_I$  и  $\Phi_U$  или  $\Phi_{\Sigma}$  и  $\Phi_{068}$ . Мы будем рассматривать последние, т.к. именно они воздействуют на герконы и достигнув величин  $\Phi_{ср1}$  и  $\Phi_{ср2}$  создают магнитодвижущие силы срабатывания, которые определяются в лабораторных условиях и вводятся в микропроцессор ещё до установки герконов вблизи шин электроустановки.

После закрепления вблизи шин геркон 1 постоянно находится в работе и срабатывает только в положительную полуволну магнитного потока  $\Phi_I$ . Отрицательная полуволна компенсируется с помощью магнитного потока  $\Phi_{063}$  (фиг.2,а). Магнитный поток  $\Phi_I$  наводит ЭДС

$$E = - \frac{d\Phi_{np}}{dt} \quad \text{на выходе катушки} \quad 2$$

индуктивности. ЭДС подается на входы усилителя 4, где происходит ее увеличение. Оно должно быть таким, чтобы поток  $\Phi_{063}$  по амплитуде был равен  $\Phi_1$ . В фазоповоротной схеме 5 ЭДС сдвигается по фазе на 90 градусов так, чтобы  $I_{063}$  совпадал по фазе с током  $I$  в шине электроустановки. Полярность подключения обмотки 3 к выходам фазоповоротной схемы 5 через последовательно включенный диод 6 должна быть такой, чтобы индукция потока  $\Phi_{063}$  была направлена встречно индукции потока  $\Phi_1$ . Диод 6 пропускает только одну из полуолн ЭДС в обмотку 3. Следовательно, и ток  $I_{063}$  и поток  $\Phi_{063}$  появляются в ней только в эту полуолну. Для определения момента времени перехода синусоиды потока  $\Phi_{\Sigma}$  из отрицательной в положительную полуолну через ноль необходимо знать момент  $t_{cp1}$  срабатывания геркона и амплитуду  $\Phi_{m1}$  магнитного потока, созданного током в шине электроустановки. Микропроцессор запоминает момент  $t_{cp1}$  измеряет время  $t_i$  от момента его срабатывания до момента возврата и рассчитывает амплитуду  $\Phi_{m1}$  по методике, изложенной в статье [Способ определения установившегося тока короткого замыкания с помощью замыкающих герконов, М.Я. Клецель, П.Н. Майшев, А.Б. Жантлесова, А.В. Нефтисов / Энергетическое обследование как первый этап реализации концепции энергосбережения: материалы Международной молодежной конференции/Национальный исследовательский Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во ООО «СПБ Графика», 2012. с.280]. Время  $t_{01}$  от момента перехода через ноль синусоиды до момента срабатывания геркона 1 вычисляется по известной формуле 2:

$$\Phi_{cp1} = \Phi_{m1} \cdot \sin(\omega \cdot t_{01}) \quad (1)$$

$$t_{01} = \frac{\arcsin\left(\frac{\Phi_{cp1}}{\Phi_{m1}}\right)}{\omega} \quad (2)$$

Момент времени перехода через ноль синусоиды  $\Phi_{\Sigma}$  из отрицательной в положительную полуолну

$$t_{m1} = t_{cp1} - t_{01} \quad (3)$$

Геркон 7 постоянно находится в работе, как и геркон 1. Минимальное напряжение, подаваемое на обмотку 8, при котором он срабатывает равно  $0,05 U_n$ . На него действует только положительная полуолна магнитного потока в обмотке 8, благодаря последовательно включенному диоду 9. Ток в обмотке 8, создающий магнитный поток  $\Phi_{068}$ , сдвинут по фазе на угол  $\psi$  относительно напряжения, подводимого от вторичной обмотки трансформатора 10 напряжения. Поэтому  $\psi$  должен учитываться при определении угла между  $U$  и  $I$ . Угол  $\psi$  называется углом внутреннего

сдвига реле. Он зависит от индуктивного и активного сопротивления обмотки 8. Определение момента времени перехода через ноль синусоиды  $\Phi_{068}$  из отрицательной в положительную полуолну осуществляется также, как и для геркона 1. Запоминается в микропроцессоре  $t_{cp3}$ , измеряется время  $t_2$  замкнутого состояния геркона 7, и по  $t_2$  рассчитывается амплитуда  $\Phi_{m2}$  по той же методике что и для геркона 1. Затем вычисляется время  $t_{03}$  от момента перехода через ноль синусоиды магнитного потока  $\Phi_{068}$  до момента срабатывания геркона 7,

$$t_{03} = \frac{\arcsin\left(\frac{\Phi_{cp2}}{\Phi_{m2}}\right)}{\omega} \quad (4)$$

Момент времени перехода через ноль синусоиды  $\Phi_{068}$  из отрицательной в положительную полуолну

$$t_{m3} = t_{cp3} - t_{03} - \psi \cdot 0,01/180 \quad (5)$$

где 0,01 - длительность полуолны в секундах, 180 - в градусах.

