



РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

(19) **KZ** (13) **B** (11) **35509**  
(51) *H02H 7/10* (2006.01)

МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21) 2020/0866.1

(22) 19.12.2020

(45) 15.04.2022, бюл. №15

(72) Барукин Александр Сергеевич; Клецель Марк Яковлевич; Әмірбек Динара Әмірбекқызы; Сулейменов Нурлан Кайргельдинович

(73) Некоммерческое акционерное общество «Торайгыров университет»

(56) KZ 19639 A, 16.06.2008;

KZ 34592 B, 27.11.2020;

KZ 29769 A4, 15.04.2015;

KZ 22206 A4, 15.01.2010.

(54) **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ**

(57) Изобретение относится к электроэнергетике, а именно к устройствам для защиты вентильных преобразовательных установок, и может быть использовано в установках, силовые

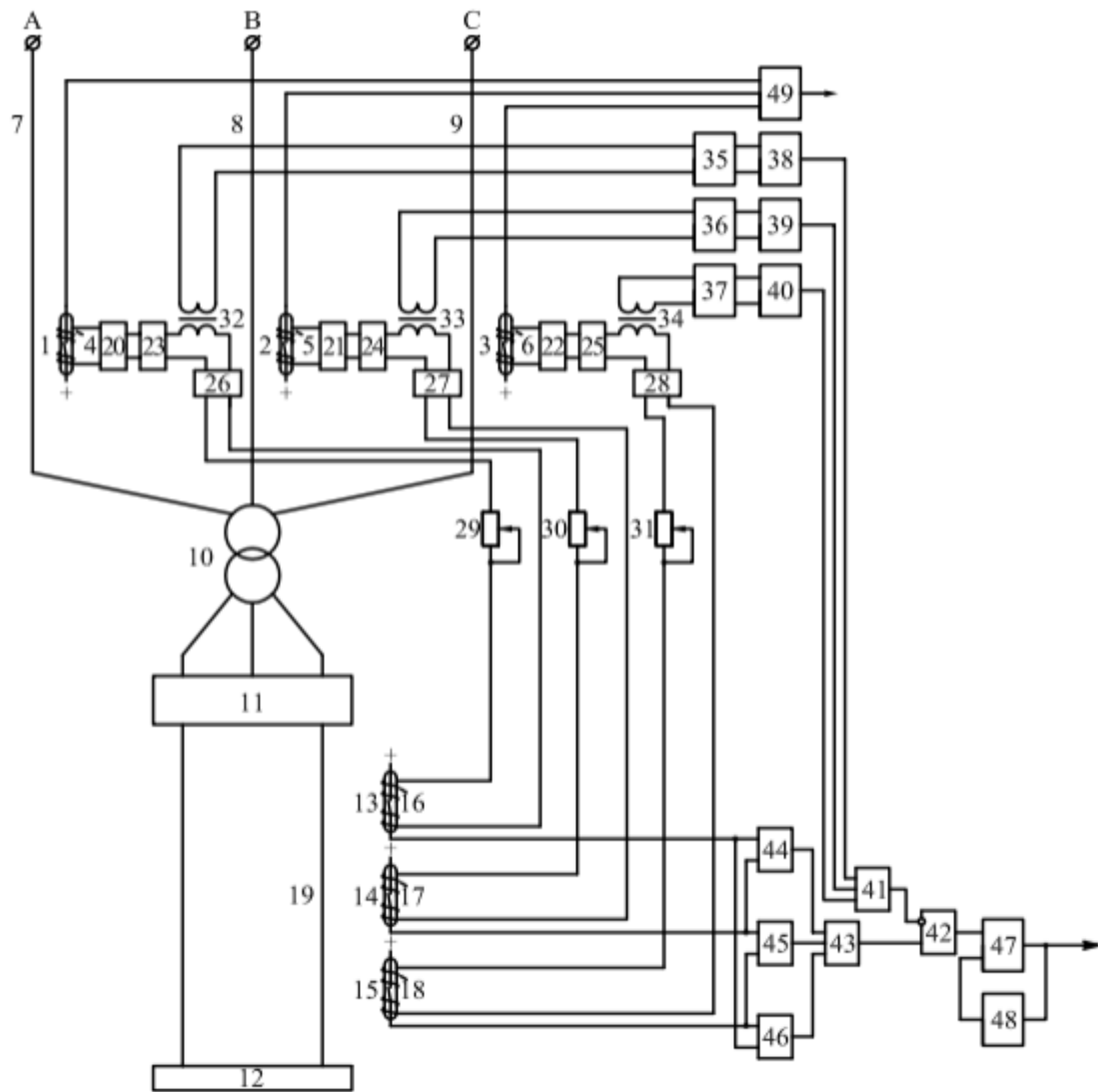
трансформаторы которых имеют значительный бросок тока намагничивания.

