



МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21) 2023/0131.1

(22) 24.02.2023

(45) 26.04.2024, бюл. №17

(72) Машрапов Бауыржан Ерболович; Клецель Марк Яковлевич; Машрапова Ризагуль Мегданиятовна

(73) Некоммерческое акционерное общество «Торайгыров университет»

(56) SU 1319138 A1, 23.06.1987;

RU 2020111153 A, 17.09.2021;

KZ 22069 A4, 15.12.2009;

KZ 20856 A4, 16.02.2009.

(54) **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЗАЩИТЫ ДВУХ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ НА ГЕРКОНАХ**

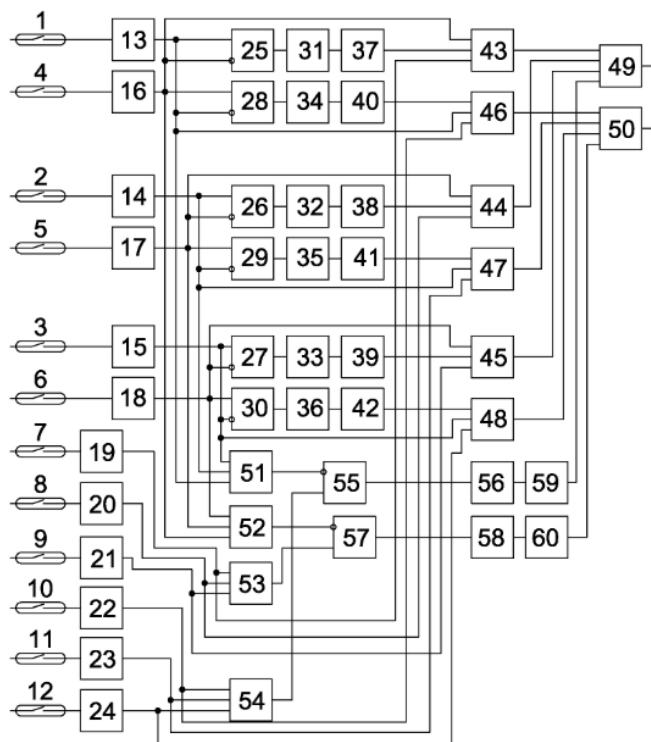
(57) Изобретение относится к электроэнергетике, а именно к технике релейной защиты, и может быть

использовано для защиты двух параллельных линий от коротких замыканий.

Технический результат – обеспечение отключения только поврежденной линии.

Устройство для защиты двух параллельных линий на герконах, содержащее двенадцать герконов, установленных вблизи фаз первой и второй линий, двенадцать антидребезговых схем, подключенных к контактам герконов, по восемь элементов И с одним инверсным входом, реле времени и элементов ПАМЯТЬ, и по шесть элементов И и ИЛИ, выходной орган, причем каждый.

Экономический эффект – устройство позволяет выполнить защиту двух параллельных линий от коротких замыканий без использования трансформаторов тока и, тем самым, сэкономить медь и сталь.



Фиг. 1

Изобретение относится к электроэнергетике, а именно к технике релейной защиты, и может быть использовано для защиты двух параллельных линий от коротких замыканий.

Известно устройство для защиты двух параллельных линий, содержащее блоки сравнения токов одноименных фаз, подключенные к трансформаторам тока, и блок логики, подключенный к блокам сравнения токов одноименных фаз, а выходом в цепи отключения выключателей первой и второй линий [KZ 26964 МПК H02H 7/26, H02H 3/16, опубли. 15.05.2013.].

Недостатком данного устройства является получение информации о токе в фазах с помощью металлоемких трансформаторов тока.

Наиболее близким к предлагаемому является устройство для защиты двух параллельных линий на герконах, содержащее первый, второй, третий и четвертый, пятый, шестой герконы, установленные под токопроводами фаз А, В, С первой и второй линий, и выходной орган, выходами подключенный в цепи отключения выключателей первой и второй линии [SU 1319138 А1, МПК 4 H02H 3/28, опубли. 23.06.1987.].

Недостатком этого устройства является то, что оно не выявляет поврежденную линию, и при коротком замыкании отключает обе.

Технический результат – обеспечение отключения только поврежденной линии.

