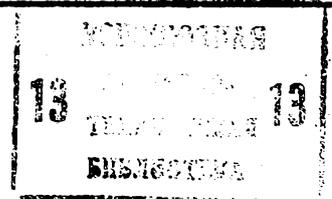




4(51) Н 02 Н 3/14

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ



# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3443463/24-07

(22) 24.05.82

(46) 15.04.85. Бюл. № 14

(72) П.П. Лезов, Г.А. Михневич  
и В.В. Золотых

(71) Харьковский ордена Ленина поли-  
технический институт им. В.И. Ленина

(53) 621.316.925(088.8)

(56) 1. Авторское свидетельство СССР  
№ 712887, кл. Н 02 Н 3/14, 1980.

2. И.Я. Гунин, М.И. Гунин,  
В.Ф. Устинов. "Вторичные схемы  
электрических станций и подстанций".  
"Энергия", 1964, стр. 131-133.

3. Патент Франции № 2188171,  
Н 02 Н 3/16, 1973.

(54) (57) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ  
ЗАМЫКАНИЯ НА КОРПУС ЭЛЕКТРОУСТАНОВ-  
КИ В ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА С ИЗМЕНЯ-  
ЮЩИМСЯ НАПРЯЖЕНИЕМ, содержащее гене-  
ратор прямоугольного напряжения, уп-  
равляющий двумя электронными ключа-  
ми коммутатора, компаратор, опорный  
вход которого связан с генератором  
прямоугольного напряжения, а выход  
соединен с исполнительным органом,  
отличающееся тем, что,  
с целью повышения надежности работы  
путем обеспечения независимости  
срабатывания от изменения напряже-

ния контролируемой цепи и расширения  
функциональных возможностей путем  
определения места замыкания, в него  
дополнительно введены два трехэле-  
ментных коммутируемых резистивных  
симметричных делителя напряжения конт-  
ролируемой цепи, два трансформатора  
напряжения, два амплитудно-фазных  
различителя и выпрямитель, при этом  
первичная обмотка первого трансфор-  
матора напряжения включена между  
средними точками первого делителя  
напряжения, а вторичная обмотка че-  
рез выпрямитель подсоединена к опор-  
ному входу компаратора, к сигналь-  
ному входу которого подключен общий  
выход двух встречно включенных ампли-  
тудно-фазных различителей; входы  
которых подключены ко вторичным об-  
моткам второго трансформатора напря-  
жения, причем один конец первичной  
обмотки указанного трансформатора  
соединен с корпусом электроустановки,  
а другой через первый электронный  
ключ коммутатора подключен к средним  
точкам второго делителя напряжения,  
второй электронный ключ подсоединен  
в разрыв цепи между средним резисто-  
ром и резистором минусовой шины  
контролируемой цепи первого делителя  
напряжения.

(19) SU (11) 1150689 A

Изобретение относится к электро-  
технике и может быть использовано  
для защиты и сигнализации от замыка-  
ния на корпус силовой цепи тепलो-  
ва.

Известно устройство для защиты  
электрической цепи от короткого за-  
мыкания на корпус в цепи постоянно-  
го тока, основанное на принципе на-  
ложения переменного тока от дополни-  
тельного источника на контролируемую  
сеть с помощью мостовой схемы [1].

Недостатками устройства являют-  
ся создание помех работе устройств  
автоматически источником переменного  
тока, зависимость комплексного  
сопротивления изоляции от времени  
и состояния окружающей среды, при-  
водящая к изменению настройки моста,  
наличие "слепой" точки в работе уст-  
ройства. Последний недостаток заклю-  
чается в том, что при замыкании на  
корпус точки цепи с потенциалом,  
равным потенциалу незаземленной вер-  
шины измерительной диагонали моста,  
мост оказывается в равновесии и ток  
измерительной диагонали равен нулю.  
С учетом зоны нечувствительности  
измерительного устройства образует-  
ся "слепая" или "мертвая" зона, в  
пределах которой устройство замыка-  
ния на корпус не обнаруживает.

В значительной мере эти недостат-  
ки искупаются таким важным для теп-  
ловозов достоинством, как независи-  
мость работы устройства от напряже-  
ния контролируемой цепи постоянного  
тока, если это напряжение изменяет-  
ся достаточно медленно.

