



ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21) 2021/0797.1

(22) 27.12.2021

(45) 27.01.2023, бюл. №4

(72) Клецель Марк Яковлевич (KZ); Барукин Александр Сергеевич (KZ); Ивастов Олег Станиславович (RU); Сулейменов Нурлан Кайргельдинович (KZ)

(73) Некоммерческое акционерное общество «Торайгыров университет» (KZ)

(56) KZ20266 A4, 11.11.2008

RU2614243 C1, 24.03.2017

RU2677857 C1, 22.01.2019

(54) **УСТРОЙСТВО НА ГЕРКОНАХ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ВЫПРЯМИТЕЛЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ**

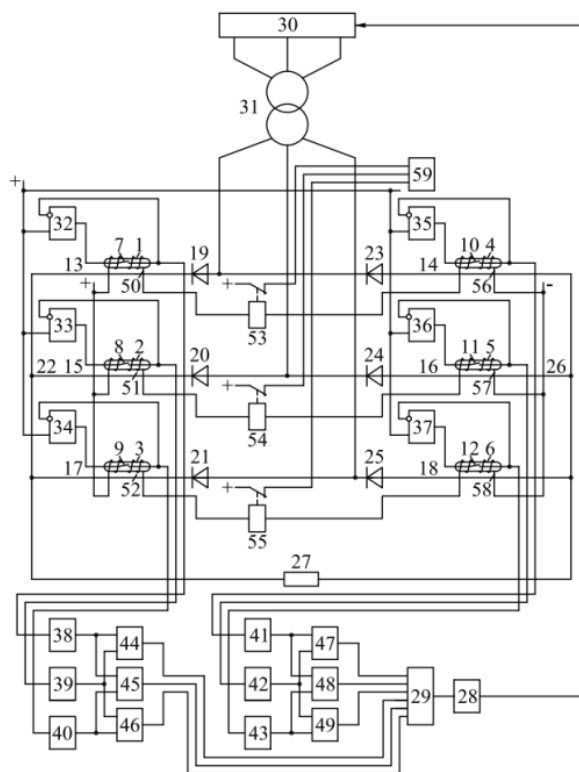
(57) Изобретение относится к электротехнике, а именно к технике релейной защиты, и может быть

использовано для защиты выпрямителя преобразовательной установки при пробое его вентилях.

Технический результат изобретения – повышение чувствительности защиты.

Устройство на герконах для защиты выпрямителя преобразовательной установки содержит шесть герконов с замыкающими контактами и обмотками подмагничивания, двенадцать элементов И, элемент ИЛИ, шесть элементов ПАМЯТЬ, два источника оперативного тока, три реле тока, блок сигнализации, исполнительный орган.

Экономический эффект заключается в уменьшении средств для проведения ремонтов преобразовательной установки за счет выявления повреждений в выпрямителе на ранней стадии.



Фиг. 1

Изобретение относится к электротехнике, а именно к технике релейной защиты, и может быть использовано для защиты выпрямителя преобразовательной установки при пробое его вентилей.

Известно устройство для защиты выпрямителя преобразовательной установки при пробое вентилей [Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: Учеб. для вузов. – 4 изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2006. – 639 с.], содержащее плавкие предохранители, включенные последовательно с каждым вентиляем.

Недостатками этого устройства являются: малое быстродействие, необходимость отстройки от допустимых перегрузок, выход из строя плавкой вставки после срабатывания.

Наиболее близким к предлагаемому является устройство на герконах для защиты выпрямителя преобразовательной установки [KZ № 20266, H02H 7/08, опубл. 17.11.2008], содержащее первый, второй и третий герконы с замыкающими контактами, закрепленные вблизи проводников, подключенных к катодам вентилей фаз А, В и С катодной группы выпрямителя, четвертый, пятый и шестой герконы с замыкающими контактами, закрепленные вблизи проводников, подключенных к анодам вентилей фаз А, В и С анодной группы выпрямителя, двенадцать элементов И, элемент ИЛИ, шесть элементов ПАМЯТЬ, исполнительный орган, источник оперативного тока.