Технический результат достигается тем, что в устройстве для защиты двух параллельных линий на герконах, содержащее первый, второй, третий и четвертый, пятый, шестой герконы, установленные под токопроводами фаз А, В, С первой и второй линий, и выходной орган, выходами подключенный в цепи отключения выключателей первой и второй линии, дополнительно введены седьмой, восьмой, девятый и десятый, одиннадцатый, двенадцатый герконы, установленные под токопроводами фаз А, В, С первой и второй линий, первая, вторая, третья, четвертая, пятая, шестая, седьмая, восьмая, девятая, десятая, одиннадцатая, двенадцатая антидребезговые схемы, подключенные к контактам первого, второго, третьего, четвертого, пятого, шестого, седьмого, восьмого, девятого, десятого, одиннадцатого, двенадцатого герконов, соответственно, первый, второй и третий элементы И с одним инверсным входом, подключенные прямым входом к выходам первой, второй и третьей антидребезговых схемам, а инверсным – к четвертой, пятой и шестой антидребезговых схемам, четвертый, пятый и шестой элементы И с одним инверсным входом, подключенные прямым входом к выходам четвертой, пятой и шестой антидребезговых схемам, а инверсным – к первой, второй и третьей антидребезговых схемам, первое, второе, третье и четвертое, пятое, шестое реле времени, подключенные к выходам первого, второго, третьего и четвертого, пятого, шестого элементов И с инверсным входом, первый, второй, третий и четвертый, пятый, шестой элементы ПАМЯТЬ, подключенные к выходам первого, второго, третьего и четвертого, пятого, шестого реле

времени, первый элемент И, подключенный к выходам четвертой и седьмой антидребезговых схемам и первому элементу ПАМЯТЬ, второй элемент И, подключенный к пятой и восьмой антидребезговых схемам и второму элементу ПАМЯТЬ, третий элемент И, подключенный к шестой и девятой антидребезговых схемам и третьему элементу ПАМЯТЬ, четвертый элемент И, подключенный к первой и десятой антидребезговых схемам и четвертому элементу ПАМЯТЬ, пятый элемент И, подключенный к второй и одиннадцатой антидребезговых схемам и пятому элементу ПАМЯТЬ, шестой элемент И, подключенный к третьей и двенадцатой антидребезговых схемам и шестому элементу ПАМЯТЬ, первый элемент ИЛИ, входами подключенный к первому, второму и третьему элементам И, а выходом подключенный через выходной орган в цепь отключения выключателя первой линии, второй элемент ИЛИ, входами подключенный к четвертому, пятому и шестому элементам И, а выходом подключенный через выходной орган в цепь отключения выключателя второй линии, третий элемент ИЛИ, подключенный к первой, второй и третьей антидребезговых схемам, четвертый элемент ИЛИ, подключенный к четвертой, пятой и шестой антидребезговых схемам, пятый элемент ИЛИ, подключенный к седьмой, восьмой и девятой антидребезговых схемам, шестой элемент ИЛИ, подключенный к десятой, одиннадцатой и двенадцатой антидребезговых схемам, седьмой элемент И с одним инверсным входом, подключенный инверсным входом к третьему элементу ИЛИ, прямым входом к шестому элементу ИЛИ, и выходом подключенный к седьмому реле времени, восьмой элемент И с одним инверсным входом, подключенный инверсным входом к четвертому элементу ИЛИ, прямым входом к пятому элементу ИЛИ, и выходом подключенный к восьмому реле времени, седьмой и восьмой элементы ПАМЯТЬ, входами подключенные к седьмому и восьмому элементам И с одним инверсным входом, а выходами к второму и первому элементам ИЛИ.

На фигуре 1 представлена структурная схема устройства.

