



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1568856 A1

(51)5 H 02 P 5/06

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4444931/07

(22) 20.06.88

(46) 30.11.91. Бюл. № 44

(71) Украинский научно-исследовательский институт станков и инструментов

(72) А. А. Прокопенко, М. Е. Гольц, Н. С. Литвин и В. Г. Бердюгин

(53) 621.316.718.5(088.8)

(56) Канаг В. Г., Усачев А. П. Быстродействующий глубокорегулируемый транзисторный электропривод постоянного тока - Электротехническая промышленность сер. "Электропривод", 1981, вып. 3/92/, с. 13-16.

Авторское свидетельство СССР

№ 1384170, кл. H 02 P 5/06, 1986.

(54) ЭЛЕКТРОПРИВОД ПОСТОЯННОГО ТОКА

(57) Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано в системах автоматизированного управления прессов,

2

роботов. Целью изобретения является повышение надежности. Устройство содержит последовательно соединенные регулятор скорости 4, регулятор тока 5, блок управления 6 ключами, реверсор 2, выход которого соединен с якорной обмоткой электродвигателя 1, устройство защиты 19, устройство защиты 17 двигателя, двухпозиционный переключатель каналов, выходы которых через элемент ИЛИ 15 подключены к входу исполнительного элемента 16. В электроприводе повышается надежность за счет введения защиты от несоответствия истинной скорости двигателя заданной, защиты от длительной перегрузки двигателя с самоблокированием, защиты схемы управления от высокого напряжения с гальванически развязанным выходом и с самоблокированием. 2 з.п. ф-лы, 7 ил.

Изобретение относится к электротехнике, а именно к средствам импульсного регулирования частоты вращения электродвигателя постоянного тока, и может найти применение в системах автоматизированного многокоординатного электропривода станков, прессов, роботов, измерительных устройств.

Целью изобретения является повышение надежности электропривода

На фиг. 1 приведена блок-схема электропривода; на фиг. 2 - схема четырехключевого реверсора; на фиг. 3 - схема устройства защиты двигателя; на фиг. 4 - схема релейного регулятора тока с двумя парами противофазных выходов рассогласования по току и дополнительными противофазными выходами рассогласования по скорости, на фиг. 5 - схема двухпозиционного переключателя

каналов и элемента с самоблокированием на фиг. 6 - схема устройства защиты с гальванически развязанным выходом и с самоблокированием, на фиг. 7 - схема датчика ЭДС.

Электропривод постоянного тока содержит электродвигатель 1 (фиг. 1), подключенный к источнику питания через четырехключевой реверсор 2, последовательно соединенные тахогенератор 3, регулятор скорости 4, релейный регулятор тока 5 с двумя парами противофазных выходов рассогласования по току (I, II и III, IV) дополнительными противофазными выходами рассогласования по скорости (V, VI), блок управления 6 силовыми ключами, подключенный выходами ко входам реверсора 2, датчик ЭДС 7, выход которого через элемент сравнения 8 соединен с входами однопороговых компарато-

«SU» 1568856 A1

5-130-Ж

ров 9, 10, а входы — с выходами двух четырехходовых элементов И 11, 12, двухпозиционный переключатель каналов 13, управляющие входы которого (X,  $\bar{X}$ ) соединены с дополнительными выходами V, VI релейного регулятора тока 5, управляемые входы (А, В) — с выходами однопороговых компараторов 9, 10, а выход подключен через последовательно соединенные элемент 14 с самоблокированием и элемент ИЛИ 15 ко входу исполнительного элемента 16, устройство защиты 17 двигателя, выход которого соединен со вторым входом элемента ИЛИ 15, а вход — с выходом датчика тока 18, входом датчика ЭДС 7 и входом релейного регулятора тока 5, устройство защиты 19 с гальванически развязанным выходом и с самоблокированием, выход которого соединен с третьим входом элемента ИЛИ 15, а входы — со входами силовых транзисторов реверсора 2. Входы первого элемента И 11 соединены с прямым выходом I первой пары, с инверсным выходом IV второй пары и с инверсным дополнительным выходом VI релейного регулятора тока 5, другие выходы которого подсоединены к входам второго элемента И 12. Свободные входы элементов И 11, 12 через элемент задержки 20 соединены с клеммой их источника питания  $U_n$ , а свободный вход элемента сравнения 8 соединен со входом электропривода.