Данное устройство обладает недостаточной чувствительностью в преобразовательных установках с малыми токами нагрузки, так как они создают магнитное поле с индукцией, недостаточной для срабатывания (переключения контактов) выпускаемых промышленностью герконов, и поэтому приходится загроублять уставки защиты.

Технический результат изобретения – повышение чувствительности защиты.

Технический результат достигается тем, что в устройстве на герконах для защиты выпрямителя преобразовательной установки, содержащее первый, второй и третий герконы с замыкающими контактами, закрепленные вблизи проводников, подключенных к катодам вентилей фаз А, В и С катодной группы выпрямителя, четвертый, пятый и шестой герконы с замыкающими контактами, закрепленные вблизи проводников, подключенных к анодам вентилей фаз А, В и С анодной группы выпрямителя, исполнительный орган, входом подключенный к выходу элемента ИЛИ, а выходом – в цепь отключения выключателя, установленного в цепи питания трансформатора преобразовательной установки, первый, второй, третий, четвертый, пятый и шестой элементы И, выходами подключенные к первым пластинам контактов первого, второго, третьего, четвертого, пятого и шестого герконов, прямыми входами – к «плюсу» первого источника оперативного тока, а инверсными – ко вторым пластинам контактов упомянутых герконов, к которым также подключены входы первого, второго, третьего,

четвертого, пятого и шестого элементов ПАМЯТЬ, соответственно, при этом выход первого элемента ПАМЯТЬ подключен к первым входам седьмого и восьмого элементов И, выход второго элемента ПАМЯТЬ – ко второму входу седьмого элемента И и к первому входу девятого элемента И, выход третьего элемента ПАМЯТЬ – ко вторым входам восьмого и девятого элементов И, выход четвертого элемента ПАМЯТЬ – к первым входам десятого и одиннадцатого элементов И, выход пятого элемента ПАМЯТЬ – ко второму входу десятого элемента И и к первому входу двенадцатого элемента И, выход шестого элемента ПАМЯТЬ – ко вторым входам одиннадцатого и двенадцатого элементов И, выходы седьмого, восьмого, девятого, десятого, одиннадцатого и двенадцатого элементов И подключены к входам элемента ИЛИ, дополнительно введены первая, вторая, третья, четвертая, пятая и шестая обмотки подмагничивания для первого, второго, третьего, четвертого, пятого и шестого герконов, соответственно, первое, второе и третье реле тока, второй источник оперативного тока, блок сигнализации, причем первые выводы первой, второй и третьей обмоток подмагничивания, надетых на первый, второй и третий герконы, подключены к «плюсу» второго источника оперативного тока, а вторые выводы – к первым выводам обмоток первого, второго и третьего реле тока, вторые выводы которых подключены к первым выводам четвертой, пятой и шестой обмоток подмагничивания, надетых на четвертый, пятый и шестой герконы; вторые выводы последних подключены к «минусу» второго источника оперативного тока; к первому, второму и третьему входам блока сигнализации подключены размыкающие контакты первого, второго и третьего реле тока.

На фиг.1 представлена функциональная схема устройства.

Устройство на герконах для защиты выпрямителя преобразовательной установки содержит первый 1 (фиг.1), второй 2, третий 3, четвертый 4, пятый 5 и шестой 6 герконы с замыкающими контактами 7, 8, 9, 10, 11 и 12, соответственно. Герконы 1 и 4 закреплены в магнитном поле проводников 13 и 14 фазы А, герконы 2 и 5 – в магнитном поле проводников 15 и 16 фазы В, герконы 3 и 6 – в магнитном поле проводников 17 и 18 фазы С. Проводники 13, 15 и 17 первыми концами подключены к катодам вентилей 19, 20 и 21 катодной группы выпрямителя, а вторыми соединены в точке 22. Проводники 14, 16 и 18 первыми концами подключены к анодам вентилей 23, 24 и 25 анодной группы выпрямителя, а вторыми соединены в точке 26. Нагрузка 27 подключена к выпрямителю в точках 22 и 26. Исполнительный орган 28 входом подключен к выходу элемента 29 ИЛИ, а выходом – в цепь отключения выключателя 30, установленного в цепи питания трансформатора 31 преобразовательной установки. Первый 32, второй 33, третий 34, четвертый 35, пятый 36 и шестой 37 элементы И выходами подключены к

