

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 1 (2021)

Павлодар

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Энергетическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания

№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и
информационных систем, электромеханики и теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

<https://doi.org/10.48081/OGVZ5983>

Бас редакторы – главный редактор

Кислов А. П.

к.т.н., доцент

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD, доцент*

Ответственный секретарь

Приходько Е. В., *к.т.н., профессор*

Редакция алкасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я., *д.т.н., профессор*
Новожилов А. Н., *д.т.н., профессор*
Никитин К. И., *д.т.н., профессор (Россия)*
Никифоров А. С., *д.т.н., профессор*
Новожилов Т. А., *к.т.н., доцент (Россия)*
Оспанова Н. Н., *к.п.н., доцент*
Нефтисов А. В., *доктор PhD, доцент*
Шокубаева З. Ж. *технический редактор*

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университет

***Д. Д. Исабеков, О. М. Талипов**

Торайгыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

РЕАЛИЗАЦИЯ ТОКОВЫХ ЗАЩИТ НА ГЕРКОНАХ

В настоящей статье авторы рассматривают примеры реализации токовых защит с использованием магнитоуправляемых контактов – герконов для электроустановок с комплектными распределительными устройствами (КРУ). Представленные защиты используются вместо или дублируют традиционные защиты, выполненных с использованием трансформаторов тока с ферромагнитными сердечниками и по сути являются ресурсосберегающими, а проблема создания устройств релейной защиты электроустановок от коротких замыканий без применения металлоемких трансформаторов тока (ТТ), неоднократно отмечалась на международных конференциях по большим энергетическим системам (СИГРЭ).

Само же создание таких устройств, начатое еще во второй половине прошлого столетия, остается актуальным и сегодня. Для повышения надёжности релейной защиты необходимо дублирование, как трансформаторов тока, так и защиты, от которых они получают информацию. Оптимальным решением построения устройств релейной защиты без ТТ является использование герконов, имеющих известные преимущества в сравнении с другими магниточувствительными элементами. За два десятилетия 21 века разработан ряд устройств, действие которых основано на срабатывании геркона, помещенного вблизи токоведущих шин электроустановки, предлагающих совершенно иной подход в реализации релейной защиты.

Ключевые слова: геркон, устройство, токовая защита, ячейка.

Введение

Принципиально нерешенной проблеммой в области электроэнергетики считается построение релейной защиты высоковольтных электроустановок без использования традиционных трансформаторов тока с ферромагнитными сердечниками, о чем не раз упоминалось на международных конференциях по

большим энергетическим системам (CIGRE) [1–2]. Данные трансформаторы тока весьма металлоемки и громоздки, имеют дорогую изоляцию и другие присущие им недостатки [3]. Герконы же в свою очередь, как известно обладают рядом важных для релейной защиты преимуществами по сравнению с другими магниточувствительными элементами [4–7]. Доказательством этому являются известные разработанные принципы построения токовых, дифференциальных и дифференциально-фазных защит [7]. При всем при этом для целого ряда электроустановок, в том числе подключенных к комплектным распределительным устройствам еще не рассматривались вопросы, касающиеся самой возможности использования герконов для построения сказанных выше защит, их установки вблизи токоведущих шин на безопасном расстоянии и уставок срабатывания защит, оценки их чувствительности и работоспособности [8–10].

Объект исследования: релейная защита электроустановок, подключенных к ячейкам комплектных распределительных устройств

Предмет исследования: релейная защита и автоматика систем электроснабжения.

Цель: построение релейной электроустановок, подключенных к ячейкам КРУ на основе герконов.