Сдвиг фаз между  $\Phi_{068}$  и  $\Phi_{\Sigma}$ , который равен сдвигу между  $\Phi_1$  и  $\Phi_U$  и равен углу между  $U$  и  $I$ , определяется по следующей элементарной формуле:

$$\varphi(\Phi_{068} \wedge \Phi_{\Sigma}) = \frac{-(t_{m3} - t_{m1})}{0,01} \cdot 180 \quad (6)$$

Для всех операций со временем на микропроцессоре имеются часы, на которых установлено реальное астрономическое время. Время считается с точностью не менее 1 мкс. В момент срабатывания геркона 1 запоминается время  $t_{cp1}$  на часах. Для определения  $t_{m1}$  из  $t_{cp1}$  вычитается рассчитанное время  $t_{01}$ . Например, геркон 1 сработал в  $t_{cp1}=13:05:01,000155$ . Переводим это время в секунды по формуле:

$$t_{cp1} = (ч \cdot 60 + мин) \cdot 60 + с = (13 \cdot 60 + 5) \cdot 60 + 1,000155 = 7101,000155 \text{ сек} \quad (7)$$

Затем по формуле 2 рассчитывается  $t_{01}=0,002$  с. Из  $t_{cp1}$  вычитается  $t_{01}$ , получается  $t_{m1}=47100,998155$  с. Геркон 7 сработал в  $t_{cp3}=13:05:00,996855$ . Это время переводится в секунды по формуле 7, и получается 47100,996855 с. Затем по формуле 4 рассчитывается  $t_{03}=0,0015$  с. Из  $t_{cp3}$  вычитается  $t_{03}$ , получается  $t_{m3}=47100,995355$  с. Угол между напряжением и током находится по формуле 6. Откуда  $\varphi = 50,4$  градусов.

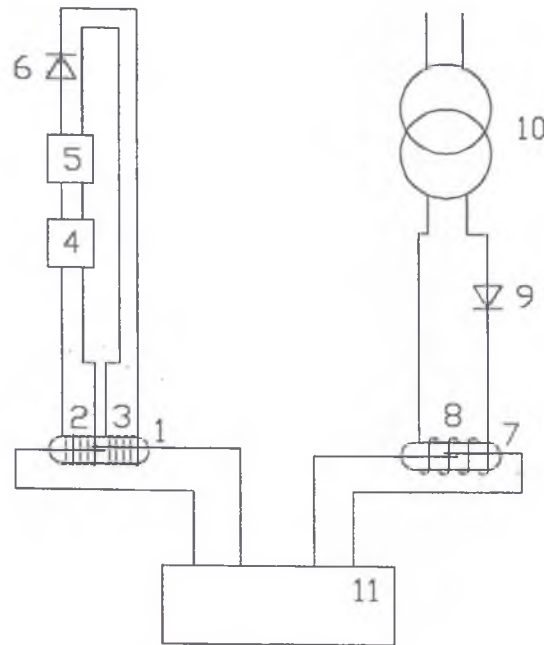
Технико-экономическая эффективность достигается за счет увеличения срока службы реле направления мощности, исключения излишнего срабатывания и уменьшения количества используемых элементов.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

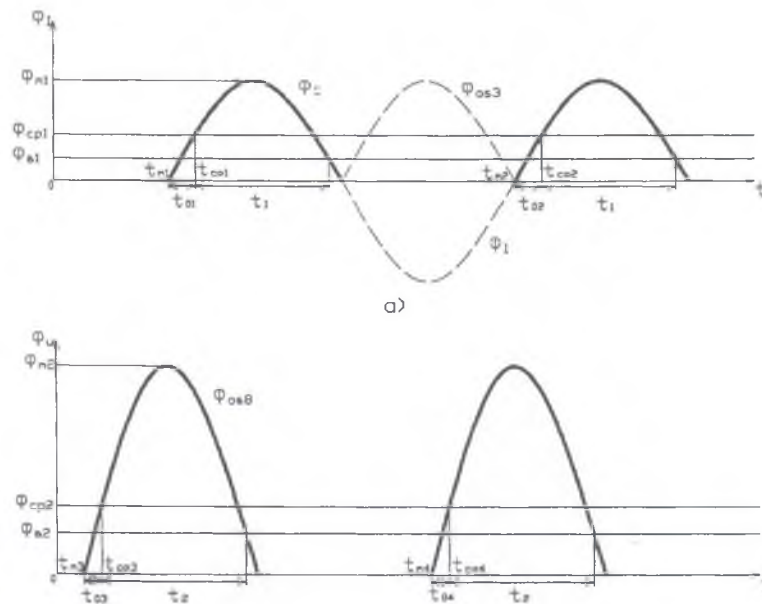
Реле направления мощности на герконах, содержащее первый замыкающий геркон с обмоткой управления, расположенный под шинами электроустановки и второй замыкающий

геркон с обмоткой управления, подключенной к вторичной обмотке трансформатора напряжения, отличающиеся тем, что дополнительно введены два диода, катушка индуктивности, усилитель, фазоповоротная схема и микропроцессор, подключенный к контактам герконов, причем катушка индуктивности намотана на первый геркон, выходы катушки подключены к

фазоповоротной схеме через усилитель, выходы фазоповоротной схемы подключены к выводам обмотки управления первого геркона через последовательно включенный первый диод, а второй диод включен последовательно в цепь между трансформатором напряжения и обмоткой управления второго геркона.



Фиг.1

б)  
Фиг.2

Верстка Ж. Жомартбек  
Корректор Е. Барч