



# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 955329

(61) Дополнительное к авт. свид-ву —

(22) Заявлено 12.12.80 (21) 3215178/24-07

с присоединением заявки № —

(23) Приоритет —

Опубликовано 30.08.82. Бюллетень № 32

Дата опубликования описания 05.09.82

(51) М. Кл.<sup>3</sup>

H 02 H 7/04

(53) УДК 621.316.  
.925 (088.8)

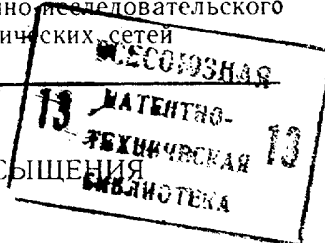
(72) Авторы  
изобретения

Г. В. Бердов, М. М. Середин и В. И. Лузанов

(71) Заявитель

Южное отделение ордена Октябрьской Революции всесоюзного  
государственного проектно-исследовательского и научно-исследовательского  
института энергетических систем и электрических сетей  
«Энергосетьпроект»

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ РЕЖИМА НАСЫЩЕНИЯ  
ТРАНСФОРМАТОРА



1

Изобретение относится к электротехнике, а именно к разделу устройств релейной защиты, с помощью которых можно выявить режим насыщения магнитопровода силового трансформатора и заблокировать защиту трансформатора при бросках тока намагничивания.

Известно устройство, подсоединенное ко вторичным цепям трансформаторов тока, включенных на вывода обмоток силового трансформатора (автотрансформатора), и содержащие функциональные и логические элементы для измерения и сравнения с заданным значением длительности бестоковой паузы в производной дифференциального тока. Режим насыщения трансформатора фиксируется в том случае, если значение бестоковой паузы больше принятого порогового значения [1].

Недостатком известного устройства является то, что при насыщении магнитопроводов трансформаторов тока в режимах коротких замыканий в силовых трансформаторах во вторичных токах трансформаторов тока появляются бестоковые паузы, превышающие порог срабатывания, и устройство ошибочно фиксирует режим насыщения транс-

2

форматора. Другим его недостатком является ограниченная быстрота выявления режима насыщения трансформатора, поскольку для измерения длительности бестоковой паузы необходимо не меньше периода промышленной частоты.

Наиболее близким к предлагаемому является устройство, содержащее трансформаторы тока в заземленной нейтрали трансформатора, трансформаторы тока, подключенные к фазным выводам обмоток низкого напряжения трансформатора, вторичные обмотки этих трансформаторов тока образуют фильтр токов нулевой последовательности, дифференциальный токовый орган, пороговые элементы, логический элемент ЗАПРЕТ, элемент времени и реагирующий орган.

Выявление режима насыщения трансформатора в данном устройстве осуществляется путем сравнения токов в нейтрали трансформатора и на выходе фильтра токов нулевой последовательности с соответствующими пороговыми значениями, причем режим насыщения фиксируется в том случае, если один из токов ее превышает соответствующего порогового значения [2].

Недостатком данного устройства является возможность излишнего срабатывания при однофазных и двухфазных коротких замыканиях на землю в защищаемом трансформаторе, при которых возможно насыщение магнитопроводов трансформатора тока, при этом ток на входе одного порогового элемента может оказаться меньше тока срабатывания, а на входе другого — больше тока срабатывания, в результате чего устройство ошибочно зафиксирует режим насыщения трансформатора.

Цель изобретения — повышение селективности и надежности устройства для выявления режима насыщения трансформатора.

Поставленная цель достигается тем, что в устройство для выявления режима насыщения трансформатора, содержащее трансформатор тока, установленный в заземленной нейтрали трансформатора, трансформаторы тока, установленные на выводах обмоток трансформатора, соединенных в звезду, трансформаторы тока, установленные на фазных выводах обмоток трансформатора, соединены в треугольник, причем их вторичные обмотки образуют фильтр токов нулевой последовательности, дифференциальный токовый орган, два пороговых органа, первый элемент ЗАПРЕТ, блок выдержки времени и реагирующий орган, дополнительно введены дифференцирующий блок, второй элемент ЗАПРЕТ, а пороговые органы выполнены с выдержкой времени на пропадание сигнала, причем вторичные обмотки трансформаторов тока, образующих фильтр токов нулевой последовательности, и трансформатора тока, установленного в заземленной нейтрали трансформатора, подключены ко входам дифференциального токового органа, выход которого, через соединенные последовательно дифференцирующий блок, первый пороговый орган и первый элемент ЗАПРЕТ подключен к реагирующему органу, а вторичные обмотки трансформаторов тока, установленных на выводах обмоток трансформатора, соединенных в звезду, подключены ко второму пороговому органу, выход которого через соединенные последовательно второй элемент ЗАПРЕТ и блок выдержки времени подключен к запрашивающему входу первого элемента ЗАПРЕТ, причем выход первого порогового органа также соединен с запрашивающим входом второго элемента ЗАПРЕТ.