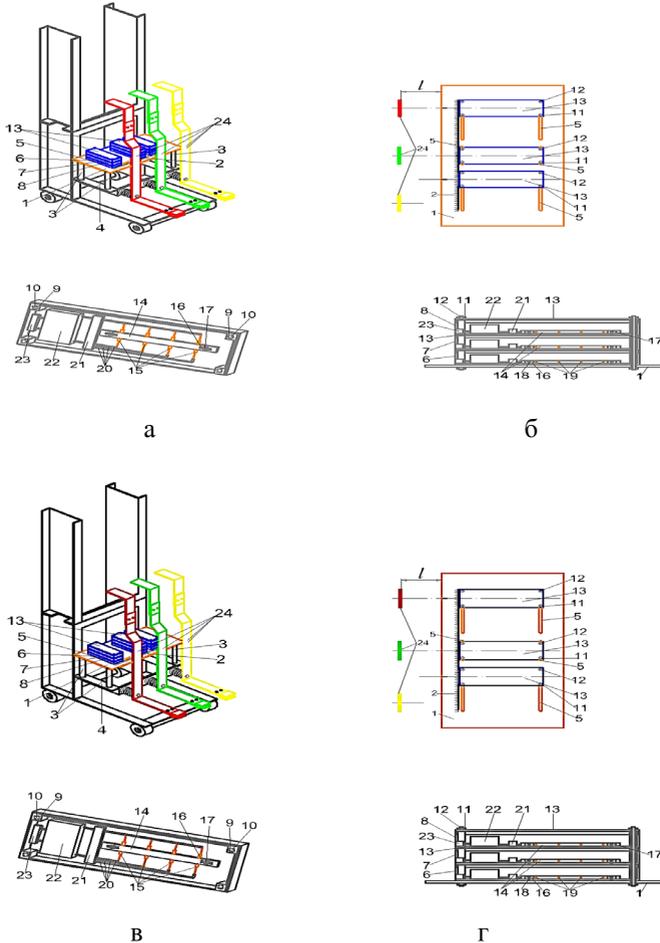
Назначение: использование вместо традиционно используемых на производстве устройств максимальных токовых защит.

Методы и результаты исследования: тщательная проработка научных статей и патентов по данной тематике в результате исследования позволила предложить новый тип реализации токовых защит, предназначенных для защиты различных электроустановок.

Результаты и обсуждение

Токвая защита электроустановок, подключенных к ячейке КРУ.

Рассматриваемая защита, представленная в виде устройства, изображено на рисунке 1, размещается в ячейке КРУ и в своем составе содержит общую пластину 1 со шкалой 2, четыре стойки 3, скрепляющие пластину 1 со шкалой 2 с рамой 4 выкатной тележки ячейки (рис. 1а). В самой пластине 1 вырезаны пазы 5 (рис. 1б), в которых крепятся для каждой из токоведущих шин по три коробки 6, 7, 8 в виде прямоугольных параллелопипедов со стойками 9 с отверстиями 10 по его углам (рис. 1в), поставленные друг на друга и скрепленные между собой и пластиной 1 гайками 11 и шпильками 12 (рис. 1г), вставленными в отверстия 10 и пазы 5 в пластине 1, по крышке 13 для каждой из коробок, причем каждая из пластин 14 с герконами 15, включая первую, вторую и третью, имеет пазы 16 для крепления на дне соответствующей коробки болтами 17 в отверстиях 18, и отверстия 19, внутри которых закреплены герконы 15, сигнал о срабатывании



а – конструкция для крепления герконов, размещённая на раме выкатной тележки ячейки; б – вид сверху на общую пластину с коробками; в – вид сверху на коробку (без крышки) с расположенной внутри неё пластины с герконами; г – закрепленные друг над другом коробки в виде прямоугольных параллелепипедов (вид справа в разрезе)

Рисунок 1 – Токовая защита электроустановок, подключенных к ячейке КРУ

которых (замыкании их контактов) передается по соединительным проводам 20 через соединительный клеммник 21 (рис.1в,г) на время задающий

орган 22, где он обрабатывается и через выводной клеммник 23 подается на исполнительный орган.