первым пластинам контактов 7, 8, 9, 10, 11 и 12 первого 1, второго 2, третьего 3, четвертого 4, пятого 5 и шестого 6 герконов, прямыми входами – к «плюсу» первого источника оперативного тока, а инверсными – ко вторым пластинам контактов упомянутых герконов, к которым также подключены входы первого 38, второго 39, третьего 40, четвертого 41, пятого 42 и шестого 43 элементов ПАМЯТЬ, соответственно. Выход первого элемента 38 ПАМЯТЬ подключен к первым входам седьмого 44 и восьмого 45 элементов И, выход второго элемента 39 ПАМЯТЬ – ко второму входу седьмого элемента 44 И и к первому входу девятого элемента 46 И, выход третьего элемента 40 ПАМЯТЬ – ко вторым входам восьмого 45 и девятого 46 элементов И, выход четвертого элемента 41 ПАМЯТЬ – к первым входам десятого 47 и одиннадцатого 48 элементов И, выход пятого элемента 42 ПАМЯТЬ – ко второму входу десятого элемента 47 И и к первому входу двенадцатого элемента 49 И, выход шестого элемента 43 ПАМЯТЬ – ко вторым входам одиннадцатого 48 и двенадцатого 49 элементов И. Выходы седьмого 44, восьмого 45, девятого 46, десятого 47, одиннадцатого 48 и двенадцатого 49 элементов И подключены к входам элемента 29 ИЛИ. Первые выводы первой 50, второй 51 и третьей 52 обмоток подмагничивания, надетых на первый 1, второй 2 и третий 3 герконы, подключены к «плюсу» второго источника оперативного тока, а вторые выводы – к первым выводам обмоток первого 53, второго 54 и третьего 55 реле тока, вторые выводы которых подключены к первым выводам четвертой 56, пятой 57 и шестой 58 обмоток подмагничивания, надетых на четвертый 4, пятый 5 и шестой 6 герконы. Вторые выводы последних подключены к «минусу» второго источника оперативного тока. К первому, второму и третьему входам блока 59 сигнализации подключены размыкающие контакты первого 53, второго 54 и третьего 55 реле тока.

Устройство работает следующим образом. Ток срабатывания I_{cp} (порог срабатывания) герконов 1-6 выбирается меньшим номинального тока I_n на выходе выпрямителя (из-за отсутствия необходимости отстройки от токов небаланса), и благодаря наличию обмоток 50-52 и 56-58 подмагничивания (которые позволяют повысить чувствительность герконов в 5-8 раз [Клецель М.Я. Алишев Ж.Р., Мануковский А.В., Мусин В.В. Свойства герконов при использовании их в релейной защите // Электричество. – 1993. – №. 9. – с. 18-21.]) определяется только суммой величин погрешности установки герконов и погрешности, вносимой влиянием помех. Примем с запасом значение суммарных погрешностей 50% (установка геркона – 25%, помехи – 25%); тогда $I_{cp} = 0,5I_n$. Току I_{cp} на фиг.2, а соответствует индукция V_{cp} магнитного потока в месте установки геркона, направленная вдоль его продольной оси, а току I_n – индукция V_n магнитного потока в месте установки геркона, созданного этим током. Параметры обмоток 50-52 и 56-58 подмагничивания

подбираются таким образом, чтобы для каждого из герконов 1-6 выполнялось условие $I_{cp} = 0,5I_n$.