Устройство содержит герконы 1 и 7, 2 и 8, 3 и 9, установленные вблизи токопроводов фаз А, В, С первой линии и 4 и 10, 5 и 11, 6 и 12 - токопроводов фаз А, В, С второй линии (токопроводы фаз А, В, С обеих линий на фиг.1 не показаны). Антидребезговые схемы 13-24 подключены к контактам герконов 1-12, соответственно. Элементы И 25, 26, 27 с одним инверсным входом подключены прямым входом к антидребезговому схеме 13, 14, 15, а инверсным – к антидребезговому схеме 16, 17, 18. Элементы И 28, 29, 30 с одним инверсным входом подключены прямым входом к антидребезговому схеме 16, 17, 18, а инверсным – к антидребезговому схеме 13, 14, 15. Реле времени 31-36, подключены к элементам И 25-30 с одним инверсным входом. Элементы ПАМЯТЬ 37-42 подключены к реле времени 31-36. Элемент И 43

подключен к антидребезговым схемам 16, 19 и элементу ПАМЯТЬ 37. Элемент И 44 подключен к антидребезговым схемам 17, 20 и элементу ПАМЯТЬ 38. Элемент И 45 подключен к антидребезговым схемам 18, 21 и элементу ПАМЯТЬ 39. Элемент И 46 подключен к антидребезговым схемам 13, 22 и элементу ПАМЯТЬ 40. Элемент И 47 подключен к антидребезговым схемам 14, 23 и элементу ПАМЯТЬ 41. Элемент И 48 подключен к антидребезговым схемам 15, 24 и элементу ПАМЯТЬ 42. Элемент ИЛИ 49 входами подключен к элементам И 43, 44, 45, а выходом – через исполнительный орган (на фиг.1 не показан) в цепь отключения выключателя первой линии. Элемент ИЛИ 50 входами подключен к элементам И 46, 47, 48, а выходом – через исполнительный орган (на фиг.1 не показан) в цепь отключения выключателя второй линии. Элемент ИЛИ 51 подключен к антидребезговым схемам 13, 14, 15. Элемент ИЛИ 52 подключен к антидребезговым схемам 16, 17, 18. Элемент ИЛИ 53 подключен к антидребезговым схемам 19, 20, 21. Элемент ИЛИ 54 подключен к антидребезговым схемам 22, 23, 24. Элемент И 55 с одним инверсным входом подключен инверсным входом к элементу ИЛИ 51, прямым входом к элементу ИЛИ 54, и выходом к реле 56 времени. Элемент И 57 с одним инверсным входом подключен инверсным входом к элементу ИЛИ 52, прямым входом к элементу ИЛИ 53, и выходом к реле 58 времени. Элементы ПАМЯТЬ 59, 60 входами подключены к элементам И 55, 57 с одним инверсным входом, а выходами – к элементам ИЛИ 50,49.

Устройство работает следующим образом. В режиме нагрузки герконы 1-12 не срабатывают, так как они выбраны с индукцией срабатывания, отстроенной от индукций МП, созданными токами в фазах линий. Защита не приходит в действие. Пусть при внешнем трехфазном коротком замыкании (КЗ) токи в линиях создают магнитные поля с индукцией $V_{пр}$ достаточной для срабатывания герконов 1 – 12. При этом герконы 1-6 срабатывают при достижении $V_{пр}$ значения V_1 , а герконы 7-12 – значения V_2 , причем $V_2 > V_1$. Из-за влияния погрешностей герконы, установленные вблизи одноименных фаз, срабатывают одновременно. Например, если герконы 1, 2, 3 срабатывают первыми, а герконы 4, 5, 6 – вторыми, то на выходах антидребезговых схем 13, 14, 15 сигналы появляются, а на выходах антидребезговых схем 16, 17, 18 – в это же время сигналов нет. Поэтому через элементы И 25, 26, 27 с одним инверсным входом запускаются реле времени 31, 32, 33, а элементы И 28, 29, 30 с одним инверсным входом блокируются. После срабатывания герконов 4, 5, 6, элементы И 25, 26, 27 с одним инверсным входом перестают выдавать сигналы, и реле времени 31, 32, 33 возвращаются в исходное положение, не успев сработать, так как время между срабатываниями герконов не превышает заданного значения $t_{эт2}$, отстроенного от $t_{нб}$ ($t_{нб}$ – время между срабатываниями герконов, возникающее из-за влияния погрешностей,

вызванных неточностью установки, расчетов и т.д., рассчитанное при воздействии на герконы 1-6 магнитного поля с индукцией равной B_2). В результате элементы ПАМЯТЬ 37-42 и элементы И 43-48 сигналов не выдают. Параллельно блокируются элементы И 55 и 57 с одним инверсным входом, так как на их инверсные входы поступают сигналы через элементы ИЛИ 51 и 52 и антидребезговые схемы 13, 14, 15 и 16, 17, 18 от герконов 1, 2, 3 и 4, 5, 6. Поэтому на выходах реле времени 56, 58 и элементов ПАМЯТЬ 59, 60 сигналов нет. Защита не срабатывает.

