



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 φ 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 совпадала 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 Φ_1 - создан переменным синусоидальным током I в шине электроустановки, вблизи которой установлен геркон 1, Φ_{063} создан током I_{063} в обмотке 3 управления, и магнитный поток Φ_{068} , созданный током в обмотке 8, которые воздействуют на герконы 1 и 7, соответственно, Φ_{cp1} и Φ_{cp2} - 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 Φ_{Σ} и Φ_{068} до моментов срабатываний герконов, t_{cp1} и t_{cp2} - моменты срабатывания герконов, t_{m1} и t_{m2} - моменты перехода Φ_{Σ} и Φ_{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 Φ_1 и Φ_U им прямопропорциональны. Поэтому определение сдвига между U и I равносильно определению сдвига между Φ_1 и Φ_U или Φ_{Σ} и Φ_{068} . Мы будем рассматривать последние, т.к. именно они воздействуют на герконы и достигнув величин Φ_{cp1} и Φ_{cp2} 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 Φ_1 . Отрицательная полуволна компенсируется с помощью магнитного потока Φ_{063} (фиг.2,а). Магнитный поток Φ_1 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 Φ_{063} по амплитуде был равен Φ_1 . В фазопоротной 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 фазопоротной схемы 5 через последовательно включенный диод 6 должна быть такой, чтобы индукция потока Φ_{063} была направлена встречно индукции потока Φ_1 . Диод 6 пропускает только одну из полуолн ЭДС в обмотку 3. Следовательно, и ток I_{063} и поток Φ_{063} появляются в ней только в эту полуолну. Для определения момента времени перехода синусоиды потока Φ_{Σ} из отрицательной в положительную полуолну через ноль необходимо знать момент t_{cp1} срабатывания геркона и амплитуду Φ_{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 Φ_{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 Графике», 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 Φ_{Σ} 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 Φ_{068} , сдвинут по фазе на угол ψ относительно напряжения, подводимого от вторичной обмотки трансформатора 10 напряжения. Поэтому ψ должен учитываться при определении угла между U и I . Угол ψ называется углом внутреннего

сдвига реле. Он зависит от индуктивного и активного сопротивления обмотки 8. Определение момента времени перехода через ноль синусоиды Φ_{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 Φ_{m2} по той же методике что и для геркона 1. Затем вычисляется время t_{03} от момента перехода через ноль синусоиды магнитного потока Φ_{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 Φ_{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 Φ_{068} и Φ_{Σ} , который равен сдвигу между Φ_1 и Φ_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.

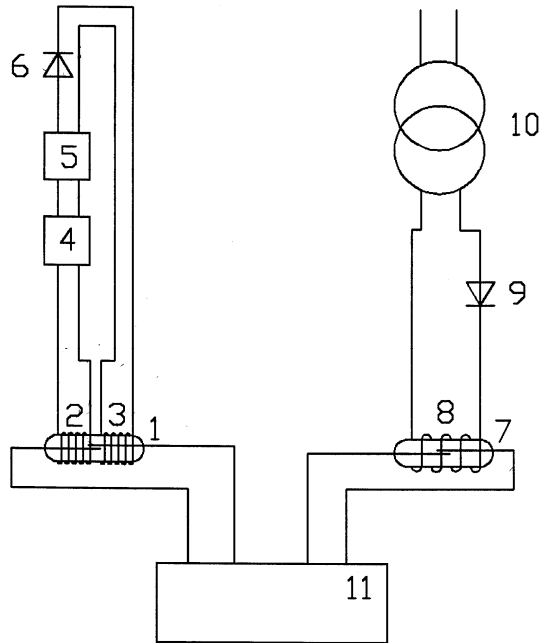
Технико-экономическая эффективность достигается за счет увеличения срока службы реле направления мощности, исключения излишнего срабатывания и уменьшения количества используемых элементов.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

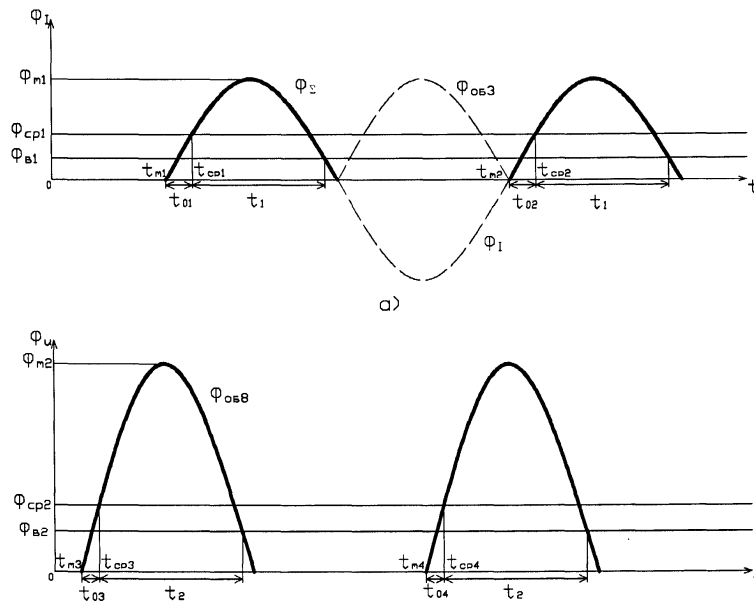
Реле направления мощности на герконах, содержащее первый замыкающий геркон с обмоткой управления, расположенный под шинами электроустановки и второй замыкающий

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

фазоворотной схеме через усилитель, выходы фазоворотной 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



Фиг.2

Верстка Ж. Жомартбек
Корректор Е. Барч