Ток при протекании через открытый клапан и соединенный с ним проводник, создает магнитный поток с соответствующей этому току индукцией. Так ток, протекающий через клапан 19 и проводник 13, создает магнитный поток с индукцией V_1 ; ток, протекающий через клапан 25 и проводник 18 – магнитный поток с индукцией V_2 ; ток, протекающий через клапан 20 и проводник 15 – магнитный поток с индукцией V_3 ; ток, протекающий через клапан 23 и проводник 14 – магнитный поток с индукцией V_4 ; ток, протекающий через клапан 21 и проводник 17 – магнитный поток с индукцией V_5 ; ток, протекающий через клапан 24 и проводник 16 – магнитный поток с индукцией V_6 (фиг.2, а). Если $V_1 \geq V_{cp}$, то срабатывает геркон 1, если $V_2 \geq V_{cp}$ – геркон 6, если $V_3 \geq V_{cp}$ – геркон 2, если $V_4 \geq V_{cp}$ – геркон 4, если $V_5 \geq V_{cp}$ – геркон 3, если $V_6 \geq V_{cp}$ – геркон 5. При срабатывании герконов 1, 2, 3, 4, 5 и 6 на вторых пластинах их контактов появляются напряжения U_1, U_2, U_3, U_4, U_5 и U_6 (фиг.2, б; фиг.3, а; фиг.3, б), причем напряжение U_1 поступает на инверсный вход элемента 32 И и на вход элемента 38 ПАМЯТЬ; напряжение U_2 – на инверсный вход элемента 37 И и на вход элемента 43 ПАМЯТЬ; напряжение U_3 – на инверсный вход элемента 33 И и на вход элемента 39 ПАМЯТЬ; напряжение U_4 – на инверсный вход элемента 35 И и на вход элемента 41 ПАМЯТЬ; напряжение U_5 – на инверсный вход элемента 34 И и на вход элемента 40 ПАМЯТЬ; напряжение U_6 – на инверсный вход элемента 36 И и на вход элемента 42 ПАМЯТЬ. При появлении напряжения на входах элементов 38, 39, 40, 41, 42 и 43 ПАМЯТЬ на их выходе появляются сигналы 60, 61, 62, 63, 64 и 65 соответственно (фиг.2, в; фиг.3). Сигналы 60-65 существуют в течение времени t_1 , взятого в качестве уставки элементов 38-43 ПАМЯТЬ. Сигнал 60 в течение времени t_1 поступает на первые входы элементов 44 и 45 И; сигнал 61 – на второй вход элемента 44 И и на первый вход элемента 46 И; сигнал 62 – на вторые входы элементов 45 и 46 И; сигнал 63 – на первые входы элементов 47 и 48 И; сигнал 64 – на второй вход элемента 47 И и на первый вход элемента 49 И; сигнал 65 – на вторые входы элементов 48 и 49 И (фиг.2, в; фиг.3). Если на двух входах элементов 44, 45, 46, 47, 48, 49 И появляются соответствующие напряжения, то на их выходах появляются сигналы 66, 67, 68, 69, 70 и 71, соответственно (фиг.2, в; фиг.3, а; фиг.3, б). Сигналы 66-71 поступают на соответствующие входы элемента 29 ИЛИ. При появлении сигнала хотя бы на одном из входов указанного элемента, на его выходе образуется сигнал 72, поступающий на вход исполнительного органа 28; последний подает сигнал 73 (фиг.3) в цепи отключения выключателя 30.

В выпрямителе преобразовательной установки в нормальном режиме работы в любой момент времени открыты и проводят ток только два клапана: один в катодной группе и один в анодной, причем каждый клапан проводит ток в течение одной трети периода (при этом замыкаются

контакты соответствующего геркона). Таким образом, в любой момент времени замкнуты контакты двух герконов. Если замкнуто более двух герконов, появляется сигнал 72 и предлагаемое устройство подает сигнал 73 на отключение выключателя 30 преобразовательной установки. В нормальном режиме работы сигналы 72 и 73 отсутствуют.