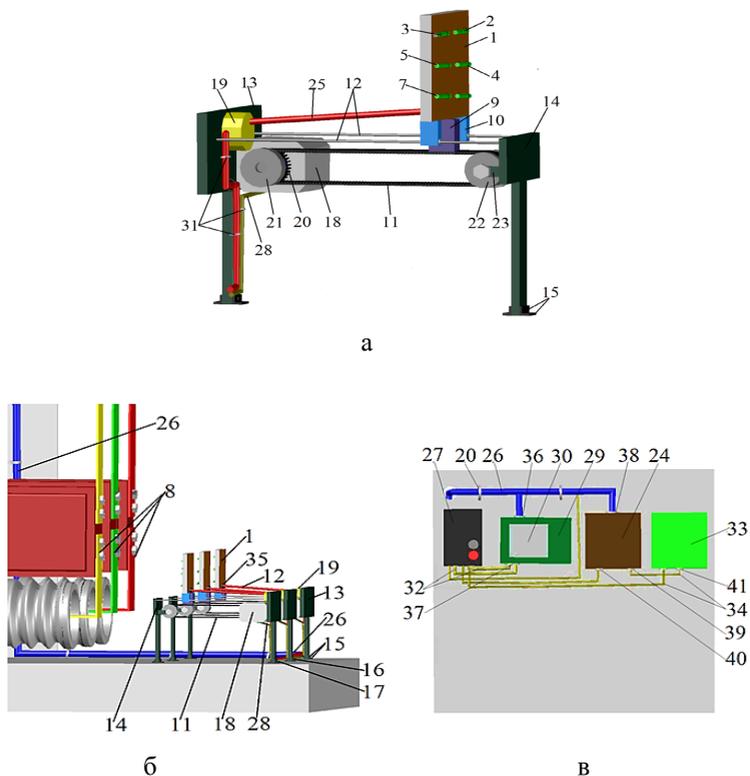
Использование токовой защиты заключается в выставлении её параметров срабатывания от коротких замыканий и для этого необходимо: перемещать пластину 14 с герконами перпендикулярно токоведущим шинам 24 (при этом само устройство располагается на безопасном расстоянии l от токоведущих шин 24) (рис.1а), перемещать коробки 6, 7 и 8 вдоль пазов 5, фиксируя эти перемещения по шкале 2. Для обеспечения полным комплектом защит, к примеру мощного электродвигателя, есть необходимость от четырех до двенадцати герконов на фазу (при использовании принципа мажорирования). Расстояние для перемещения пластин 14 с герконами 15 и коробок 6, 7 и 8 рассчитывается теоретически для точной настройки параметров токовой защиты.

Универсальная токовая защита для различных электроустановок. Представленная токовая защита является универсальной и может располагаться в ячейке любой серии, внутри токопроводов и использоваться для защиты любого электрооборудования. Универсальная токовая защита представляет из себя устройство, в основе своем состоящее из трех блоков крепления герконов. В состав каждого блока входит пластина 1, на наружной стороне которой закреплены шесть герконов 2÷7 под разными углами к плоскости поперечного сечения токоведущей шины 8 (рис. 2). Пластина 1 прикреплена к центральному 9 и боковым 10 держателям. Держатель 9 прикреплен к зубчатому ремню 11 с возможностью перемещения по нему относительно токоведущей шины 8. Держатели 10 прикреплены к ходовым осям 12. Концы осей 12 прикреплены к первой 13 и второй 14 поддерживающим стойкам, закрепленным на нижнем основании кабельного отсека ячейки КРУ, с применением крепёжного уголка 15, шурупов 16 и болтового соединения 17. На стойке 13 закреплены шаговый электродвигатель 18 и сматывающий механизм 19. К электродвигателю 18 прикреплены зубчатый шкив 20 и муфта 21. На стойке 14 закреплён зубчатый шкив 22 с помощью крепёжной пластины 23. На шкивы 20 и 22 надет зубчатый ремень 11 (рис.2а). Один из контактных сердечников герконов 2÷7 подключен к времязадающему органу 24 с помощью кабеля 25, который закреплен одним концом на пластине 1, проложен по воздуху до механизма 19, от него по стойке 13, далее по нижнему основанию кабельного отсека и заводится в пластмассовый рукав 26, проложенный по нижнему основанию и задней стенке данного отсека до времязадающего органа 24, к которому подключается другой конец кабеля 25 (рис.2б). Другой контактный сердечник герконов 2÷7 с помощью кабеля 25 подключается к выходу автоматического выключателя 27 со знаком «плюс». Шаговый электродвигатель 18 с помощью кабеля 28 подключен к панели 29 с сенсорным дисплеем 30. Кабель 28

проложен по стойке 13, проходит по нижнему основанию кабельного отсека и заводится в пластмассовый рукав 26. Кабели 25 и 28 и пластмассовый рукав 26 крепятся к стойке 13, нижнему основанию и стенке кабельного отсека с помощью пластмассовых хомутов 31. Первый и второй входы панели 29 управления с помощью проводов 32 подключены к выходам выключателя 27 со знаками «плюс» и «минус» (рис.2в). Исполнительный орган 33 с помощью проводов 34 одним входом подключен к выходу времязадающего органа 24, а другим – к выходу автоматического выключателя 27 со знаком «минус». Для уплотнения и герметизации входов и выходов пластины 1, времязадающего органа 24, панели 29 управления и органа 33 используются резиновые прокладки: 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41.