Четырехключевой реверсор 2 (фиг. 2) содержит транзисторы 21...24 и обратные диоды 25...28, соединенные по мостовой схеме. В цепь нагрузки моста через токовую цепь датчика 18 (фиг. 1) включена якорная цепь электродвигателя 1 (фиг. 2). Каждый из транзисторов 21, 24 шунтирован цепочкой из последовательно соединенных диодов 29-32 и конденсаторов 33-36. Средние точки цепочек из диодов 29, конденсатора 33 и диода 30, конденсатора 34 соответственно через резисторы 37, 38 подключены к положительному полюсу, а средние точки цепочек из конденсатора 35, диода 31 и конденсатора 36, диода 32 через резисторы 39, 40 подключены к отрицательному полюсу источника питания. Положительный и отрицательный полюсы источника питания подключены к соответствующим клеммам моста через дроссели 41 и 42.

Устройство защиты 17 двигателя (фиг. 3) содержит последовательно соединенные элемент сравнения 43, датчик 44 модуля тока, однополярный квадрант 45, апериодический усилитель 46, выход которого через третий однопороговый компаратор 47 соединен со вторым входом элемента сравнения 43, первый вход которого является входом устройства защиты 17 двигателя,

выходом которого является выход апериодического усилителя 46.

Релейный регулятор тока 5 (фиг. 4) содержит сумматор 48, три однопороговых компаратора 49, 50, 51, инвертор 52, два RS-триггера 53, 54, компаратор 55 и инвертор 56.

Двухпозиционный переключатель каналов 13 (фиг. 5) содержит два двухходовых элемента И 57, 58, элемент ИЛИ 59 и элемент 14 с самоблокированием (фиг. 5), выполненный на элементе ИЛИ 60, резисторе 61 и емкости 62.

Устройство защиты 19 с гальванически развязанным выходом и с самоблокированием (фиг. 6) может быть выполнено в виде четырех триггерных устройств с самоблокированием 63-66, каждое из которых состоит из операционного усилителя 67 с входными резисторами 68-71, стабилитронов 72, 73, элемента И-НЕ 74 с входным резистором 75 и диодом 76, оптопары 77 с резистором 78 в первичной цепи. Гальванически развязанные выходы триггерных устройств 63-66 соединены параллельно и подключены ко входу формирователя сигнала, выполненного в виде двухкаскадного усилителя на транзисторах 79, 80 с входной RC-цепочкой 81, 82, резисторами 83-86 и логическим элементом И-НЕ 87.

Таким образом, выход формирователя сигнала, являющийся выходом устройства защиты 19, гальванически развязан от транзисторов четырехключевого реверсора 2.

Датчик ЭДС 7 выполнен (фиг. 7) на операционных усилителях 88, 89 со входными резисторами 90, 95, с резисторами 96, 97 обратной связи, RC-фильтром 98, 99.

На резисторы 90, 91 подается сигнал, в масштабе повторяющий напряжение двигателя  $U_{дв}$ , на резистор 95 — сигнал, пропорциональный току якоря двигателя  $I_a$ , на резистор 94 — задающий сигнал  $U_{пх}$  (заданное значение ЭДС двигателя 1). Элемент сравнения 8 выполнен на входных резисторах 93, 94, 95 и операционном усилителе 89. На выходе фильтра 98, 99 присутствует сигнал, пропорциональный постоянной составляющей напряжения двигателя 1 ( $U_{дв}$ ). На выходе операционного усилителя 89 присутствует сигнал, пропорциональный разности  $U_{вых 89} = U_{пх} - (U_{дв} - I_a R_a)$ ,

где  $R_a$  — полное сопротивление якорной цепи, учитываемое резистором 95.

Когда ЭДС двигателя равна заданной, то на выходе усилителя 89, который соединен со входами однопороговых компараторов 9, 10 (фиг. 1), сигнал близок к нулю.

Электропривод постоянного тока работает следующим образом.

При включении питания исполнительный элемент 16 подключает катушку силового пускателя (контактора) к сети (рабочее состояние). В результате подается силовое питание на электропривод.

