



РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

(19) **KZ** (13) **B** (11) **35510**  
(51) *H02H 7/10* (2006.01)

МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21) 2020/0888.1

(22) 24.12.2020

(45) 15.04.2022, бюл. №15

(72) Барукин Александр Сергеевич; Клецель Марк Яковлевич; Әмірбек Динара Әмірбекқызы; Сарыбай Аружан Маратқызы

(73) Некоммерческое акционерное общество «Торайгыров университет»

(56) KZ 22206 A4, 15.01.2010;

D2- RU 2677857 C1, 22.01.2019;

RU 2614243 C1, 24.03.2017;

KZ 22076 A4, 15.12.2009.

(54) **УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ  
ТРАНСФОРМАТОРА С 2N ВТОРИЧНЫМИ  
ОБМОТКАМИ В ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ  
УСТАНОВКЕ**

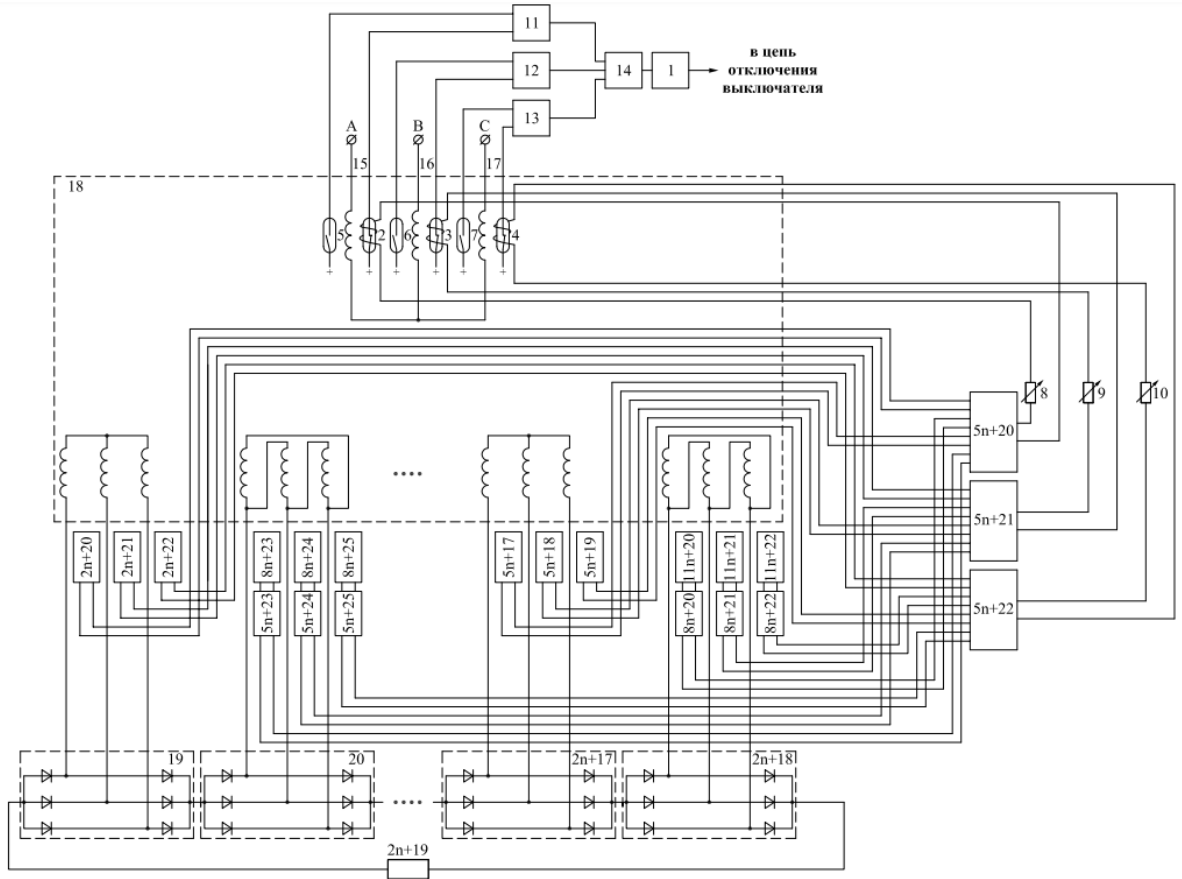
(57) Изобретение относится к электроэнергетике, а именно к устройствам для защиты силовых трансформаторов преобразовательных установок, и может быть использовано в установках, трансформаторы которых имеют 2n вторичных обмоток.