На фиг. 1 представлена схема устройства, на фиг. 2 — потенциальные диаграммы работы устройства при насыщении трансформатора и броске тока намагничивания (а), коротком замыкании в трансформаторе (б), коротком замыкании в трансформаторе и насыщении трансформаторов тока выводов низкого напряжения (в).

Устройство для выявления режима насыщения трансформатора содержит трансформатор 1, трансформаторы тока 2, 3 и 4, диф-

ференциальный токовый орган 5, дифференцирующий блок 6, пороговые органы 7 и 8, имеющие выдержку времени на пропадание сигнала, элементы ЗАПРЕТ 9 и 10, блок 11 выдержки времени и реагирующий орган 12.

Дифференциальный токовый орган 5 и дифференцирующий блок 6 могут быть реализованы с помощью трансреактора, имеющего две первичные обмотки, подключенные к трансформаторам тока в нейтрали 4 и к выходу фильтра 3 токов нулевой последовательности, и вторичную обмотку, подключенную ко входу порогового органа 7. Причем первичные обмотки трансреактора подключаются ко вторичным цепям трансформаторов тока таким образом, чтобы наводимая на вторичной обмотке ЭДС соответствовала разности токов в первичных обмотках. Первичные обмотки трансреактора должны иметь ответвления для выравнивания небаланса токов, относящихся к обмоткам трансформатора с различным номинальным напряжением.

Пороговые органы 7 и 8, с выдержкой времени на пропадание сигнала, логические элементы ЗАПРЕТ 9 и 10, блок 11 времени и реагирующий орган 12 могут быть реализованы на основе использования стандартных полупроводниковых функциональных и логических элементов.

Показанные на фиг. 2 обозначения показывают:  $i_N$  — ток трансформаторов тока, установленных на выводах обмоток трансформатора, соединенных в звезду,  $i_\phi$  — ток трансформатора тока, установленного в нейтрали трансформатора,  $i_N$  — ток на выходе трансформаторов тока, установленных на выводах обмоток трансформатора, соединенных в треугольник,  $U_5-U_{12}$  — напряжение на выходе соответствующего блока 1ф. и  $U_{ср}$  — ток и напряжение срабатывания блоков 8 и 7.

Устройство работает следующим образом.

В режиме однофазного броска тока намагничивания и насыщения трансформатора по одной из обмоток трансформатора, соединенных в ЗВЕЗДУ и по нейтрали трансформатора протекает ток, а в обмотках, соединенных в треугольник, равен нулю (фиг. 2а).

На выходах блоков 5 и 6 возникает сигнал, вызывая срабатывания порогового органа 7. Ток в фазе одной из обмоток трансформаторов тока, соединенных в звезду  $i_\phi$  вызывает срабатывание порогового органа 8 в том случае, если ток  $i_\phi$  превышает амплитуду тока нагрузки, от которого производится отстройка тока срабатывания  $I_{ср}$  порогового органа 8. Напряжение срабатывания  $U_{ср}$  порогового органа 7 выбирается по условию отстройки от напряжения небаланса сигнала на выходе дифференцирующего блока 6, возникающего вследствие неточного выравнивания токов трансформато-

ра тока, установленного в нейтрали  $i_N$ , и трансформаторов тока, установленных на выводах обмоток трансформатора, соединенных в треугольник —  $i_M$ . Поскольку производная тока  $i_N$  нарастает быстрее, чем ток  $i_\Phi$ , сигнал на выходе порогового органа 7 появляется раньше, чем сигнал на выходе порогового элемента 8. Если амплитуда броска тока намагничивания не превышает тока срабатывания  $I_{ср}$ , сигнал на выходе порогового элемента 8 отсутствует. С выхода порогового органа 7 сигнал поступает на вход первого элемента ЗАПРЕТ 10 и на управляющий вход второго элемента ЗАПРЕТ 9. Поскольку сигнал с выхода порогового элемента 8 поступает на вход элемента ЗАПРЕТ 9 после появления сигнала на его управляющем входе или вообще не поступает, сигнал на выходе элемента Запрет 9 отсутствует. Сигнал на выходе блока 11 времени, который обеспечивает выдержку времени на возникновение сигнала на его выходе после возникновения сигнала на входе, а также выдержку времени на пропадание сигнала на выходе, также отсутствует. Следовательно, после срабатывания порогового органа 7 срабатывает реагирующий орган 12.