Рассмотрим работу устройства в нормальном режиме работы преобразовательной установки в момент времени, соответствующий коммутации в катодной группе с одного вентиля, например 21, на другой вентиль, например 19. При этом в анодной группе открыт вентиль 24. При открытом вентиле 24 появляется напряжение U_6 , напряжения U_4 и U_2 не образуются. Следовательно, сигналы 69, 70, 71 (фиг.2, в) отсутствуют. В момент коммутации могут замкнуться контакты сразу двух герконов. В рассматриваемом случае это контакты геркона 3 под действием тока закрывающегося вентиля 21 и контакты геркона 1 под действием тока, протекающего через открывающийся вентиль 19. Поэтому появляются сразу два напряжения (U_1 и U_5 , фиг.2, б) и, как следствие, сигналы на двух входах элемента 45 И, что может вызвать ложное действие устройства. Для исключения этого время t_1 выбирается меньшим времени t_2 , в течение которого вентиль проводит ток (время t_2 равно 0,006(б) с, примем $t_1 = 0,0055$ с). Тогда к моменту появления напряжения на контактах геркона 1, замкнувшегося под действием открывающегося вентиля 19, и сигнала 60 на выходе элемента 38 ПАМЯТЬ (фиг.2, в), сигнал 62 на выходе элемента 40 ПАМЯТЬ, сработавшего при открытии закрывающегося в данный момент вентиля 21 (фиг.2, в), исчезнет, и сразу на двух входах элемента 45 И сигналы не появятся. Таким образом, устройство не срабатывает при коммутации тока с одного вентиля на другой.

В нормальном режиме работы преобразовательной установки в момент времени, соответствующий одному открытому вентилю в катодной группе, например 19, и одному открытому вентилю в анодной группе, например 24, на контактах герконов 1 и 5 присутствуют напряжения U_1 и U_6 (фиг.2, б). Есть сигналы 60 и 64, сигналов 66-71 нет. Следовательно, нет сигналов 72 и 73, и защита не срабатывает.

При пробое одного из вентилях образуется контур двухфазного короткого замыкания через поврежденный вентиль и вентиль, нормально проводивший ток в той же группе, что и поврежденный. Геркон, закрепленный в магнитном поле проводника, подключенного к вентилю, нормально проводившему ток, замкнулся в момент открытия последнего. При замыкании его контактов образовалось соответствующее напряжение и сигнал на выходе соответствующего элемента ПАМЯТЬ. При пробое вентиля замыкаются контакты геркона, закрепленного в магнитном поле поврежденного проводника. На контактах указанного геркона появляется напряжение и образуется сигнал на выходе подключенного к нему элемента ПАМЯТЬ.

При появлении сигналов на выходах сразу двух элементов ПАМЯТЬ, подключенных к одному элементу И, на выходе последнего появляется сигнал. Далее образуются сигналы 72 и 73 на отключение выключателя 30.

На фиг.3, а проиллюстрирована работа устройства при пробое вентиля катодной группы (поврежден вентиль 19). При пробое вентиля 19 срабатывает геркон 1. Появляется напряжение U_1 , под действием которого образуется сигнал 60. Сигнал 60 поступает на первый вход элемента 45 И, на втором входе которого присутствует сигнал 62, образовавшийся под действием напряжения U_5 . На выходе элемента 45 И появляется сигнал 67, далее образуются сигналы 72 и 73 на отключение выключателя 30.

На фиг.3, б проиллюстрирована работа устройства при пробое вентиля анодной группы (поврежден вентиль 25). При пробое вентиля 25 срабатывает геркон 6. Появляется напряжение U_2 , под действием которого образуется сигнал 65. Сигнал 65 поступает на второй вход элемента 49 И, на первом входе которого присутствует сигнал 64, образовавшийся под действием напряжения U_6 . Далее появляются сигналы 71, 72 и, наконец, сигнал 73 на отключение выключателя 30.

В случае исправности обмоток 50-52 и 56-58 подмагничивания ток, протекающий через обмотки реле 53-55, достаточен для их срабатывания, в результате чего с размыкающих контактов этих реле на входы блока 59 сигнализации сигналы не поступают. При возникновении какой-либо неисправности в обмотке 50 подмагничивания, например, при КЗ, обмотка реле 53 перестает обтекаться током, его размыкающий контакт возвращается в исходное положение и подает сигнал на первый вход блока 59. При неисправностях в обмотках 51, 52 и 56-58 или в цепях, соединяющих их со вторым источником оперативного тока, устройство работает аналогично. Сигналы, поступающие на блок 59 сигнализации, позволяют обслуживающему персоналу оперативно устранять возникающие неисправности, что ведет к значительному сокращению возможных отказов защиты в срабатывании.