Рассмотрим вариант, когда при внешнем трехфазном КЗ токи достаточны для срабатывания герконов 1-6, но не герконов 7-12. Пусть герконы 1, 2, 3 замкнули контакты раньше герконов 4, 5, 6. Поскольку индукция, действующая на герконы 1-6 меньше индукции B_2 , при которой рассчитано $t_{эт2}$, время между срабатываниями герконов 1, 2, 3 и 4, 5, 6 становится больше, чем $t_{эт2}$. В результате на входы элементов И 43, 44, 45 поступают сигналы от элементов ПАМЯТЬ 37, 38, 39 и антидребезговых схем 16, 17, 18. Однако на один из входов элементов И 43, 44, 45 сигналы от антидребезговых схем 19, 20, 21 не поступают, так как герконы 7, 8, 9 не срабатывают. Поэтому на выходах элементов И 43, 44, 45 и ИЛИ 49 сигналов нет. Защита не срабатывает.

При трехфазном КЗ на одной из линий, например на первой, токи в ее фазах превосходят токи в одноименных фазах второй линии. Поэтому герконы 1, 2 и 3 срабатывают раньше герконов 4, 5 и 6 и через антидребезговые схемы 13, 14, 15 и элементы И 25, 26, 27 с одним инверсным входом запускают реле времени 31, 32, 33. Реле времени 31, 32, 33 срабатывают, так как время между срабатываниями герконов превышает заданную величину $t_{эт2}$, и подают сигнал на входы элементов ПАМЯТЬ 37, 38, 39, которые запоминают их на время $t_{эт3}$ действия защиты (например 0,1 с). С выходов элементов ПАМЯТЬ 37, 38, 39 сигналы поступают на один из входов элементов И 43, 44, 45. На другие входы элементов И 43, 44, 45 поступают сигналы от герконов 4, 5, 6 и 7, 8, 9 через антидребезговые схемы 16, 17, 18 и 19, 20, 21. Поэтому на выходах элементов И 43, 44, 45 появляются сигналы, которые через элемент ИЛИ 49 и выходной орган подаются в цепь отключения выключателя первой линии. Защита срабатывает.

При двухфазном КЗ в зоне каскадного действия на одной из линий, например на первой между фазами А и В, токи в них превосходят токи в одноименных фазах второй линии. Срабатывают герконы 1 и 2, 4 и 5, а герконы 3 и 6 не работают, так как они отстроены от токов в неповрежденных фазах. При этом герконы 1 и 2 срабатывают раньше герконов 4 и 5 и через антидребезговые схемы 13, 14 и элементы И 25, 26 с одним инверсным входом запускают реле времени 31, 32. Реле времени 31, 32 не срабатывают, так как время между срабатываниями герконов не превышает заданную величину $t_{эт2}$. Элементы И 43, 44 сигналов не выдают. После отключения выключателя первой

линии с приемной стороны весь ток КЗ протекает по первой линии, а по второй максимальный ток нагрузки. Герконы 1, 2, 7, 8 продолжают срабатывать, а герконы 4, 5, 10, 11 возвращаются в исходные состояния. Поэтому элемент ИЛИ 53 выдает сигнал, а элемент ИЛИ 52 – нет. Элемент И 57 с одним инверсным входом запускает реле 58 времени, которое по истечении выдержки времени $t_{т4}$ (задержка, позволяющая исключить ложное срабатывание защиты из-за разновременность срабатывания герконов 4, 5, 6 и 7, 8, 9) замыкает контакты и через элементы ПАМЯТЬ 60, ИЛИ 49 и выходной орган подает сигнал в цепь отключения выключателя первой линии.