При двухфазных бросках тока намагничивания устройство работает аналогично, поскольку ток  $i_0$  в обмотках, соединенных в треугольник, отсутствует, а токи  $i_N$  и  $i_\Phi$  отличны от нуля. При трехфазных бросках тока намагничивания все токи  $i_0$ ,  $i_N$  и  $i_\Phi$  отличны от нуля. Разность токов  $i_N$  и  $i_0$ , приведенных в одной ступени напряжения, также отлична от нуля и практически равна значению тока  $i_0$ , поскольку периодическая составляющая тока близка нулю. Устройство в этом режиме работает аналогично режимам однофазного и двухфазного бросков тока намагничивания.

При коротких замыканиях в трансформаторе на землю, не сопровождающихся насыщением магнитопроводов трансформаторов тока (фиг. 26), приведенные к одной ступени напряжения значения токов  $i_N$  и  $i_M$  равны и на входе порогового органа 7 может появиться только сигнал небаланса из-за регулирования напряжения трансформатора под нагрузкой или неточного выравнивания токов  $i_0$  и  $i_N$  на входе дифференциального токового органа 5, причем от сигнала небаланса обеспечивается отстройка по напряжению срабатывания  $U_{ср}$ . Сигнал на входе первого элемента ЗАПРЕТ 10 отсутствует и реагирующий орган 12 не срабатывает.

При насыщении трансформаторов тока, например, включенных по схеме фильтра 3 токов нулевой последовательности, возможно появление значительного сигнала небаланса на выходе дифференциального токового органа 5 и дифференцирующего блока 6. Однако насыщение трансформаторов тока и возникновение сигнала небаланса проис-

ходит спустя время идеальной трансформации после начала процесса, поэтому сигнал на управляющем входе элемента ЗАПРЕТ 9 появится спустя некоторое время, после появления сигнала на его основном входе, соединенном с выходом порогового элемента 8. На выходе элемента ЗАПРЕТ 9 появится импульсный сигнал, длительность которого определяется временем идеальной трансформации трансформаторов тока. Выдержка времени  $\Delta t$  на возникновение сигнала на выходе блока 11 времени после его возникновения на входе выбирается меньше возможных минимальных длительностей импульсов на выходе элемента ЗАПРЕТ 9, поэтому на выходе блока 11 времени в рассматриваемом режиме возникает сигнал до момента появления сигнала на выходе порогового органа 7. Сигнал с выхода блока 11 времени поступает на управляющий вход элемента ЗАПРЕТ 10 и блокирует прохождение сигнала с выхода порогового органа 7 через элемент ЗАПРЕТ 10. Блок времени имеет выдержку времени на пропадание сигнала на его выходе, которая определяется возможным временем существования режима короткого замыкания, сопровождающегося насыщением магнитопровода трансформатора тока. Поэтому блокирование сигнала с выхода порогового органа 7 надежно обеспечивается в течение всего времени существования сигнала небаланса. Выдержка времени на возникновение сигнала на выходе блока 11 времени может регулироваться в диапазоне 1—5 мс, в пределах которого лежит возможное минимальное время насыщения магнитопровода трансформатора тока.

Предлагаемое устройство позволяет повысить селективность и надежность выявления режима насыщения трансформатора и броска тока намагничивания для предотвращения излишних срабатываний релейных защит трансформаторов и уменьшения недоотпущенной электроэнергии потребителям.

За счет повышения быстроты выявления режима насыщения трансформаторов оказывается возможным повысить быстроты действия релейных защит трансформаторов при внутренних коротких замыканиях, благодаря чему уменьшается стоимость их ремонта, а также оказывается возможным повысить пропускную способность линий электропередач, примыкающих к этим трансформаторам.