Работу представленного устройства можно рассмотреть на примере защиты электродвигателя, подключенного к ячейке. Защита выполняется с помощью одного из 6 герконов, имеющих при этом разные МДС и расположенных в плоскости поперечного сечения токоведущей шины 8. Рассчитываются уставки универсальной токовой защиты и выбирается геркон – к примеру геркон 2. Данный геркон 2 располагают под углом 0° относительно плоскости поперечного сечения токоведущей шины 8. Затем в кабельный отсек на безопасном расстоянии- 120 мм. от токоведущих шин 8 устанавливают три блока крепления герконов, прокладывая кабели 25 и 28 в рукав 26. В шкафу защиты размещают и подключают времязадающий орган 24, выключатель 27, панель 29 и исполнительный орган 33. Далее включают выключатель 27, подавая питание на все элементы рассматриваемого устройства. На сенсорном дисплее 30 панели 29 высвечивается расстояние от токоведущих шин 8, на котором на данный момент находится пластина 1, к примеру 200 мм, а по расчетам необходимо 108 мм.

Далее нажатием виртуальной кнопки «Вперед» (на чертеже не показана) на дисплее 30 запускают электродвигатель 18, который перемещает пластину 1 ближе к токоведущим шинам 8. При перемещении пластины 1 длина первого соединительного кабеля 25 во избежание его провеса фиксируется с помощью сматывающего механизма 19. После того как на дисплее 30 высветится значение расстояния, равного 180 мм, отпускают кнопку «Вперед». При этом геркон 2 будет установлен на необходимом расстоянии от токоведущих шин 8. Аналогично настраивают остальные блоки крепления с герконами. При возникновении короткого замыкания на выводах



а – блок для крепления герконов; б – расположение блоков для крепления герконов в кабельном отсеке; в – расположение панели управления, времязадающего и исполнительного органа в шкафу защиты ячейки
 Рисунок 2 – Универсальная токовая защита для различных электроустановок

защищаемого электродвигателя, ток в токоведущих шинах 8 становится больше тока срабатывания защиты. Вследствие чего геркон 2 замыкает свои контакты и подаёт сигнал на вход блока 24, который через выдержку времени подаёт сигнал на вход исполнительного органа 33.

Выводы

Представленные устройства, выполненные на герконах, обеспечивают необходимое регулирование уставок токовых защит, с возможностью изменять уставки, в том числе и дистанционно без отключения защищаемой электроустановки. Данные устройства, при внедрении их в технику релейной защиты позволят на вновь строящихся объектах значительно сэкономить

высококачественные сталь, медь и изоляционные материалы, а на имеющихся при дублировании еще и повысить надежность всей системы релейной защиты.

Список использованных источников

1 **Дьяков, А. Ф.** Электроэнергетика мира в начале XXI столетия (по матер. 39-й сессии СИГРЭ, Париж) // Энергетика за рубежом. – 2004. – № 4. – С. 7–16.

2 **Кожович, Л. А., Бишоп, М. Т.** Современная релейная защита с датчиками тока на базе катушки Роговского // Современные направления развития релейной защиты и автоматики энергосистем: сб. докл. междунар. науч.-технич. конф. – М. : Научно-инженерное информационное агентство, 2009. – С. 39–48.

3 **Казанский, В. Е.** Измерительные преобразователи тока в релейной защите. – М. : Энергоатомиздат, 1988. – 240 с.

4 **Андреев, В. А.** Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: учебник для вузов. – Изд. 4-е, перер. и доп. – М. : Высшая школа, 2006. – 639 с.

5 **Шнеерсон, Э. М.** Цифровая релейная защита. – М. : Энергоатомиздат, 2007. – 549 с.

6 **Чернобровов, Н. В., Семенов, В. А.** Релейная защита энергетических систем. – М. : Энергоатомиздат, 1998. – 800 с.