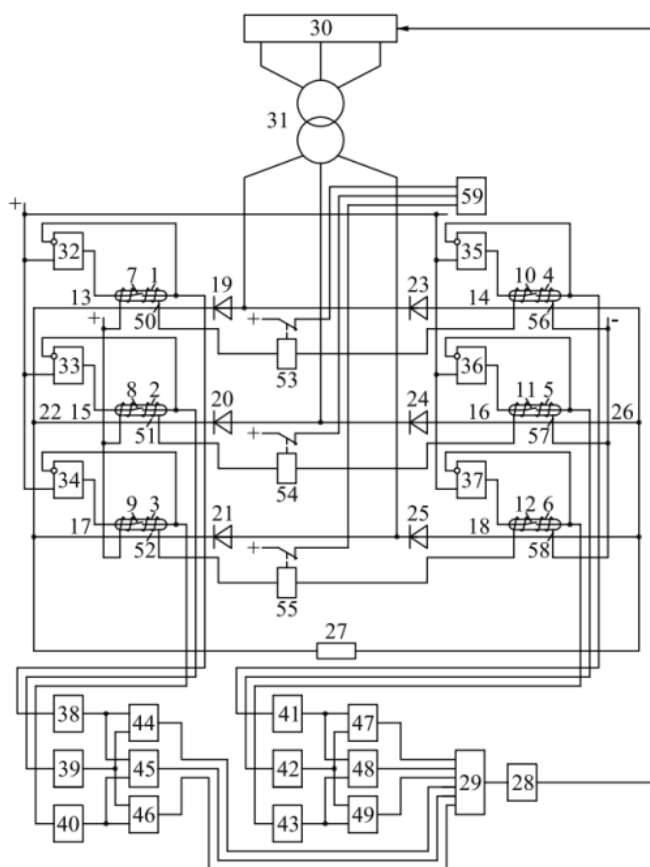
Таким образом, устройство имеет высокую чувствительность, реагируя на аварии в начальные моменты их возникновения, и отключает аварийные токи при значениях, не опасных для выпрямителя. Применение предложенного устройства в технике релейной защиты принесет значительный технико-экономический эффект за счет уменьшения разрушений преобразовательных установок при аварийных ситуациях.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

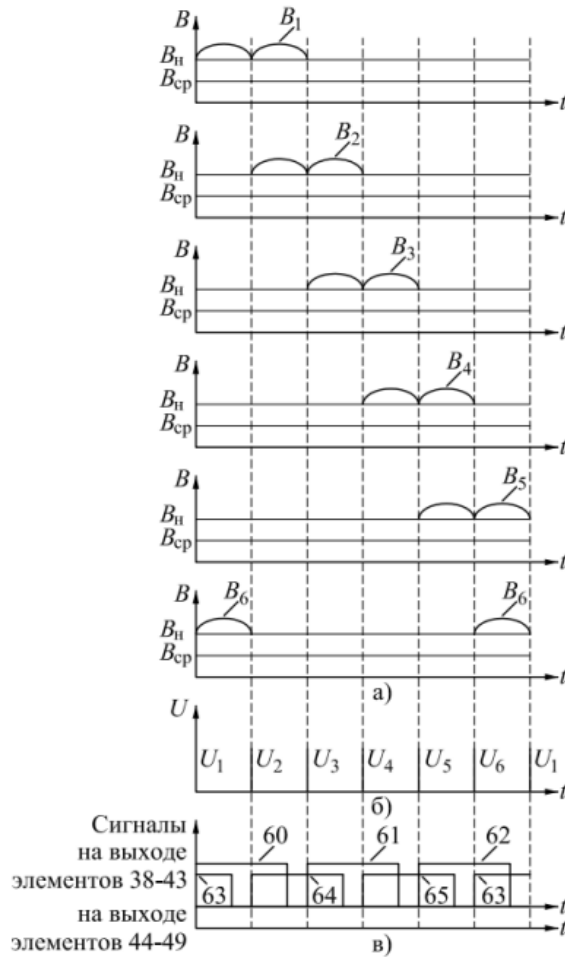
Устройство на герконах для защиты выпрямителя преобразовательной установки, содержащее первый, второй и третий герконы с замыкающими контактами, закрепленные вблизи проводников, подключенных к катодам вентилях фаз А, В и С катодной группы выпрямителя, четвертый, пятый и шестой герконы с замыкающими контактами,