#### Формула изобретения

Устройство для выявления режима насыщения трансформатора, содержащее трансформатор тока, установленный в заземленной нейтрали трансформатора, трансформаторы тока, установленные на выводах обмоток трансформатора, соединенных в звезду, трансформаторы тока, установлен-

ные на фазных выводах обмоток трансформатора, соединенных в треугольник, причем их вторичные обмотки образуют фильтр токов нулевой последовательности, дифференциальный токовый орган, два пороговых органа, первый элемент ЗАПРЕТ, блок выдержки времени и реагирующий орган, отличающиеся тем, что, с целью повышения селективности и надежности в него дополнительно введены дифференцирующий блок, второй элемент ЗАПРЕТ, а пороговые органы выполнены с выдержкой времени на пропадание сигнала, причем вторичные обмотки трансформаторов тока, образующих фильтр токов нулевой последовательности, и трансформатора тока, установленного в заземленной нейтрали трансформатора, подключены ко входам дифференциального токового органа, выход которого через соединенные последовательно дифференцирующий

блок, первый пороговый орган и первый элемент ЗАПРЕТ подключен к реагирующему органу, а вторичные обмотки трансформаторов тока, установленных на выводах обмоток трансформатора, соединенных в звезду, подключены ко второму пороговому органу, выход которого через соединенные последовательно второй элемент ЗАПРЕТ и блок выдержки времени подключен к запрещающему входу первого элемента ЗАПРЕТ, причем выход первого порогового органа также соединен с запрещающим входом второго элемента ЗАПРЕТ.