При пуске электродвигателя 1, например, при отрицательном сигнале  $U_{вх}$  на выходе регулятора скорости 4 появляется сигнал положительной полярности, на выходе тахогенератора 3 сигнал в первый момент времени равен нулю. На выходах I, IV, VI релейного регулятора тока 5 появляются логические "1", на выходах II, III, V – логические "0" (см. фиг. 4). Релейный регулятор тока 5 управляет работой четырехключевого реверсора 2 через блок управления 6 силовыми ключами таким образом, что логические "1" на выходах I, II, III, IV включают силовые транзисторы соответственно 21–24 (см. фиг. 2). Следовательно, при пуске с отрицательным  $U_{вх}$  включаются транзисторы 21 и 24. Двигатель 1 подключается к источнику питания и ток якоря нарастает до уровня токоограничения, задаваемого фиксированным значением напряжения насыщения регулятора скорости 4. Сигналы с выхода релейного регулятора тока 5 поступают на вход двух четырехходовых элементов И 11, 12, на выходах которых в момент включения питания присутствовали логические "0", обусловленные подключением элемента задержки 20 выполненного, например, в виде простейшей RC-цепи 61, 62 (см. фиг. 5). Так как на выходах I, IV, VI релейного регулятора тока 5 присутствуют логические "1", а на выходах II, III, V – логические "0", то по истечении времени задержки, обусловленного элементом 20, на выходе элемента И 11 появится логическая "1", а на выходе элемента И 12 останется логический "0". Форма сигналов на выходах элементов И 11, 12 в масштабе повторяет напряжение  $U_{дв}$ , прикладываемое к двигателю 1, подсоединенному к реверсору 2, причем элемент И 11 моделирует  $+U_{дв}$ , а элемент И 12 – напряжение  $-U_{дв}$ . На выходе датчика тока 18 появляется сигнал, пропорциональный току якоря, который поступает одновременно на вход релейного регулятора тока 5, на вход датчика ЭДС 7, на вход устройства защиты 17 двигателя 1. На выходе датчика ЭДС 17 после RC-фильтра 98, 99 (см. фиг. 7) присутствует сигнал, близкий к "0", так как истинная скорость двигателя 1 близка к "0". Сигнал отрицательной полярности  $U_{вх}$  (заданное значение ЭДС двигателя 1) поступает через элемент сравнения 8 на входы компараторов 9, 10, на выходе компаратора 9 появляется логический "0", на выходе компаратора 10 – логическая "1"

(на входах В и А соответственно двухпозиционного переключателя каналов 13) на входе X – логический "0", на входе  $\bar{X}$  – логическая "1" (выходы V и VI соответственно

5 релейного регулятора тока 5) Двухпозиционный переключатель каналов 13 реализует логическую функцию  $A.X + B.\bar{X} = C$ , поэтому в режиме пуска состояние его не изменяется ( $C = 0$ ). Не изменит своего состояния элемент 14 с самоблокированием. На выходе датчика 44 модуля тока (см. фиг. 3) появится сигнал, пропорциональный току якоря, а на выходе однополярного квадратора 45 – сигнал, пропорциональный квадрату тока якоря. На выходе апериодического усилителя 46, который совместно с датчиком 44 модуля тока и однополярным квадратором 45 реализует тепловую модель двигателя 1, появится сигнал положительной полярности, изменяющийся по закону

$$U_{вых46} = \left( \frac{I_a}{I_{ан}} \right)^2 \left( 1 - e^{-\frac{t}{T_d}} \right) + U_{вых46}^0 \cdot e^{-\frac{t}{T_d}}$$

где  $U_{вых46}^0$  – начальное значение напряжения на выходе апериодического усилителя 46;

$I_{ан}$ ,  $I_a$  – соответственно номинальное и текущее значение тока якоря;

$T_d$  – тепловая постоянная двигателя 1, равная постоянной времени апериодического усилителя 46

По истечении времени пуска двигатель 1 разгоняется, сигнал с тахогенератора 3 возрастает и становится примерно равным  $U_{вх}$ . На выходе регулятора скорости 4 при  $U_{вх} < 0$  сигнал в установившемся режиме всегда больше 0. Поэтому на дополнительных выходах V и VI релейного регулятора тока 5 сигналы соответственно "0" и "1". Состояние выходов I, II, III, IV в установившемся режиме, когда ток якоря при малой нагрузке двигателя 1 близок к 0, неустойчивое и изменяется с логической "1" на логический "0" и наоборот. На выходе элемента И 12 фиксированный "0", на выходе элемента И 11 – импульсы с переменной частотой и скважностью, повторяющие работу силовых транзисторов 21, 24, подключающих двигатель 1 к источнику. На выходе датчика ЭДС 7 присутствует сигнал, равный  $U_{вх}$  (заданное значение ЭДС двигателя 1), на выходах элемента сравнения 8, компараторов 9, 10 – логические "0". Состояние двухпозиционного переключателя каналов 13 и элемента с самоблокированием не изменяется. Так как в установившемся режиме работы привода при малой нагрузке двигателя 1 ток якоря близок к нулю, то на выходе апериодического усилителя 46 в устройстве защиты 17 двигателя сигнал близок к "0". При наличии

статической нагрузки ( $I_a \leq I_{aн}$ ) напряжение на выходе аperiodического усилителя не приводит к срабатыванию элемента ИЛИ 15 и компаратора 47 (фиг. 3). Аналогично электропривод работает при торможении, реверсе, при пуске с положительным сигналом  $U_{вх}$ .