Технический результат изобретения – повышение надежности защиты.

Устройство защиты трансформатора с 2n вторичными обмотками в преобразовательной установке содержит исполнительный орган, три геркона с размыкающими контактами и управляющими обмотками, три геркона с замыкающими контактами без управляющих обмоток, три регулировочных резистора, три блока отстройки от броска тока намагничивания, 6n магниточувствительных элементов, 3n блоков уравнивания напряжений, три сумматора, элемент ИЛИ.

Экономический эффект от повышения надежности защиты заключается в уменьшении средств для проведения ремонтов преобразовательной установки за счет своевременного выявления повреждений, а также за счет исключения излишних срабатываний при неисправности любого из 6n магниточувствительных элементов.

(19) KZ (13) B (11) 35510



Фиг. 1

Изобретение относится к электроэнергетике, а именно к устройствам для защиты силовых трансформаторов преобразовательных установок, и может быть использовано в установках, трансформаторы которых имеют  $2n$  вторичных обмоток.

Известно устройство дифференциальной защиты преобразовательной установки [Глух Е.М., Зеленев 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 № 22206, H02H 7/10, опубл. 15.01.2010], лишенное указанного недостатка, содержащее исполнительный орган, первый, второй, третий герконы с размыкающими контактами и управляющими обмотками, закрепленные в магнитном поле токопроводов переменного тока, соответственно, фаз А, В, С со стороны высшего напряжения трансформатора установки, первый, второй, третий герконы с замыкающими контактами без управляющих обмоток, закрепленные точно также, как и герконы с размыкающими контактами, блок измерения, закрепленный в магнитном поле токопровода постоянного тока установки, к выходам которого подключены выводы управляющих обмоток герконов с размыкающими контактами, регулировочный резистор, первый, второй, третий блоки отстройки от броска тока намагничивания, каждый из которых выполнен в виде трех элементов ВРЕМЯ, элемента И, элемента НЕ и элемента ПАМЯТЬ, причем к первым входам этих блоков подключены замыкающие контакты первого, второго, третьего герконов без управляющих обмоток, а ко вторым входам – размыкающие контакты первого, второго, третьего герконов с управляющими обмотками.

Недостатком данной защиты является малая надежность, так как при неисправности блока измерения она не срабатывает или срабатывает излишне.

Технический результат изобретения – повышение надежности защиты.

Технический результат достигается тем, что в устройстве защиты трансформатора с  $2n$  вторичными обмотками в преобразовательной установке, содержащее исполнительный орган, первый, второй, третий герконы с размыкающими контактами и управляющими обмотками, закрепленные в магнитном поле токопроводов переменного тока фаз А, В и С, соответственно, первичной обмотки трансформатора установки, состоящей также из  $2n$  выпрямителей с нагрузкой, первый, второй и третий герконы с замыкающими контактами без управляющих обмоток, закрепленные точно также, как и герконы с размыкающими контактами, первый

регулируемый резистор, первый, второй и третий блоки отстройки от броска тока намагничивания, к первым входам которых подключены замыкающие контакты первого, второго и третьего герконов без управляющих обмоток, а ко вторым входам – размыкающие контакты первого, второго и третьего герконов с управляющими обмотками, дополнительно введены  $3n$  магниточувствительных элементов, закрепленные вблизи шин, подключенных одним концом к выводам фаз А, В и С  $n$  вторичных обмоток трансформатора, соединенных в «звезду»,  $3n$  магниточувствительных элементов, закрепленные вблизи шин, подключенных одним концом к выводам фаз А, В и С  $n$  вторичных обмоток трансформатора, соединенных в «треугольник», при этом другие концы упомянутых шин подключены к выпрямителям,  $3n$  блоков уравнивания напряжений, первый, второй и третий сумматоры, второй и третий регулировочные резисторы, элемент ИЛИ, причем выводы  $3n$  магниточувствительных элементов, закрепленных вблизи шин, подключенных к выводам фаз А, В и С  $n$  вторичных обмоток трансформатора, соединенных в «звезду», подключены к первому, второму и третьему сумматорам соответственно, к которым также подключены выходы  $3n$  блоков уравнивания напряжений; входы последних подключены к выводам  $3n$  магниточувствительных элементов, закрепленных вблизи шин, подключенных к выводам фаз А, В и С  $n$  вторичных обмоток трансформатора, соединенных в «треугольник»; первый, второй и третий сумматоры через первый, второй и третий регулировочные резисторы подключены к выводам управляющих обмоток первого, второго и третьего герконов с размыкающими контактами; элемент ИЛИ своими входами подключен к выходам блоков отстройки от броска тока намагничивания, а выходом – к исполнительному органу.