Известно также устройство контро-  
ля изоляции, в котором используется  
мостовая схема с трехэлементным дели-  
телем из одинаковых сопротивлений,  
среднее из которых является потен-  
циометром, с двухполюсным переключателем,  
позволяющим закорачивать  
любое крайнее сопротивление делите-  
ля. Переключение плеч моста вызывает  
перемещение измерительной диагонали,  
что дает два отсчета (один нулевой),  
которыми определяется сопротивление  
изоляции независимо от соотношения  
сопротивлений утечек полюсов сети [2].

Недостатками устройства являются  
необходимость выполнения ручных опе-  
раций при измерениях, зависимость  
показаний устройства от напряжения  
сети.

Наиболее близким по технической  
сущности к предлагаемому является  
устройство для защиты электрооборудо-  
вания от утечек тока на землю, в ко-  
тором полюса сети периодически под-  
ключаются к заземленному сопротивле-  
нию нагрузки устройства, благодаря  
чему на нагрузке получается напряже-  
ние в виде последовательности разно-  
полярных импульсов, амплитуды которых  
определяются величинами сопротивле-  
ний изоляции соответствующих полюсов  
сети. Напряжение нагрузки сравнивает-  
ся компаратором с опорным напряжени-  
ем прямоугольной формы, подаваемым  
от того же генератора, который управ-  
ляет коммутацией полюсов сети. В слу-  
чае возникновения утечки на компара-  
торе появляется сигнал разбаланса,  
вызывающий отключение системы пита-  
ния [3].

Недостатками устройства является  
зависимость срабатывания устройства  
от напряжения контролируемой цепи,  
а также тяжелые условия работы ключей  
коммутатора - при полном напряжении  
сети. Последнее затрудняет использо-  
вание полупроводниковых элементов  
в качестве ключей, так как напряже-  
ние сети на тепловозах, например,  
достигает 900В, а допустимое напря-  
жение для полупроводников порядка  
600В.

Цель изобретения - повышение на-  
дежности работы устройства путем  
обеспечения независимости срабаты-  
вания от изменения напряжения контро-  
лируемой цепи и расширение функциональ-  
ных возможностей путем определения  
места замыкания.

Поставленная цель достигается  
тем, что в устройство, содержащее  
генератор прямоугольного напряжения,  
управляющий двумя электронными клю-  
чами коммутатора, компаратор, опор-  
ный вход которого связан с генера-  
тором прямоугольного напряжения, а  
выход соединен с исполнительным ор-  
ганом, дополнительно введены два  
трехэлементных коммутируемых резис-  
тивных симметричных делителя напря-  
жения контролируемой цепи, два транс-  
форматора напряжения, два амплитуд-  
но-фазных различителя и выпрямитель,  
при этом первичная обмотка первого  
трансформатора напряжения включена  
между средними точками первого дели-  
теля напряжения, а вторичная обмотка

через выпрямитель подсоединена к опорному входу компаратора, к сигнальному входу которого подключен общий вход двух встречно-включенных амплитудно-фазных различителей, входы которых подключены ко вторичным обмоткам второго трансформатора напряжения, причем один конец первичной обмотки указанного трансформатора соединен с корпусом электроустановки, а другой через первый электронный ключ коммутатора подключается к средним точкам второго делителя напряжения, второй электронный ключ соединен в разрыв цепи между средним резистором и резистором минусовой шины контролируемой цепи первого делителя напряжения.

На фиг. 1 приведена схема моста, состоящего из плеч трехэлементного делителя 1 и частей сопротивления приемника 2, разделенных точкой  $d$  замыкания на корпус. Плечи делителя 1 периодически переключаются секцией электронного коммутатора 3.1, питаемым от генератора знакопеременного прямоугольного напряжения 4. В измерительной диагонали моста стоит трансформатор 5, на двух вторичных обмотках которого собраны амплитудно-фазовые различители 6 и 7, выходы которых включены встречно, а опорные напряжения подаются в противофазе от генератора 4. Алгебраическая разность постоянных составляющих напряжений с амплитудно-фазовых различителей 6 и 7 подается в качестве сигнала на компаратор 8 и далее на исполнительное устройство 9 в виде сигнализатора или коммутирующего аппарата.

Опорное напряжение снимается с трехэлементного делителя 10, периодически включаемого секцией коммутатора 3.2, в виде последовательности знакопостоянных прямоугольных импульсов, которые через развязывающий трансформатор 11 подаются на выпрямитель 12 и далее на компаратор 8. Величина опорного напряжения таким образом получается прямо пропорциональной напряжению контролируемой цепи.