Рассмотрим работу электропривода в аварийных режимах.

Защита от несоответствия истинной скорости двигателя 1 заданной срабатывает в следующих случаях: при обрыве цепи тахогенератора, при к.з. в цепи тахогенератора, при неуправляемости регулятора скорости, при положительной обратной связи по скорости (при первом включении двигателя с электроприводом). Предположим, что в установившемся режиме произошел обрыв цепи тахогенератора 3. На выходе регулятора скорости 4 сигнал достигает максимальной величины, на выходах I, IV, VI релейного регулятора тока 5 присутствуют логические "1", на выходах II, III, V — логические "0", на выходе элемента И 11 — логическая "1", на выходе элемента И 12 — логический "0". Сигнал на выходе датчика ЭДС 7 — положительный, превышающий по абсолютной величине  $U_{рх}$ . На выходе компаратора 9 — логическая "1" (вход В), а на выходе компаратора 10 — логический "0" (вход А), на управляющем входе  $X$  — логический "0", на управляющем входе  $X$  — логическая "1". В результате на выходе С — логическая "1" и срабатывает элемент 14 с самоблокированием, который через элемент ИЛИ 15 воздействует на исполнительный элемент 16, отключающий силовое питание электропривода.

RC-цепочка 61, 62 (см. фиг. 5) необходима для компенсации запаздывания регулятора скорости 4 во время переходных процессов, а также для улучшения помехозащищенности элемента 14 с самоблокированием. Зона нечувствительности компараторов 9, 10 необходима для исключения неоднозначности при выходном сигнале элемента сравнения 8, близком к нулю.

Таким образом, защита от несоответствия истинной скорости двигателя заданной, в которой используется датчик ЭДС, гальванически не связанный с силовым источником питания, осуществляет распознавание аварийного режима, надежное отключение силового питания, инвариантна к изменению уровня напряжения силового источника питания, к изменению времени переходного процесса и типа двигателя.

Устройство защиты 17 двигателя предотвращает перегрев двигателя 1 при длительном превышении током якоря  $I_a$  номинального значения  $I_{aн}$ . Такой аварий-

ный режим возможен при "заклинивании" двигателя, при неправильном выборе циклограммы работы во время повторно-кратковременного режима. В этом случае на выходе тепловой модели (аperiodического усилителя 46) появляется сигнал положительной полярности, превышающий порог третьего однопорогового компаратора 47 (см. фиг. 3). Выходной сигнал компаратора 47 поступает на вход элемента сравнения 43 и блокирует защиту. Одновременно через элемент ИЛИ 15 выходной сигнал устройства защиты 17 воздействует на исполнительный элемент 16, отключающий силовое питание. Наличие самоблокировки исключает повторное включение силового питания электропривода, которое может возникнуть, когда ток якоря уменьшится до 0 после отключения исполнительного элемента 16.

Устройство защиты 19 с гальванически развязанным выходом и самоблокированием предотвращает выход из строя реверсора 2 при неисправности одного из силовых транзисторов, а также исключает появление силового напряжения в цепях управления. Устройство защиты 19 работает следующим образом.

Когда силовой транзистор 21 (22, 23, 24) исправен, то напряжение на его базе относительно эмиттера (отрицательное либо положительное в зависимости от того, заперт он или открыт) невелико и через стабилитрон 72 и резистор 71 ток не протекает. Операционный усилитель 67 благодаря отрицательному смещению на его прямом входе, подаваемому с делителя 70, 68 находится в состоянии, когда на его выходе напряжение отрицательной полярности, соответственно на выходе элемента И-НЕ напряжение близко к нулю, токи через светодиод излучающий диоды следовательно, через диод фотоприемника оптопары 77 не протекают. Питание элемента И-НЕ 74 осуществляется от отрицательного источника питания —  $U_{пит}$ . Когда исправны и другие транзисторы реверсора, то в таком же состоянии находятся триггерные устройства 64, 55, 66 с самоблокированием, ток через резистор 81 не протекает, транзисторы 79, 80 заперты и выходной сигнал устройства защиты 19 с гальванически развязанным выходом и с самоблокированием соответствует логическому "0".