Технический результат изобретения – повышение чувствительности устройства и расширение его функциональных возможностей путем выполнения функций резервной защиты.

Устройство для дифференциальной защиты преобразовательной установки содержит шесть герконов с обмотками, три усилителя, три ограничителя напряжения, три разделительных трансформатора, три фильтра второй гармоники, три пороговых элемента, блок логики, три двухполупериодных выпрямителя, три регулировочных резистора, четыре элемента И, два элемента ИЛИ, элемент ПАМЯТЬ, элемент ВРЕМЯ.

Экономический эффект заключается в уменьшении средств для проведения ремонтов преобразовательной установки за счет повышения чувствительности её защиты, и, как следствие, выявления повреждений на ранней стадии.

(19) KZ (13) B (11) 35509



Фиг. 1

Изобретение относится к электроэнергетике, а именно к устройствам для защиты вентильных преобразовательных установок, и может быть использовано в установках, силовые трансформаторы которых имеют значительный бросок тока намагничивания.

Известно устройство для дифференциальной защиты преобразовательной установки [Глух Е.М., Зеленов В.Е. Защита полупроводниковых преобразователей. – М.: Энергоиздат, 1982, с. 109], содержащее выпрямитель, подключенный к трансформаторам тока фаз установки.

Недостатком этого устройства является необходимость использования металлоемких трансформаторов тока.

Наиболее близким к предлагаемому является устройство для дифференциальной защиты преобразовательной установки [KZ 19639, H02H 7/12, опубл. 16.06.2008], лишенное указанного недостатка, содержащее первый, второй и третий герконы, закрепленные в магнитном поле токопроводов переменного тока фаз А, В и С, соответственно, со стороны высшего напряжения трансформатора преобразовательной установки, четвертый геркон, закрепленный в магнитном поле её токопровода постоянного тока, три блока отстройки от бросков тока намагничивания, каждый из которых выполнен в виде четырех элементов ВРЕМЯ, элемента ПАМЯТЬ и элемента И с инверсным входом, источник оперативного тока, элемент ИЛИ и исполнительный орган.

Недостатком этого устройства является необходимость отстройки защиты от бросков тока намагничивания, возникающих при включении трансформатора преобразовательной установки под напряжение и при восстановлении напряжения после отключения внешних коротких замыканий, что значительно загроуживает защиту, делая её недостаточно чувствительной. К тому же она не может выполнять функции резервной защиты по выявлению и отключению внешних коротких замыканий.

Технический результат изобретения – повышение чувствительности устройства и расширение его функциональных возможностей путем выполнения функций резервной защиты.

Технический результат достигается тем, что в устройстве для дифференциальной защиты преобразовательной установки, содержащее первый, второй и третий герконы, закрепленные в магнитном поле токопроводов переменного тока фаз А, В и С, соответственно, со стороны высшего напряжения трансформатора преобразовательной установки, четвертый геркон, закрепленный в магнитном поле её токопровода постоянного тока, первый элемент И, первый элемент ИЛИ, элементы ПАМЯТЬ и ВРЕМЯ, дополнительно введены пятый и шестой герконы, закрепленные в магнитном поле токопровода постоянного тока установки, первая, вторая, третья, четвертая, пятая и шестая обмотки, первый, второй и третий усилители, первый, второй и третий ограничители напряжения, первый, второй и третий двухполупериодные выпрямители, первый,