7 **Клецель, М. Я., Мусин, В. В.** О построении на герконах защит высоковольтных установок без трансформаторов тока // Электротехника. – 1987. – № 4. – С. 11–13.

8 Патент № 2704792 Российской Федерации, МПК H02H 3/08. Устройство для токовой защиты электроустановки / М. Я. Клецель, Д. Д. Исабеков, А. П. Кислов, И. И. Шолохова; опубли. 31.10.19, бюл. №31.

9 Патент 34420 Республики Казахстан, МПК G01R 33/02. Установка для исследования электромагнитного поля внутри комплектного распределительного устройства / Исабеков Д. Д.; заявл. 18.04.2018; опубли. 26.06.2020, бюл. № 25.

10 Патент 34422 Республики Казахстан, МПК H02H 3/08. Устройство для газовой защиты трансформатора на магнитоуправляемых контактах / Исабеков Д. Д.; заявл. 08.01.2018; опубли. 26.06.2020, бюл. № 25.

References

1 **D'yakov, A. F.** E'lektroe`nergetika mira v nachale XXI stoletiya [Dyakov, A. F. Electric power industry of the world at the beginning of the XXI century] (po mater. 39-j sessii SIGRE`, Parizh) // E`nergetika za rubezhom. – 2004. – № 4. – S. 7–16.

2 **Kozhovich, L. A., Bishop, M. T.** Sovremennaya relejnaya zashhita s datchikami toka na baze katushki Rogovskogo [Kozhovich L. A., Bishop M. T. (Cooper Power Systems, USA). Modern relay protection with current sensors based

on the Rogowski coil] // Sovremenny'e napravleniya razvitiya relejnoj zashhity` i avtomatiki e`nergosistem: sb. dokl. mezhdunar. nauch.-texnich. konf. – M. : Nauchno-inzhenernoe informacionnoe agentstvo, 2009. – S. 39–48.

3 **Kazanskij, V. E.** Izmeritel`ny`e preobrazovateli toka v relejnoj zashhite. [Kazansky V. E. Measuring current transducers in relay protection] – M. : E`nergoatomizdat, 1988. – 240 s.

4 **Andreev, V. A.** Relejnaya zashhita i avtomatika sistem e`lektrosnabzheniya: uchebnik dlya vuzov. [Andreev V. A. Relay protection and automation of power supply systems] – Izd. 4-e, perer. i dop. – M. : Vy`sshaya shkola, 2006. – 639 s.

5 **Shneerson, E. M.** Cifrovaya relejnaya zashhita. [Shneerson E. M. Digital relay protection] – M. : E`nergoatomizdat, 2007. – 549 s.

6 **Chernobrovov, N. V., Semenov, V. A.** Relejnaya zashhita e`nergeticheskix sistem. [Chernobrovov N. V., Semenov V. A. Relay protection of power systems] – M. : E`nergoatomizdat, 1998. – 800 s.

7 **Klecel`, M. Ya., Musin, V. V.** O postroenii na gerkonax zashhit vy`sokovol`ny`x ustanovok bez transformatorov toka [Kletsel M. Ya. Musin V. V. About the construction of high-voltage installations on reed switches without current transformers] // E`lektrotexnika. – 1987. – № 4. – S. 11–13.

8 Patent № 2704792 Rossijskoj Federacii, MPK N02N 3/08. Ustrojstvo dlya tokovoj zashhity` e`lektroustanovki [Patent 2704792 of the Russian Federation, IPC H02H 3/08. Device for current protection of electrical installations] / M. Ya. Klecel`, D. D. Isabekov, A. P. Kislov, I. I. Sholoxova; opubl. 31.10.19, byul. №31.

9 Patent 34420 Respubliki Kazaxstan, MPK G01R 33/02. Ustanovka dlya issledovaniya e`lektromagnitnogo polya vnutri komplektnogo raspredelitel`nogo ustrojstva [Patent 34420 of the Republic of Kazakhstan, IPC G01R 33/02. Installation for the study of the electromagnetic field inside the complete switchgear] / Isabekov D. D.; zayavl. 18.04.2018; opubl. 26.06.2020, byul. № 25.