При выходе из строя транзистора 21, (22, 23, 24), в частности пробое его коллекторно-базового перехода (при этом его эмиттерный переход выгорает), силовое напряжение через стабилитрон 72 и делитель 71, 68 поступает на прямой вход операционного усилителя 67. При этом его выходное

напряжение положительной полярности через ограничитель 75, 76 поступает на вход элемента И-НЕ 74. Напряжение на его выходе становится близким к напряжению отрицательного источника питания ( $-U_{\text{пит}}$ ) и начинает протекать ток через резистор 78 и светоизлучающий диод оптрона 77. Стабилитрон 73 в этом случае пробивается, на резисторе 69 появляется отрицательное напряжение, приводящее к безусловному срабатыванию триггерного устройства, т. е. имеет место самоблокирование триггерного устройства. Триггерное устройство при соответствующей настройке номиналами элементов 68, 70, 71, 72 может срабатывать и при работе транзистора в активной области (в том числе и кратковременной). Срабатывание любого из триггерных устройств 63, 66 приводит к тому, что через диод фотоприемника соответствующего оптрона 77 начинает протекать ток, вследствие чего формирователь сигнала 79, 86 срабатывает и на коллекторе транзистора 80 появляется сигнал, соответствующий логическому "нулю". На выходе устройства защиты 19 с гальванически развязанным выходом и самоблокированием (выход элемента И-НЕ 87) появляется логическая "1", воздействующая через элемент ИЛИ 15 на исполнительный элемент 16, отключающий силовой источник питания.

Рассмотрим работу четырехключевого реверсора 2 (фиг. 2) в двигательном режиме.

Пусть, например, включены транзисторы 21, 24, при этом ток электродвигателя 1 замыкается по цепи: положительный полюс источника питания, дроссель 41, транзистор 21, электродвигатель 1, транзистор 24, дроссель 42, отрицательный полюс источника. При этом напряжение на конденсаторах 33 и 36, которые через диоды 29 и 32 подключены параллельно находящимся во включенном состоянии транзисторам 21 и 24, близко к нулю, соответственно, напряжение на конденсаторах 34, 35 близко к напряжению источника питания.

Когда из блока управления 6 силовыми ключами поступает запирающий сигнал, например, на управляющий вход 24, ток через последний уменьшается, при этом часть якорного тока электродвигателя 1 замыкается вначале через разряженный конденсатор 36, диод 32 и дроссель 42. Одновременно с зарядом конденсатора 36 происходит разряд конденсатора 34 через резистор 38, дроссель 41, транзистор 21 и двигатель 1. По мере уменьшения токов перезаряда конденсаторов избыток тока двигателя замыкается через обратный диод 26, а токи дросселей 41 и 42 замыкаются соответ-

ственно через диоды 29-32 и соответствующие резисторы 37-40. После окончания перезаряда конденсаторов напряжение на конденсаторе 34 близко к нулю, на конденсаторе 36 - к номиналу источника питания и весь ток двигателя замыкается через диод 26 и транзистор 21. Таким образом, в процессе выключения транзистора 24 благодаря заряду конденсатора 36 происходит "затягивание" фронта нарастания напряжения на транзисторе 24 на время, необходимое для спада тока через транзистор, и тем самым уменьшаются потери при его выключении.

Когда в следующем такте из блока 6 поступает сигнал включения транзистора 24, то в цепи транзистора 24, которая образуется от источника питания через диод 26 (в обратном направлении), включены дроссели 41, 42, ограничивая скорость нарастания тока. Тем самым уменьшается пик тока через транзистор 24, который достигается за время обратного восстановления диода 26 и уменьшаются потери в транзисторе 24 при его включении. Избыток токов дросселей 41 и 42 после обратного восстановления диода 26 замыкается через диоды 29-32 и соответствующие резисторы 37-40, а также через конденсаторы 34 и 36, обеспечивая их обратный перезаряд, после которого на конденсаторе 34 устанавливается напряжение, близкое к номиналу источника питания, а на конденсаторе 36 - близкое к нулю. Если из блока управления 6 силовыми ключами поступают сигналы на выключение обоих транзисторов 24 и 21 (это бывает, когда ток двигателя существенно превышает заданное значение), то якорный ток замыкается по цепи: двигатель 1, диод 26, параллельно соединенные дроссель 41 и диодно-резисторные цепочки 29, 37 и 30, 38, источник питания в обратном направлении, параллельно соединенные дроссель 42 и диодно-резисторные цепочки 39, 31 и 40, 32; диод 27. Как и в предыдущих случаях, происходит перезаряд конденсаторов, в результате которого напряжение на конденсаторах 35, 34 устанавливается близким к нулю, а на конденсаторах 33, 36 - близким к номиналу источника, при этом обеспечивается "затягивание" фронта нарастания напряжения на выключаемых транзисторах 21 и 24. Совершенно аналогично четырехключевой реверсор функционирует при другом направлении тока двигателя.