второй и третий регулировочные резисторы, первый, второй и третий разделительные трансформаторы, первый, второй и третий фильтры второй гармоники, первый, второй и третий пороговые элементы, блок логики, второй, третий и четвертый элементы И, второй элемент ИЛИ, причем выводы первой, второй и третьей обмоток, надетых на первый, второй и третий герконы, подключены к входам первого, второго и третьего усилителей, выходами подключенных к входам первого, второго и третьего ограничителей напряжения; выходы последних подключены к входам первого, второго и третьего двухполупериодных выпрямителей, выходы которых через первый, второй и третий регулировочные резисторы подключены к выводам четвертой, пятой и шестой обмоток, надетых на четвертый, пятый и шестой герконы; первичные обмотки первого, второго и третьего разделительных трансформаторов подключены в расщелки цепей, соединяющих первые выходы ограничителей напряжения с первыми входами двухполупериодных выпрямителей, а вторичные обмотки – к входам первого, второго и третьего фильтров второй гармоники, выходами подключенных к входам первого, второго и третьего пороговых элементов; входы первого элемента ИЛИ подключены к выходам пороговых элементов, а выход – к инверсному входу первого элемента И, прямым входом подключенного к выходу второго элемента ИЛИ; к входам последнего подключены выходы второго, третьего и четвертого элементов И, выходами попарно подключенных к контактам четвертого, пятого и шестого герконов; вход записи элемента ПАМЯТЬ подключен к выходу первого элемента И, а выход – к входу элемента ВРЕМЯ и в цепь отключения выключателя преобразовательной установки, при этом выход элемента ВРЕМЯ подключен к входу сброса элемента ПАМЯТЬ; контакты первого, второго и третьего герконов подключены к входам блока логики, а его выход – в цепь отключения выключателя установки.

На фиг.1 представлена функциональная схема устройства.

Устройство для дифференциальной защиты преобразовательной установки содержит первый 1, второй 2 и третий 3 герконы с обмотками 4-6 (Фиг.1), закрепленные в магнитном поле токопроводов 7, 8 и 9 переменного тока фаз А, В и С, соответственно, со стороны высшего напряжения трансформатора 10 преобразовательной установки (состоящей также из выпрямителя 11 с подключенной нагрузкой 12). Четвертый 13, пятый 14 и шестой 15 герконы с обмотками 16-18 закреплены в магнитном поле токопровода 19 постоянного тока установки. Выводы обмоток 4, 5 и 6 подключены к входам первого 20, второго 21 и третьего 22 усилителей, выходами подключенных к входам первого 23, второго 24 и третьего 25 ограничителей напряжения. Выходы последних подключены к входам первого 26, второго 27 и третьего 28 двухполупериодных выпрямителей, выходы которых через первый 29, второй 30 и

третий 31 регулировочные резисторы подключены к выводам обмоток 16, 17 и 18 четвертого 13, пятого 14 и шестого 15 герконов. Первичные обмотки первого 32, второго 33 и третьего 34 разделительных трансформаторов подключены в расщелины цепей, соединяющих первые выходы ограничителей 23-25 напряжения с первыми входами двухполупериодных выпрямителей 26-28, а вторичные обмотки – к входам первого 35, второго 36 и третьего 37 фильтров второй гармоники, выходами подключенных к входам первого 38, второго 39 и третьего 40 пороговых элементов. Входы первого элемента 41 ИЛИ подключены к выходам пороговых элементов 38-40, а выход – к инверсному входу первого элемента 42 И, прямым входом подключенного к выходу второго элемента 43 ИЛИ. К входам последнего подключены выходы второго 44, третьего 45 и четвертого 46 элементов И, входами попарно подключенных к контактам четвертого 13, пятого 14 и шестого 15 герконов. Вход записи элемента 47 ПАМЯТЬ подключен к выходу первого элемента 42 И, а выход – к входу элемента 48 ВРЕМЯ и в цепь отключения выключателя преобразовательной установки (на Фиг. 1 не показано), при этом выход элемента 48 ВРЕМЯ подключен к входу сброса элемента 47 ПАМЯТЬ. Контакты первого 1, второго 2 и третьего 3 герконов подключены к входам блока 49 логики, а его выход – в цепь отключения выключателя установки.

Устройство работает следующим образом. В нагрузочных режимах преобразовательной установки и при внешних коротких замыканиях (КЗ) выполняется условие  $V_{cp} > V_y - V_d$ , и защита не срабатывает. Здесь  $V_{cp}$  – индукция магнитного поля (МП), необходимая для срабатывания герконов 13-15;  $V_y$  – индукция МП, созданного постоянным током  $I_y$  в обмотке управления каждого из них;  $V_d$  – индукция МП, созданного током  $I_d$  в токопроводе 19.