Источники информации,

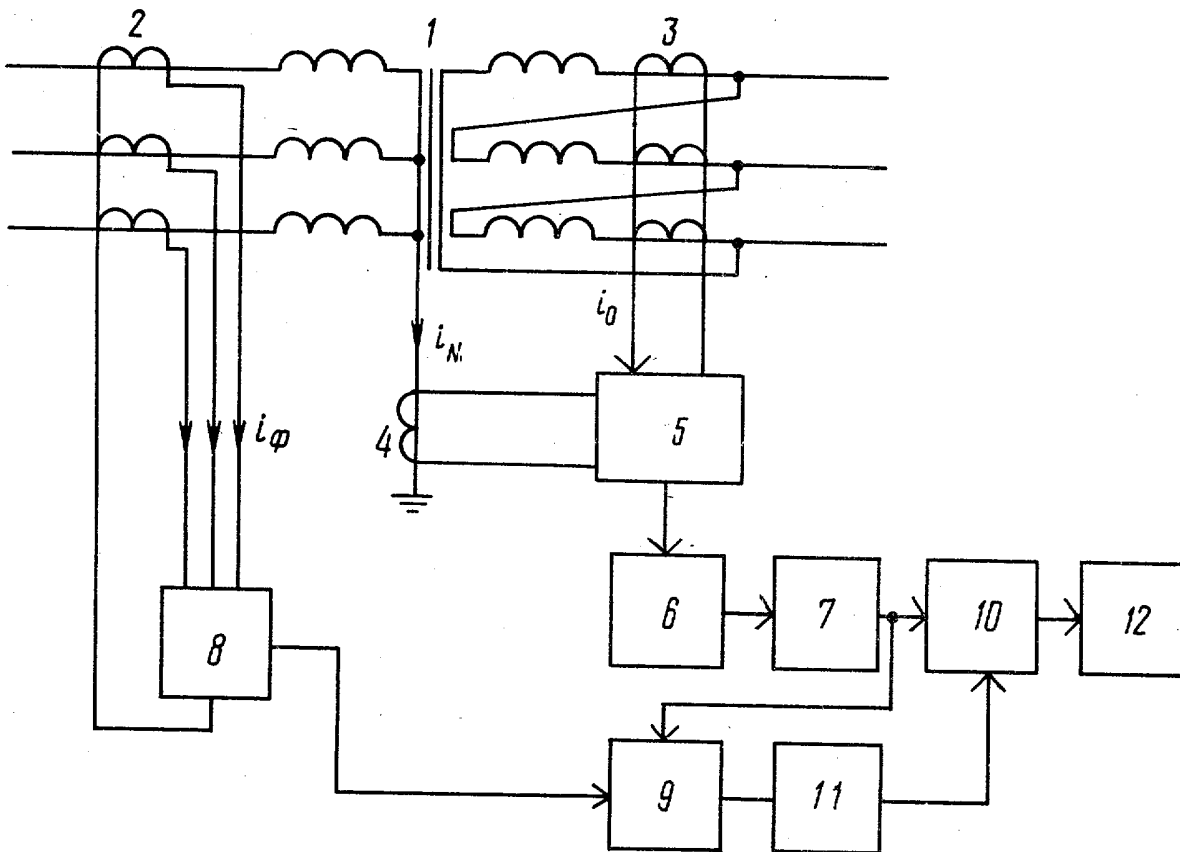
принятые во внимание при экспертизе

1. Авторское свидетельство СССР

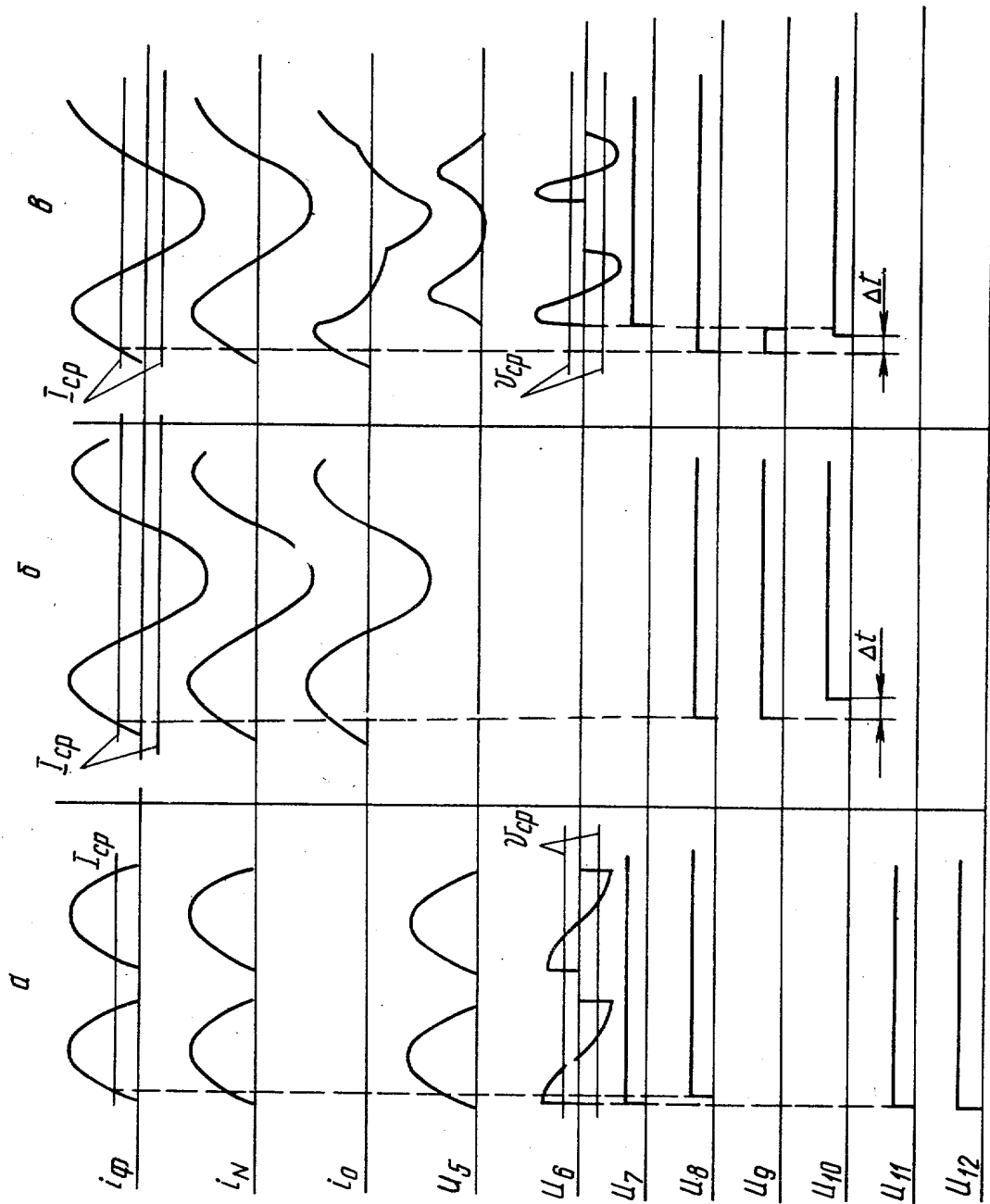
№ 266909, кл. Н 02 Н 7/04, 1969.

2. Авторское свидетельство СССР

№ 477948, кл. Н 02 Н 7/04, 1972.



Фиг. 1



Фиг. 2

Редактор Л. Горбунова  
 Заказ 6461/67

Составитель А. Бондаренко  
 Техред А. Бойкас  
 Тираж 669

Корректор Г. Решетник  
 Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР  
 по делам изобретений и открытий  
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5  
 Филиал ППП «Патент», г. Ужгород, ул. Проектная, 4