закрепленные вблизи проводников, подключенных к анодам вентилей фаз А, В и С анодной группы выпрямителя, исполнительный орган, входом подключенный к выходу элемента ИЛИ, а выходом – в цепь отключения выключателя, установленного в цепи питания трансформатора преобразовательной установки, первый, второй, третий, четвертый, пятый и шестой элементы И, выходами подключенные к первым пластинам контактов первого, второго, третьего, четвертого, пятого и шестого герконов, прямыми входами – к «плюсу» первого источника оперативного тока, а инверсными – ко вторым пластинам контактов упомянутых герконов, к которым также подключены входы первого, второго, третьего, четвертого, пятого и шестого элементов ПАМЯТЬ, соответственно, при этом выход первого элемента ПАМЯТЬ подключен к первым входам седьмого и восьмого элементов И, выход второго элемента ПАМЯТЬ – ко второму входу седьмого элемента И и к первому входу девятого элемента И, выход третьего элемента ПАМЯТЬ – ко вторым входам восьмого и девятого элементов И, выход четвертого элемента ПАМЯТЬ – к первым входам десятого и одиннадцатого элементов И, выход пятого элемента ПАМЯТЬ – ко второму входу десятого элемента И и к первому входу двенадцатого элемента И, выход

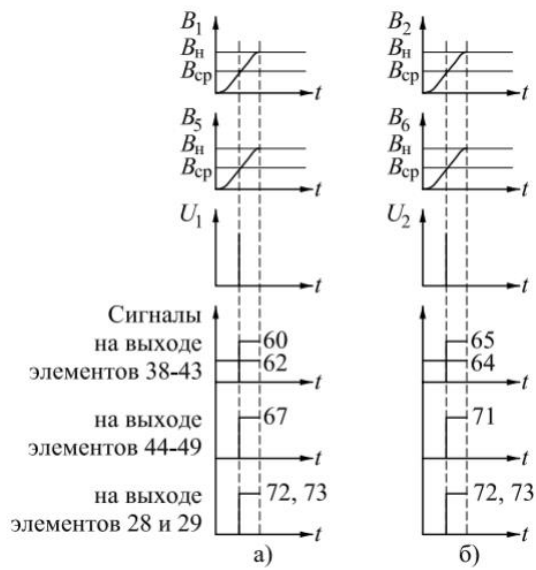
шестого элемента ПАМЯТЬ – ко вторым входам одиннадцатого и двенадцатого элементов И, выходы седьмого, восьмого, девятого, десятого, одиннадцатого и двенадцатого элементов И подключены к входам элемента ИЛИ, *отличающееся* тем, что введены первая, вторая, третья, четвертая, пятая и шестая обмотки подмагничивания для первого, второго, третьего, четвертого, пятого и шестого герконов, соответственно, первое, второе и третье реле тока, второй источник оперативного тока, блок сигнализации, причем первые выводы первой, второй и третьей обмоток подмагничивания, надетых на первый, второй и третий герконы, подключены к «плюсу» второго источника оперативного тока, а вторые выводы – к первым выводам обмоток первого, второго и третьего реле тока, вторые выводы которых подключены к первым выводам четвертой, пятой и шестой обмоток подмагничивания, надетых на четвертый, пятый и шестой герконы; вторые выводы последних подключены к «минусу» второго источника оперативного тока; к первому, второму и третьему входам блока сигнализации подключены размыкающие контакты первого, второго и третьего реле тока.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

Верстка Д. Женьсова
 Корректор Г. Косанова