Таким образом в данном электроприводе достигается повышение надежности путем введения защит с самоблокированием и гальванической развязкой с силовой цепью, а также путем исключения силового напря-

жения в системе управления в качестве входного для датчика ЭДС что позволяет использовать электроприводы в многокоординатном исполнении, работающие от гальванически связанных источников задатия.

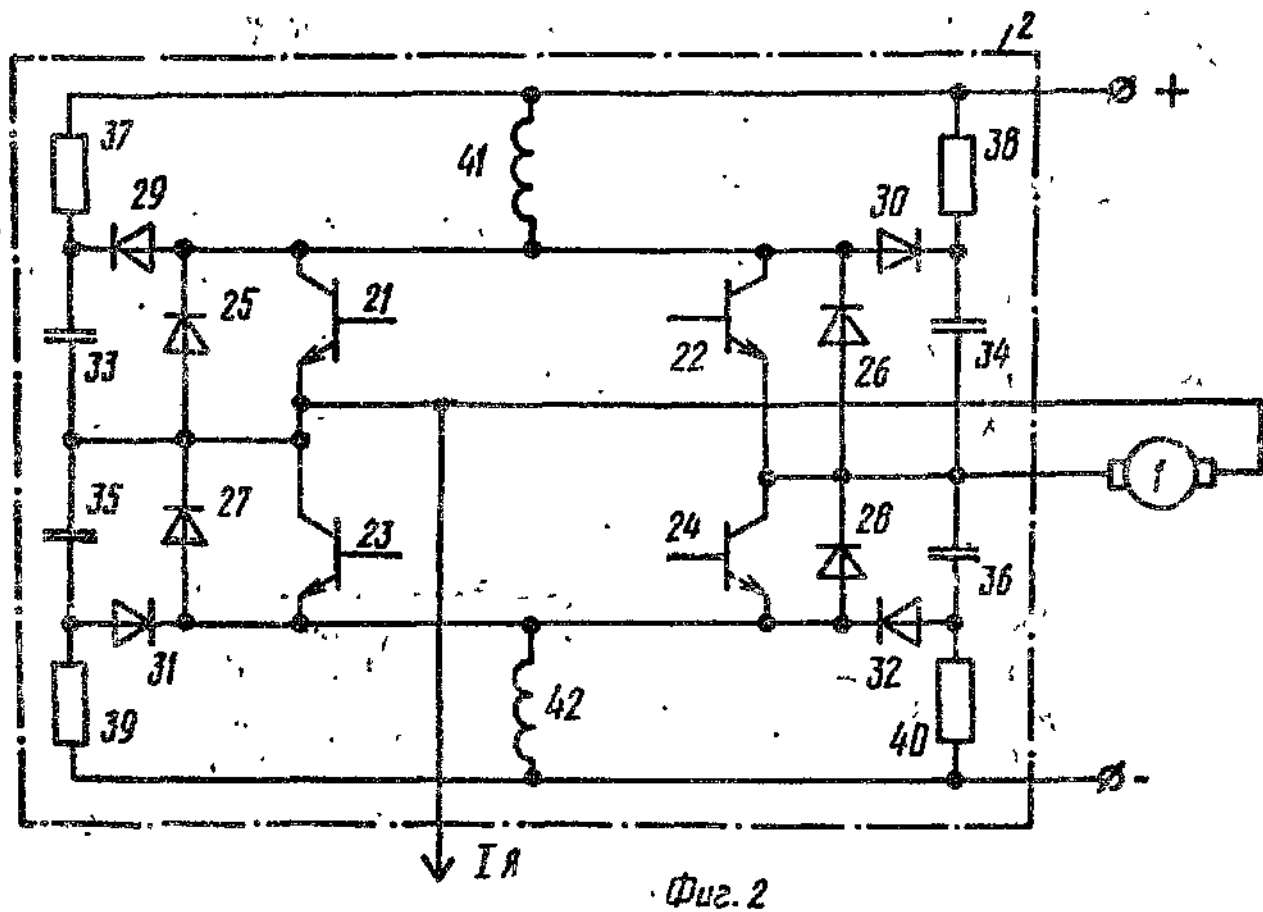
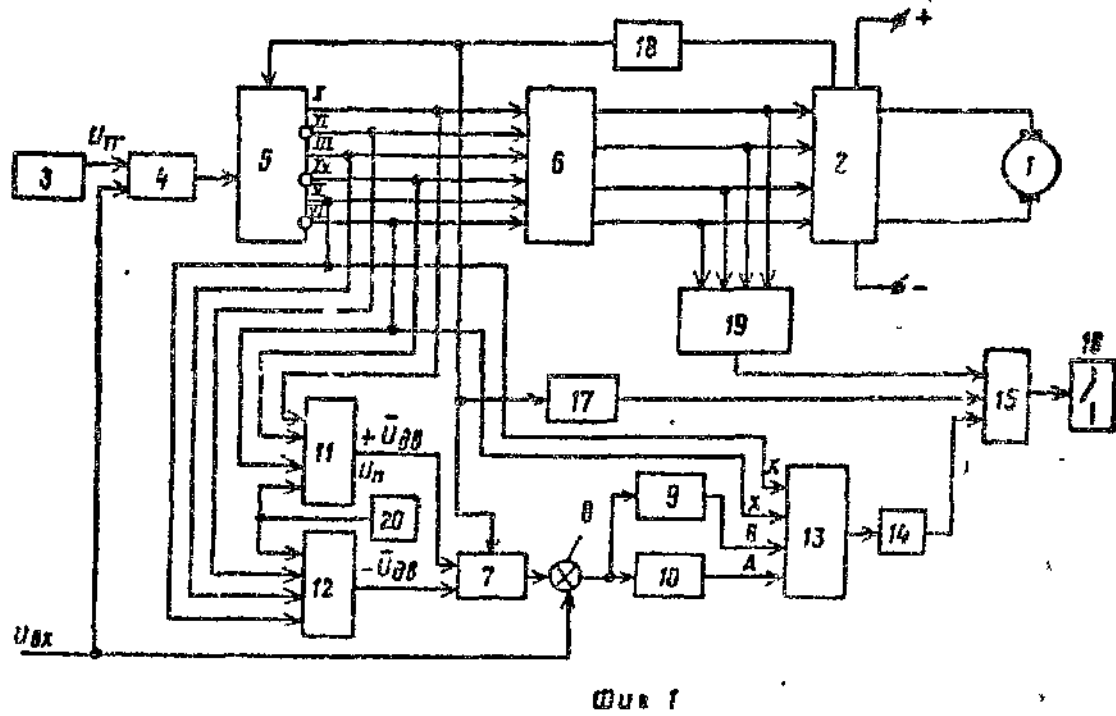
#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