На фиг.1 представлена функциональная схема устройства.

Устройство защиты трансформатора с  $2n$  вторичными обмотками в преобразовательной установке содержит исполнительный орган 1 (фиг.1), первый 2, второй 3, третий 4 герконы с размыкающими контактами и управляющими обмотками, первый 5, второй 6 и третий 7 герконы с замыкающими контактами без управляющих обмоток, первый 8, второй 9 и третий 10 регулировочные резисторы, первый 11, второй 12 и третий 13 блоки отстройки от броска тока намагничивания, к первым входам которых подключены замыкающие контакты первого 5, второго 6 и третьего 7 герконов без управляющих обмоток, а ко вторым входам – размыкающие контакты первого 2, второго 3 и третьего 4 герконов с управляющими обмотками. Элемент 14 ИЛИ своими входами подключен к выходам блоков 11-13 отстройки от броска тока намагничивания, а выходом – к исполнительному органу 1. Герконы 2 и 5, 3 и 6, 4 и 7 закреплены в магнитном поле токопроводов 15, 16, 17 переменного тока фаз А, В и

С, соответственно, первичной обмотки трансформатора 18 преобразовательной установки, состоящей также из выпрямителей 19, 20, ..., 2n+17, 2n+18, к которым подключена нагрузка 2n+19.

Выходы магниточувствительных элементов 2n+20, 2n+21, 2n+22, ..., 5n+17, 5n+18, 5n+19 (например, катушек индуктивности), закрепленных вблизи шин, подключенных к выводам фаз А, В и С n вторичных обмоток трансформатора 18, соединенных в «звезду», подключены к первому 5n+20, второму 5n+21 и третьему 5n+22 сумматорам соответственно, к которым также подключены выходы блоков 5n+23, 5n+24, 5n+25, ..., 8n+20, 8n+21, 8n+22 уравнивания напряжений. Входы последних подключены к выводам магниточувствительных элементов 8n+23, 8n+24, 8n+25, ..., 11n+20, 11n+21, 11n+22, закрепленных вблизи шин, подключенных к выводам фаз А, В и С n вторичных обмоток трансформатора 18, соединенных в «треугольник». Первый 5n+20, второй 5n+21 и третий 5n+22 сумматоры через первый 8, второй 9 и третий 10 регулировочные резисторы подключены к выводам управляющих обмоток первого 2, второго 3 и третьего 4 герконов с размыкающими контактами.

Устройство работает следующим образом. В режиме нагрузки преобразовательной установки на входы сумматоров 5n+20, 5n+21 и 5n+22 с выводов магниточувствительных элементов 2n+20, 2n+21, 2n+22, ..., 5n+17, 5n+18, 5n+19 и выходов блоков 5n+23, 5n+24, 5n+25, ..., 8n+20, 8n+21, 8n+22 уравнивания напряжений подаются одинаковые по величине ЭДС. С выходов сумматоров 5n+20, 5n+21 и 5n+22 напряжения подаются на выходы управляющих обмоток герконов 2-4. При этом индукция  $B_y$  магнитного потока (МП), созданного током  $I_y$  в управляющей обмотке каждого из герконов, например, 2 (который прямо пропорционален выходному напряжению  $U_{вых}$  сумматора 5n+20), и индукция  $B_T$  МП от тока в токопроводе 15 воздействуют на геркон 2 так, что последний находится в сработавшем состоянии, его контакты разомкнуты, на второй вход блока 11 отстройки от броска тока намагничивания сигнал не поступает, и защита не срабатывает.