В качестве примера рассмотрим КЗ в выпрямителе 11. В этом аварийном режиме ток в токопроводах 7-9 (а, следовательно, и в обмотках 4-6 увеличится), а в токопроводе 19 уменьшится. При этом выполняется условие  $V_y - V_{K3} > V_{cp}$ , где  $V_{K3}$  – действующая вдоль продольной оси герконов 13-15 индукция МП, созданного током в токопроводе 19 при КЗ в выпрямителе. Срабатывают герконы 13-15 (либо только два из них, например, 13 и 14, в том случае, когда неисправен геркон 15, или поврежден выпрямитель 28, или обмотка 18, либо кабель, соединяющий выпрямитель и обмотку). На входы хотя бы одного из элементов 44-46 И поступают сигналы, которые через элемент 43 ИЛИ подаются на прямой вход элемента 42 И (на его инверсном входе сигнал отсутствует). С выхода последнего сигнал поступает на вход записи элемента 47 ПАМЯТЬ, который подает сигнал в цепь отключения выключателя преобразовательной установки и запускает элемент 48 ВРЕМЯ. Через время  $t=0,1$  с сигнал с его выхода поступает на вход сброса элемента 47 ПАМЯТЬ.

При включении трансформатора 10 под напряжение или восстановлении напряжения после отключения внешнего КЗ происходит бросок тока намагничивания, для которого характерно значительное содержание в нем второй гармоники (относительно первой оно всегда выше 17%). Герконы 13-15, как и при КЗ в защищаемой зоне, срабатывают, и на прямом входе элемента 42 И появляется сигнал. Пороговые элементы 38-40 также выдают сигналы, через элемент 41 ИЛИ поступающие на инверсный вход элемента 42 И. Таким образом, на его выходе сигнал отсутствует, и защита не срабатывает.

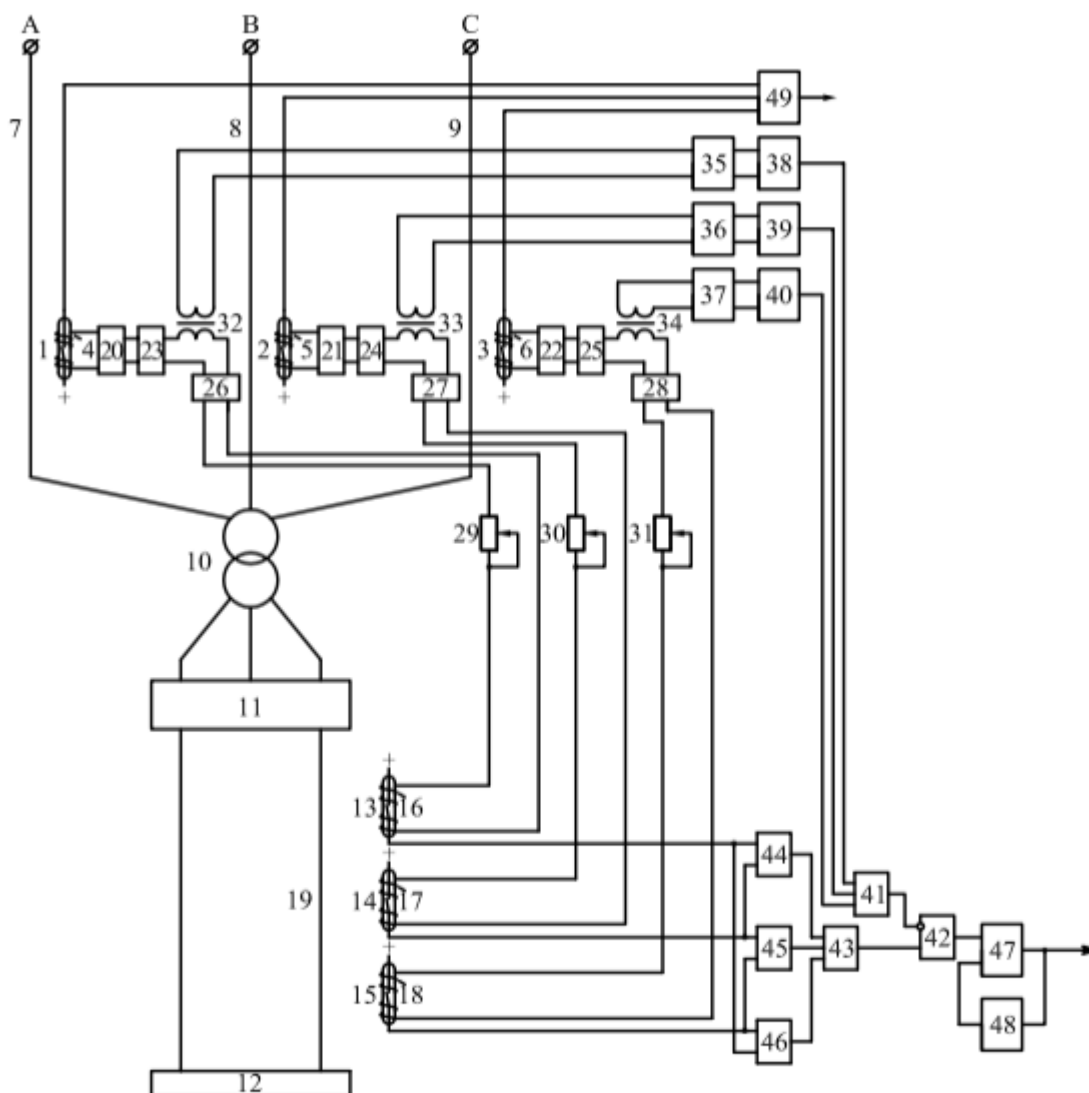
Использование фильтров 35-37 второй гармоники и пороговых элементов 38-40 позволяет в сравнении с прототипом повысить чувствительность защиты за счет её блокировки при бросках тока намагничивания, вследствие чего не требуется отстройка от них уставки срабатывания. Расширение функциональных возможностей устройства обеспечивается за счет дополнительного выполнения им функций резервной максимальной токовой защиты (достигается подключением контактов герконов 1-3 к блоку 49 логики).