При двойном замыкании на землю, когда одна точка замыкания находится в зоне каскадного действия защиты, например на первой линии в фазе А, а другая в фазе В на линии, отходящей от шин приемной подстанции, срабатывают герконы 1, 2, 7, 8 и 4, 5, 10, 11 при этом элементы И 43, 44, 45 сигналов не выдают, так как времена между срабатываниями герконов 1 и 4, 2 и 5 не превышают заданной величины $t_{т2}$. После отключения выключателя первой линии с приемной стороны, токи в ее фазах В и С отсутствуют, а в фазе А протекает ток КЗ. В фазах А и С второй линии протекают токи нагрузки, а в фазе В – ток КЗ. При этом продолжают срабатывать только герконы 1, 7 и 5, 11. Остальные герконы не срабатывают, так как они отстроены от индукций магнитных полей, действующих на них в этом режиме от токов в фазах, вблизи которых они установлены, и в соседних фазах. Поэтому на входах элементов И 43-48, И 55, 57 с одним инверсным входом и элементах ИЛИ 49, 50 сигналов нет. Защита не срабатывает.

Аналогично рассматривается поведение защиты в других режимах.

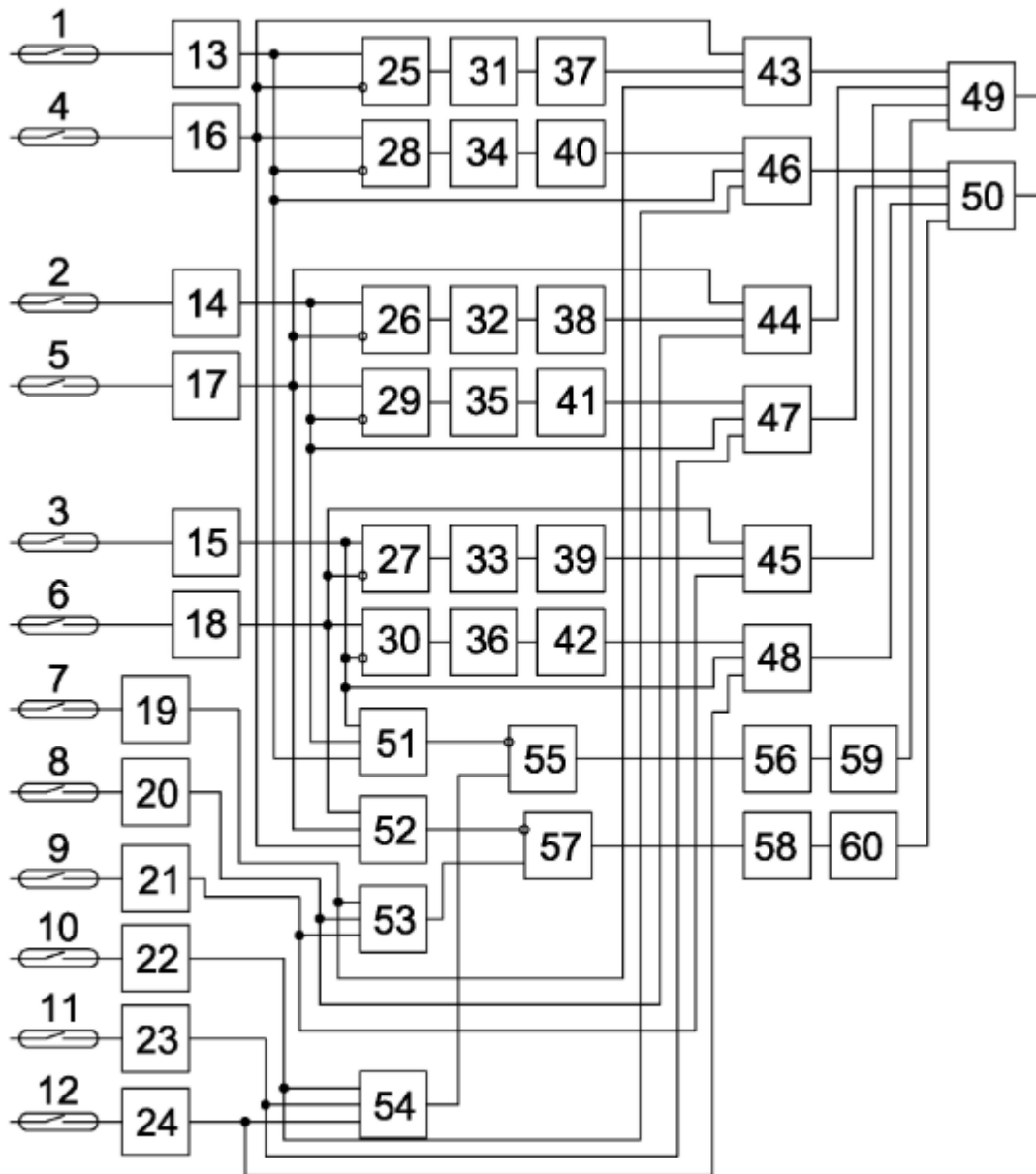
Экономический эффект – устройство позволяет выполнить защиту двух параллельных линий от коротких замыканий без использования трансформаторов тока и, тем самым, сэкономить медь и сталь.

Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (грант № АР13268753).

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Устройство для защиты двух параллельных линий на герконах, содержащее первый, второй, третий и четвертый, пятый, шестой герконы, установленные под токопроводами фаз А, В, С первой и второй линий, и выходной орган, выходами подключенный в цепи отключения выключателей первой и второй линии, *отличающееся* тем, что введены седьмой, восьмой, девятый и десятый, одиннадцатый, двенадцатый герконы, установленные под токопроводами фаз А, В, С первой и второй линий, первая, вторая, третья, четвертая, пятая, шестая, седьмая, восьмая, девятая, десятая, одиннадцатая, двенадцатая антидребезговые схемы, подключенные к контактам первого, второго, третьего, четвертого, пятого, шестого, седьмого, восьмого, девятого,

десятого, одиннадцатого, двенадцатого герконов, соответственно, первый, второй и третий элементы И с одним инверсным входом, подключенные прямым входом к выходам первой, второй и третьей антидребезговых схемам, а инверсным – к четвертой, пятой и шестой антидребезговых схемам, четвертый, пятый и шестой элементы И с одним инверсным входом, подключенные прямым входом к выходам четвертой, пятой и шестой антидребезговых схемам, а инверсным – к первой, второй и третьей антидребезговых схемам, первое, второе, третье и четвертое, пятое, шестое реле времени, подключенные к выходам первого, второго, третьего и четвертого, пятого, шестого элементов И с инверсным входом, первый, второй, третий и четвертый, пятый, шестой элементы ПАМЯТЬ, подключенные к выходам первого, второго, третьего и четвертого, пятого, шестого реле времени, первый элемент И, подключенный к выходам четвертой и седьмой антидребезговых схемам и первому элементу ПАМЯТЬ, второй элемент И, подключенный к пятой и восьмой антидребезговых схемам и второму элементу ПАМЯТЬ, третий элемент И, подключенный к шестой и девятой антидребезговых схемам и третьему элементу ПАМЯТЬ, четвертый элемент И, подключенный к первой и десятой антидребезговых схемам и четвертому элементу ПАМЯТЬ, пятый элемент И, подключенный к второй и одиннадцатой антидребезговых схемам и пятому элементу ПАМЯТЬ, шестой элемент И, подключенный к третьей и двенадцатой антидребезговых схемам и шестому элементу ПАМЯТЬ, первый элемент ИЛИ, выходами подключенный к первому, второму и третьему элементам И, а выходом подключенный через выходной орган в цепь отключения выключателя первой линии, второй элемент ИЛИ, входами подключенный к четвертому, пятому и шестому элементам И, а выходом подключенный через выходной орган в цепь отключения выключателя второй линии, третий элемент ИЛИ, подключенный к первой, второй и третьей антидребезговых схемам, четвертый элемент ИЛИ, подключенный к четвертой, пятой и шестой антидребезговых схемам, пятый элемент ИЛИ, подключенный к седьмой, восьмой и девятой антидребезговых схемам, шестой элемент ИЛИ, подключенный к десятой, одиннадцатой и двенадцатой антидребезговых схемам, седьмой элемент И с одним инверсным входом, подключенный инверсным входом к третьему элементу ИЛИ, прямым входом к шестому элементу ИЛИ, и выходом подключенный к седьмому реле времени, восьмой элемент И с одним инверсным входом, подключенный инверсным входом к четвертому элементу ИЛИ, прямым входом к пятому элементу ИЛИ, и выходом подключенный к восьмому реле времени, седьмой и восьмой элементы ПАМЯТЬ, входами подключенные к седьмому и восьмому элементам И с одним инверсным входом, а выходами к второму и первому элементам ИЛИ.



Фиг. 1