Для облегчения поиска места замыкания на корпус устройства снабжено вольтметром с нулем посередине шкалы, подключаемым с помощью переключате-

ля 13 поочередно к выходам амплитудно-фазовых различителей.

В случае замыкания на корпус какой-либо точки цепи в измерительной диагонали возникает последовательность прямоугольных импульсов тока вследствие работы коммутатора 3.1. Удобно эту последовательность представить в виде совокупности двух последовательностей, соответствующих разным положениям ключа коммутатора 3.1 ( $a$  и  $b$ ). Амплитуда импульсов последовательности  $a$  зависит от верхней части сопротивления приемника 2, определяющей разность потенциалов  $\varphi_a - \varphi_d$  на измерительной диагонали, где  $\varphi_d$  - потенциал корпуса. Амплитуда импульсов последовательности  $b$  зависит от нижней части сопротивления приемника 2, определяющей разность потенциалов  $\varphi_b - \varphi_d$  на измерительной диагонали. Тогда разность амплитуд импульсов  $a$  и  $b$  будет определяться только разностью потенциалов точек  $a$  и  $b$ :

$$(\varphi_a - \varphi_d) - (\varphi_b - \varphi_d) = \varphi_a - \varphi_b = \varphi_{ab},$$

причем независимо от положений точки замыкания на корпус. Этим полностью устраняется "слепая" точка в работе устройства.

На фиг. 2 показаны графики, иллюстрирующие процессы, происходящие в измерительной диагонали.

На фиг. 2 изображено пять случаев процессов в устройстве, соответствующих разным соотношениям потенциала точки  $d$  относительно потенциалов точек  $a$  и  $b$  ( $\varphi_d > \varphi_a$ ;  $\varphi_d = \varphi_a$ ;  $\varphi_b < \varphi_d < \varphi_a$ ;  $\varphi_d = \varphi_b$ ;  $\varphi_d < \varphi_b$ ). Каждый случай иллюстрируется тремя графиками, показывающими форму тока  $i_a$  и  $i_b$  в нагрузке каждого из амплитудно-фазных различителей 6 и 7 и их разность  $i_a - i_b$ , полученную за счет последовательного встречного включения нагрузок относительно входа компаратора 8. Конденсаторы фильтров АФР при этом должны быть отключены,

Следует заметить, что графики  $i_a$  и  $i_b$  на фиг. 2 также соответствуют форме тока измерительной диагонали моста устройства в положениях  $a$  и  $b$  коммутатора 3.1. Напряжения на нагрузках 6 и 7 и входе компаратора в силу линейности устройства

повторяют форму токов (при отключенных конденсаторах).

При подключенных конденсаторах на нагрузках выделяются постоянные составляющие токов (напряжений)  $I_a$  и  $I_b$ , показанные на фиг. 2 пунктиром. Разность этих постоянных составляющих  $I_a - I_b$ , точнее - пропорциональное этой разности напряжение, является входным сигналом компаратора.

Разность амплитуд импульсов тока  $i_a$  и  $i_b$  и разность постоянных составляющих этих токов  $I_a - I_b$  не зависят от положения точки  $d$  замыкания на корпус, чем устраняется "слепая" точка в работе устройства.