10 Patent 34422 Respubliki Kazaxstan, MPK H02H 3/08. Ustrojstvo dlya gazovoj zashhity` transformatora na magnitoupravlyaemy`x kontaktax [Patent 34422 of the Republic of Kazakhstan, IPC H02H 3/08. Device for gas protection of a transformer on magnetically controlled contacts] / Isabekov D. D.; zayavl. 08.01.2018; opubl. 26.06.2020, byul. № 25.

Материал поступил в редакцию 19.03.21.

Д. Д. Исабеков, О. М. Талипов

Геркондағы ток қорғанысын жүзеге асыру

Торайғыров университеті,
Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.
Материал 19.03.21 баспаға түсті.

*D. D. Issabekov, O. M. Talipov***Realization of current protection on reed switches**Toraighyrov University,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar.
Material received on 19.03.21.

Бұл мақалада авторлар магниттік басқарылатын контактілерді – геркондарды электрлік қондырғыларға арналған жинақты электр құрылғырына (КРУ) қолдана отырып, токтан қорғауды жүзеге асырудың мысалдарын қарастырады. Ұсынылған қорғаныс ферромагниттік өзектері бар ток трансформаторларын қолдана отырып жасалған дәстүрлі қорғаныс құралдарының орнына қолданылады, немесе олардың көшірмелерін жасайды, сонымен қатар ресурстарды үнемдейді, ал қысқа тұйықталудан электр қондырғылары үшін релелік қорғаныс құрылғыларын құру проблемасы – металл тұтынатын ток трансформаторларын (ТТ) ірі энергетикалық жүйелер бойынша халықаралық конференцияларда (CIGRE) бірнеше рет атап өтілді. Өткен ғасырдың екінші жартысында басталған осындай құрылғыларды жасаудың өзі бүгінгі күні өзекті болып қала береді. Релелік қорғаныстың сенімділігін арттыру үшін ток трансформаторларын да, олар ақпарат алатын қорғауды да қайталау қажет. ТТ-сыз релелік қорғаныс құрылғыларын салудың оңтайлы шешімі – басқа магниттік сезімтал элементтермен салыстырғанда белгілі артықшылықтары бар герконды пайдалану. ХХІ ғасырдың екі онжылдығында бірқатар қондырғылар жасалды, олардың жұмысы электр қондырғысының ток шинаның жанына орналастырылған геркондары іске қосылуына негізделген және релелік қорғаныс іске асыруға мүлде басқа көзқарас ұсынады.

Кілтті сөздер: геркон, құрылғы, ток қорғанысы, ұяшық.

In this article, the authors consider examples of the implementation of current protection using magnetically controlled contacts – reed switches for electrical installations with complete switchgears (KRU). The presented protections are used instead of or duplicate traditional protections made using current transformers with ferromagnetic cores and are essentially resource-saving, and the problem of creating relay protection devices for electrical installations from short circuits without the use of metal-consuming current transformers (CTs) has been repeatedly noted at international conferences on large energy systems (CIGRE). The very creation of such devices, which began in the second half of the last century, remains relevant today. To

increase the reliability of relay protection, it is necessary to duplicate both current transformers and the protection from which they receive information. The optimal solution for the construction of relay protection devices without CTs is the use of reed switches, which have known advantages in comparison with other magnetically sensitive elements. For two decades of the 21st century, a number of devices have been developed, the operation of which is based on the actuation of a reed switch placed near the current-carrying buses of an electrical installation, offering a completely different approach to the implementation of relay protection.

Keywords: reed switch, device, overcurrent protection, cell.

Теруге 19.03.2021 ж. жіберілді. Басуға 29.03.2021 ж. қол қойылды.
Электрондық баспа
17,4 Мб RAM
Шартты баспа табағы 21,0. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.
Компьютерде беттеген: А. К. Шукурбаева
Корректор: А. Р. Омарова
Тапсырыс № 3746

Сдано в набор 19.03.2021 г. Подписано в печать 29.03.2021 г.
Электронное издание
17,4 Мб RAM
Усл. печ. л. 21,0. Тираж 300 экз. Цена договорная.
Компьютерная верстка: А. К. Шукурбаева
Корректор: А. Р. Омарова
Заказ № 3746

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған
«Торайғыров университет»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы
«Торайғыров университет»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.
8 (7182) 67-36-69
E-mail: kereku@tou.edu.kz
www.vestnik.tou.edu.kz