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Устройство для дифференциальной защиты преобразовательной установки, содержащее первый, второй и третий герконы, закрепленные в магнитном поле токопроводов переменного тока фаз А, В и С, соответственно, со стороны высшего напряжения трансформатора преобразовательной установки, четвертый геркон, закрепленный в магнитном поле её токопровода постоянного тока, первый элемент И, первый элемент ИЛИ, элементы ПАМЯТЬ и ВРЕМЯ, отличающееся тем, что введены пятый и шестой герконы, закрепленные в магнитном поле токопровода постоянного тока установки, первая, вторая, третья, четвертая, пятая и шестая обмотки, первый, второй и третий усилители, первый, второй и третий ограничители напряжения, первый, второй и третий двухполупериодные выпрямители, первый, второй и третий регулировочные резисторы, первый, второй и третий разделительные трансформаторы, первый, второй и третий фильтры второй гармоники, первый, второй и третий пороговые элементы, блок логики, второй, третий и четвертый элементы И, второй элемент ИЛИ, причем выводы первой, второй и третьей обмоток, надетых на первый, второй и третий герконы, подключены к входам первого, второго и третьего усилителей, выходами подключенных к входам первого, второго и третьего ограничителей напряжения; выходы последних подключены к входам первого, второго и третьего двухполупериодных выпрямителей, выходы которых через первый, второй и третий регулировочные резисторы подключены к выводам четвертой, пятой и шестой обмоток, надетых на четвертый, пятый и шестой герконы; первичные обмотки первого, второго и третьего разделительных трансформаторов подключены в

рассечки цепей, соединяющих первые выходы ограничителей напряжения с первыми входами двухполупериодных выпрямителей, а вторичные обмотки – к входам первого, второго и третьего фильтров второй гармоники, выходами подключенных к входам первого, второго и третьего пороговых элементов; входы первого элемента ИЛИ подключены к выходам пороговых элементов, а выход – к инверсному входу первого элемента И, прямым входом подключенного к выходу второго элемента ИЛИ; к входам последнего подключены выходы второго, третьего и четвертого элементов И,

входами попарно подключенных к контактам четвертого, пятого и шестого герконов; вход записи элемента ПАМЯТЬ подключен к выходу первого элемента И, а выход – к входу элемента ВРЕМЯ и в цепь отключения выключателя преобразовательной установки, при этом выход элемента ВРЕМЯ подключен к входу сброса элемента ПАМЯТЬ; контакты первого, второго и третьего герконов подключены к входам блока логики, а его выход – в цепь отключения выключателя установки.



Фиг. 1