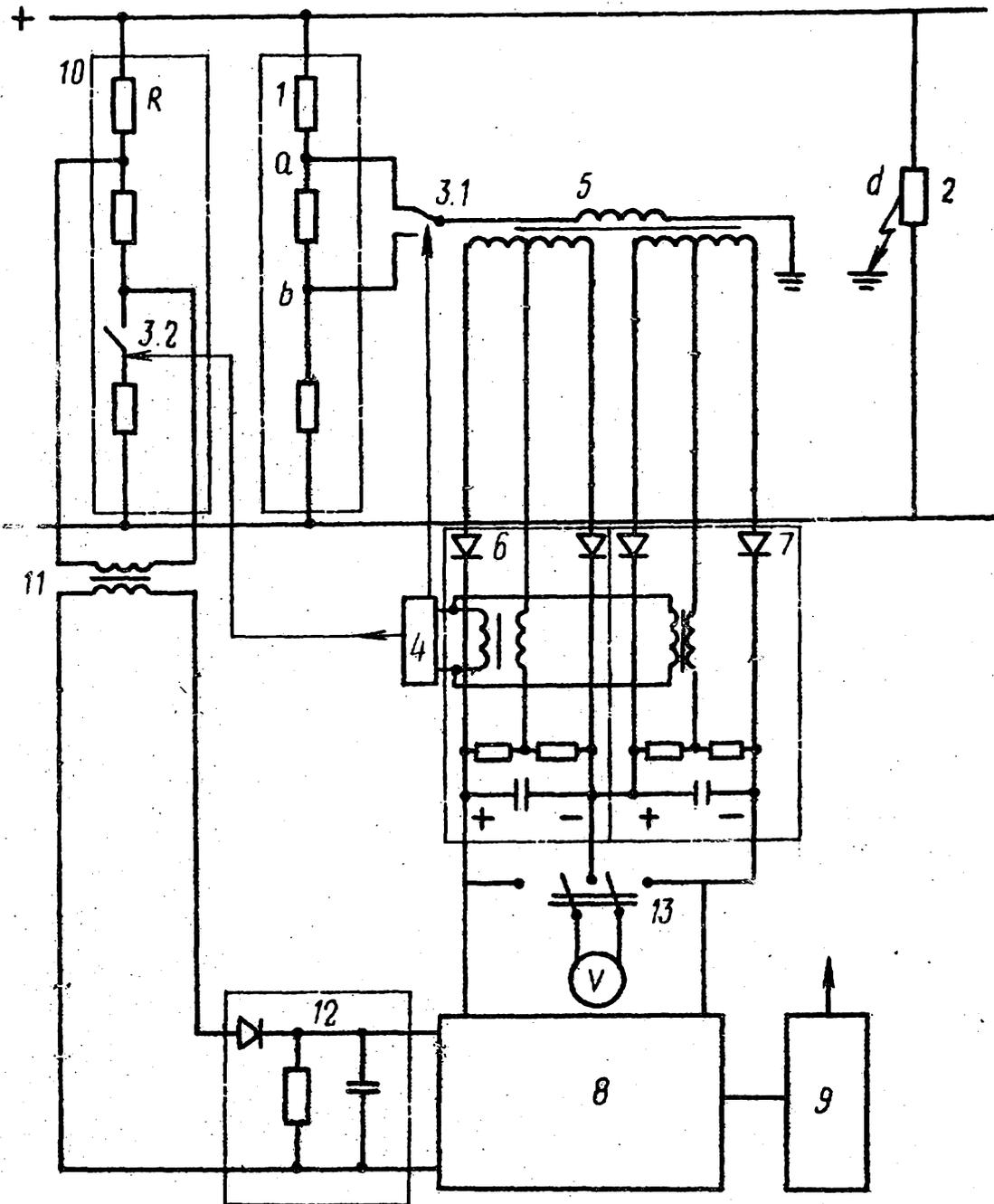
Последовательности импульсов  $a$  и  $b$  выделяются амплитудно-фазовыми различителями 6 и 7, опорные напряжения которых подаются в противофазе от генератора знакопеременного прямоугольного напряжения 4, благодаря чему различители 6 и 7 работают поочередно. Вследствие встречного включения выходов различителей 6 и 7 на выходе блока различителей получается сигнал в виде знакопостоянного напряжения, прямо пропорционального напряжению  $U_{ab}$ , т.е. прямо пропорционального напряжению питающей сети.

При коротком замыкании на корпус любой точки цепи при любом напряжении питания компаратор 8 срабатывает, так как опорное напряжение в такой же степени зависит от напряжения питания, как и сигнал.