Указанное воздействие обеспечивается за счет того, что  $B_y = B_T + B_{cp} + B_{зан}$ , где  $B_{cp}$  – индукция МП, под действием которого срабатывает геркон;  $B_{зан}$  – индукция МП запаса, позволяющего учесть дискретность изменения  $I_y$ , скорость нарастания тока преобразователя, влияние токопроводов других фаз на геркон, установленный в магнитном поле соответствующей фазы. Для того, чтобы герконы 5-7 не срабатывали в каждую полуволну переменного тока в режиме нагрузки, величина тока срабатывания  $I_{cp}$  в токопроводах 15-17 принимается равной  $I_{cp} = 1,3 I_{ном}$ .

При коротком замыкании (КЗ), например, при двухфазном КЗ между фазами А и В на выводах одной из вторичных обмоток трансформатора 18, на входы сумматоров 5n+20, 5n+21 и 5n+22 подаются разные по величине ЭДС. В результате этого  $B_{cp} > B_y - B_T$ , контакт геркона 2 (также, как и контакт геркона

3) замыкается, и подает сигнал на второй вход блока 11 отстройки от броска тока намагничивания, на первый вход которого поступает сигнал от сработавшего геркона 5. Блок 11, выполненный по время-импульсному принципу, производит отличие тока КЗ от тока намагничивания, и подает сигнал на вход элемента 14 ИЛИ, который запускает исполнительный орган 1, дающий команду на отключение выключателя установки (на фиг.1 не показано).

При включении трансформатора 18 под напряжение или восстановлении напряжения после отключения внешнего КЗ происходит бросок тока намагничивания. Геркон 2, как и при КЗ срабатывает, и сигнал появляется на втором входе блока 11, на первый вход которого поступает сигнал от сработавшего геркона 5. Блок 11 производит отличие тока намагничивания от тока КЗ и блокирует действие защиты.