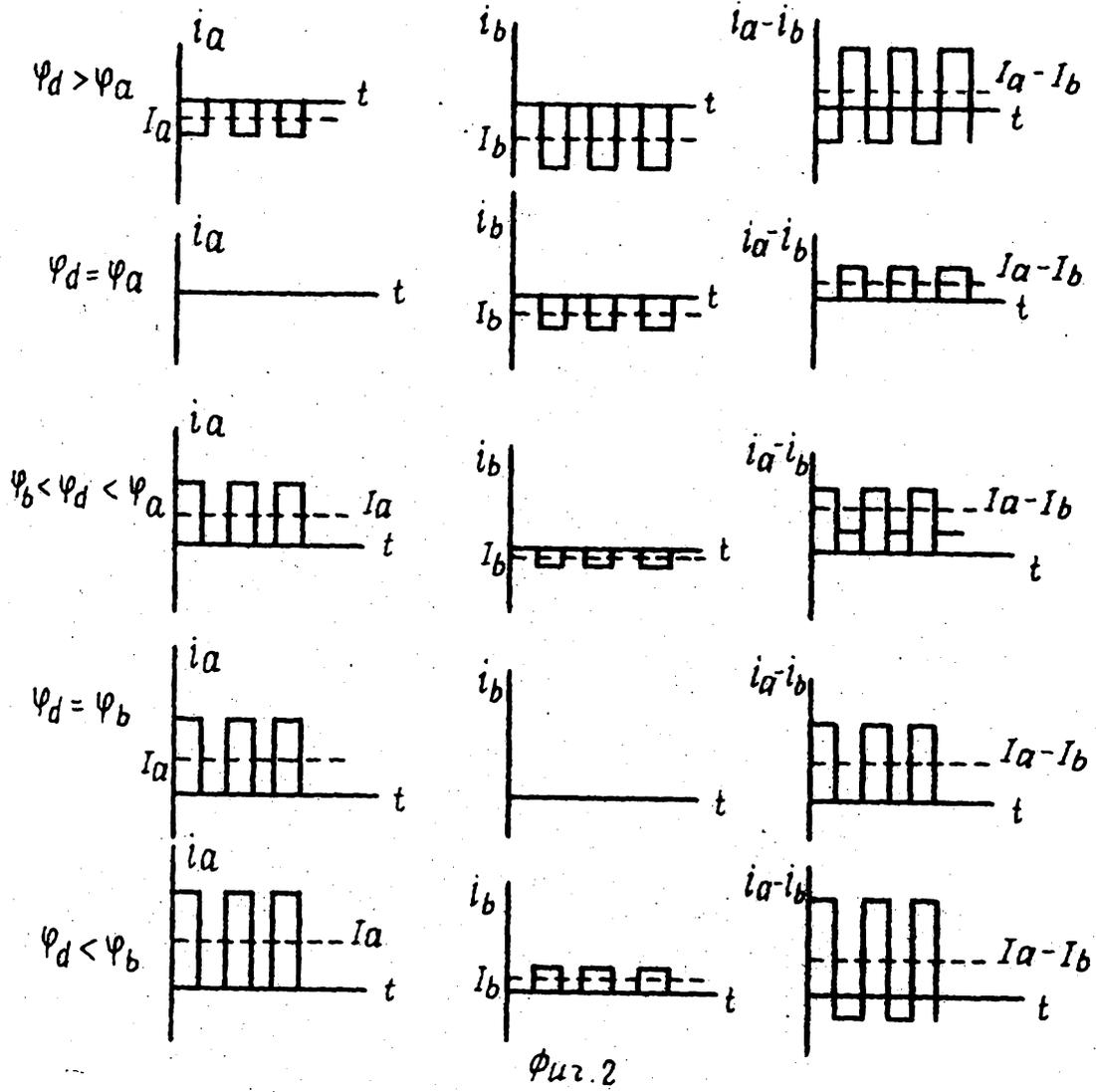
Из временных графиков фиг. 2 видно, каковы полярности напряжений на выходах амплитудно-фазовых различителей 6 и 7, а следовательно, в какую сторону отклоняется от нуля, расположенного посередине шкалы, стрелка вольтметра. Например, если стрелка вольтметра в обеих позициях переключателя 13 отклоняется влево, то это означает, что замыкание на корпус произошло в полюсовой шине или примыкающей к ней части нагрузки. Если стрелка отключается в разные стороны при манипуляции переключателя 13 вольтметра, то замыкание произошло в средней части приемника; если стрелка вольтметра в обеих позициях его переключателя 13 отклоняется вправо, то замыкание на корпус произошло в минусовой шине или примыкающей к ней части нагрузки.

Предлагаемое устройство может эффективно работать на тепловозе, напряжение силовой сети которого изменяется в широких пределах - в 15 раз (60 - 900В), а наличие вибрации и тряски в присутствии следов дизельного топлива делает высокой вероятность пожара при замыкании на корпус проводов сети или приемников.

Время поиска неисправности за счет дополнительной информации, получаемой от показаний вольтметра, сокращается, тем самым уменьшается время простоя тепловоза.



Фиг. 1



Редактор М. Товтин      Составитель О. Лисицын      Техред А. Бабинец      Корректор В. Гирняк

Заказ 2156/41      Тираж 620      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