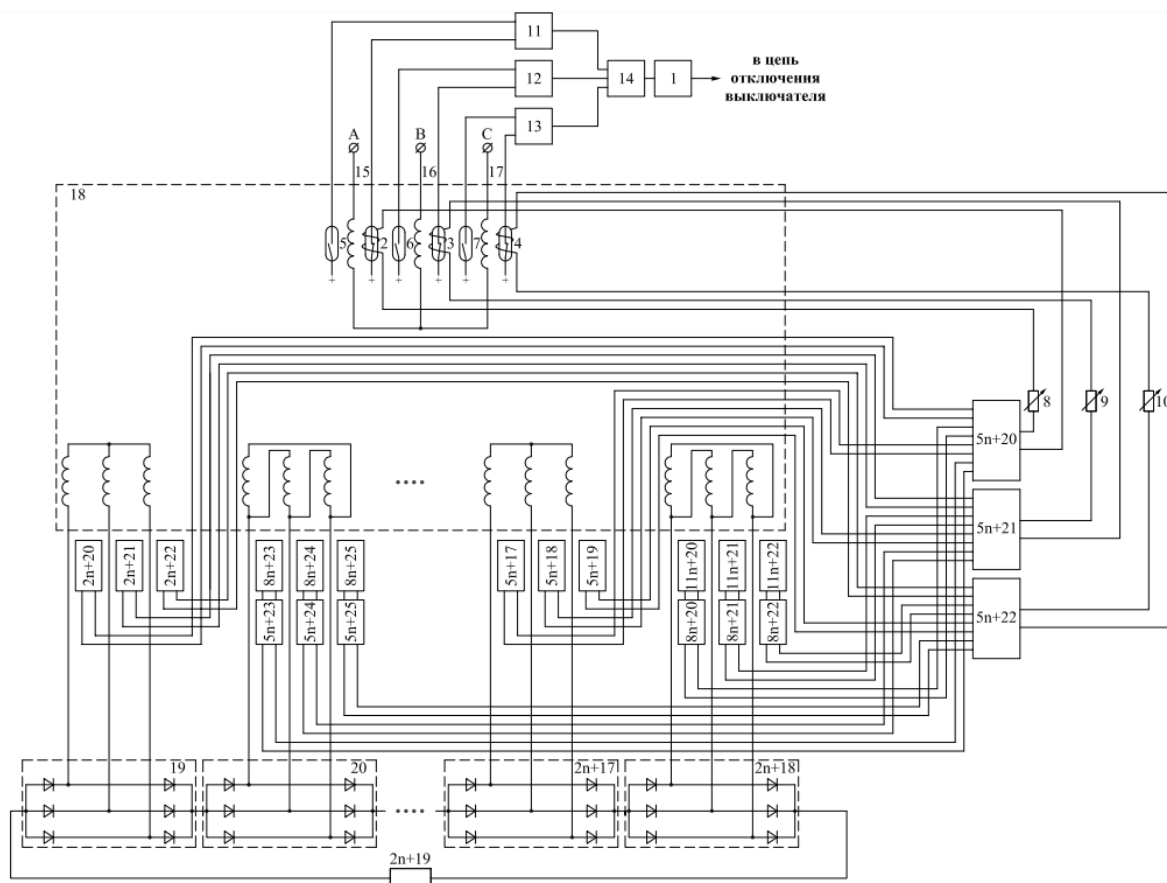
Таким образом, защита срабатывает при внутренних коротких замыканиях и не работает при бросках тока намагничивания, в режиме нагрузки и при внешних коротких замыканиях. Использование 6n магниточувствительных элементов (являющихся, по сути, блоками измерений), 3n блоков уравнивания напряжений, трех сумматоров, и их соответствующее подключение позволяет в сравнении с прототипом повысить надежность функционирования защиты за счет того, что при неисправности любого из 6n магниточувствительных элементов защита остается работоспособной, выполняя свои функции. Экономический эффект от повышения надежности функционирования защиты заключается в уменьшении средств для проведения ремонтов преобразовательной установки за счет своевременного выявления повреждений, а также за счет исключения излишних срабатываний при повреждении блоков измерений.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Устройство защиты трансформатора с 2n вторичными обмотками в преобразовательной установке, содержащее исполнительный орган, первый, второй, третий герконы с размыкающими контактами и управляющими обмотками, закрепленные в магнитном поле токопроводов переменного тока фаз А, В и С, соответственно, первичной обмотки трансформатора установки, состоящей также из 2n выпрямителей с нагрузкой, первый, второй и третий герконы с замыкающими контактами без управляющих обмоток, закрепленные точно также, как и герконы с размыкающими контактами, первый регулировочный резистор, первый, второй и третий блоки отстройки от броска тока намагничивания, к первым входам которых подключены замыкающие контакты первого, второго и третьего герконов без управляющих обмоток, а ко вторым входам – размыкающие контакты первого, второго и третьего герконов с управляющими обмотками, отличающееся тем, что введены 3n

магниточувствительных элементов, закрепленные вблизи шин, подключенных одним концом к выводам фаз А, В и С и вторичных обмоток трансформатора, соединенных в «звезду»,  $3n$  магниточувствительных элементов, закрепленные вблизи шин, подключенных одним концом к выводам фаз А, В и С и вторичных обмоток трансформатора, соединенных в «треугольник», при этом другие концы упомянутых шин подключены к выпрямителям,  $3n$  блоков уравнивания напряжений, первый, второй и третий сумматоры, второй и третий регулировочные резисторы, элемент ИЛИ, причем выводы  $3n$  магниточувствительных элементов, закрепленных вблизи шин, подключенных к выводам фаз А, В и С и вторичных обмоток трансформатора, соединенных в «звезду», подключены к первому, второму и третьему

сумматорам соответственно, к которым также подключены выходы  $3n$  блоков уравнивания напряжений; входы последних подключены к выводам  $3n$  магниточувствительных элементов, закрепленных вблизи шин, подключенных к выводам фаз А, В и С и вторичных обмоток трансформатора, соединенных в «треугольник»; первый, второй и третий сумматоры через первый, второй и третий регулировочные резисторы подключены к выводам управляющих обмоток первого, второго и третьего герконов с размыкающими контактами; элемент ИЛИ своими входами подключен к выходам блоков отстройки от броска тока намагничивания, а выходом – к исполнительному органу.



Фиг. 1