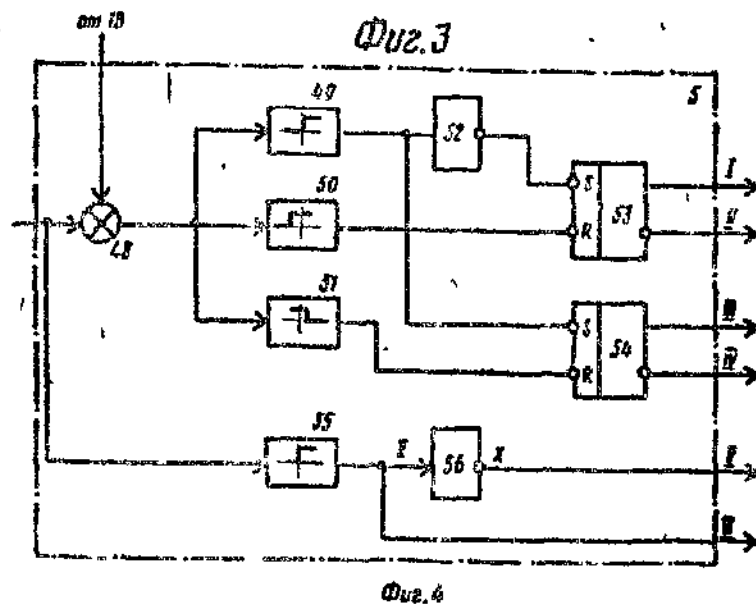
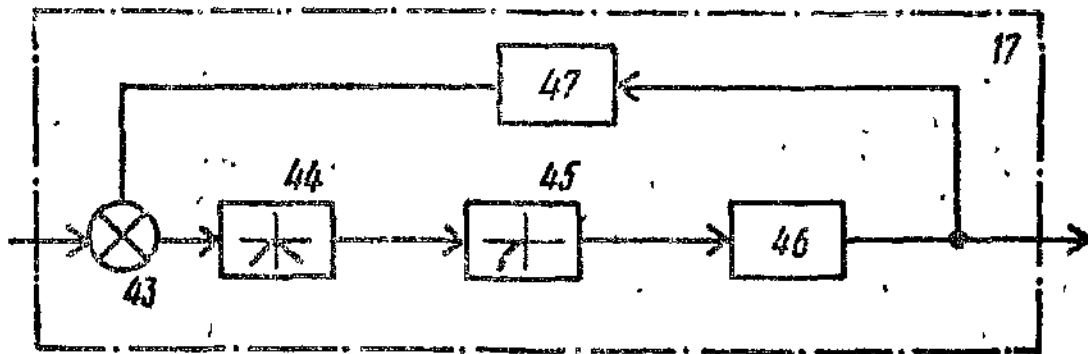
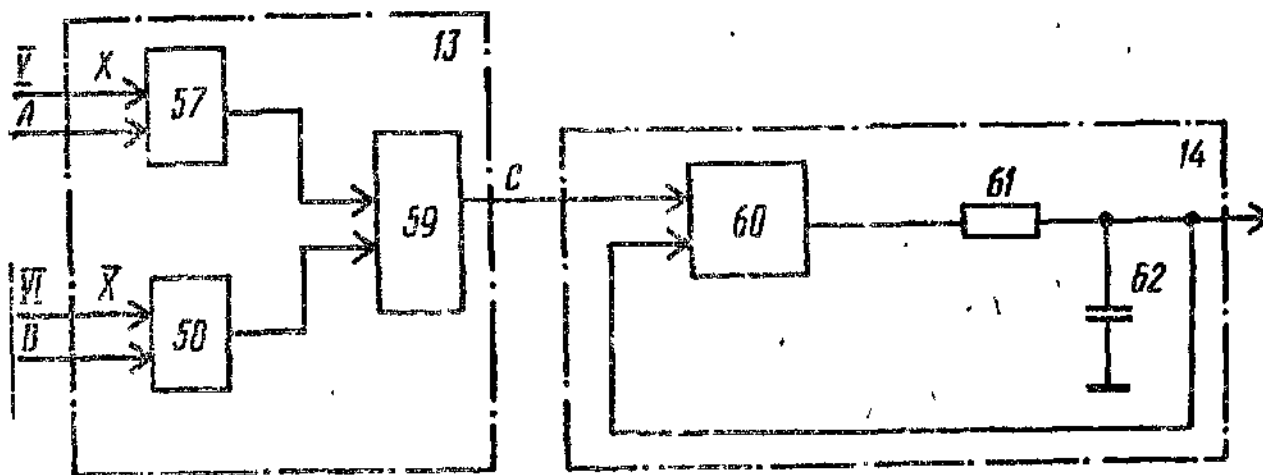
1 Электропривод постоянного тока, содержащий электродвигатель, подключенный к источнику питания через четырехключевой мостовой реверсор, последовательно соединенные тахогенератор, регулятор скорости, релейный регулятор тока с двумя парами противофазных выходов рассогласования по току и дополнительными противофазными выходами рассогласования по скорости, блок управления силовыми ключами, подключенный выходами к входам реверсора, датчик тока якоря, подключенный к регулятору тока, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью повышения надежности, в него введены устройство защиты двигателя, элемент ИЛИ, исполнительный элемент, два четырехходовых элемента И, элемент задержки, двухпозиционный переключатель каналов, элемент с самоблокированием, устройство защиты с гальванически развязанным выходом и с самоблокированием, два однопороговых компаратора, элемент сравнения, датчик ЭДС, выход которого через элемент сравнения соединен с входами однопороговых компараторов, а входы — с выходами двух четырехходовых элементов И, причем двухпозиционный переключатель каналов управляющими входами соединен с дополнительными выходами релейного регулятора тока, управляемыми входами — с выходами однопороговых компараторов а выходом через последовательно соединенные элемент с самоблокированием и элемент ИЛИ со входом исполнительного элемента, второй вход элемента ИЛИ подключен к выходу устройства защиты двигателя, вход которого соединен с выходом

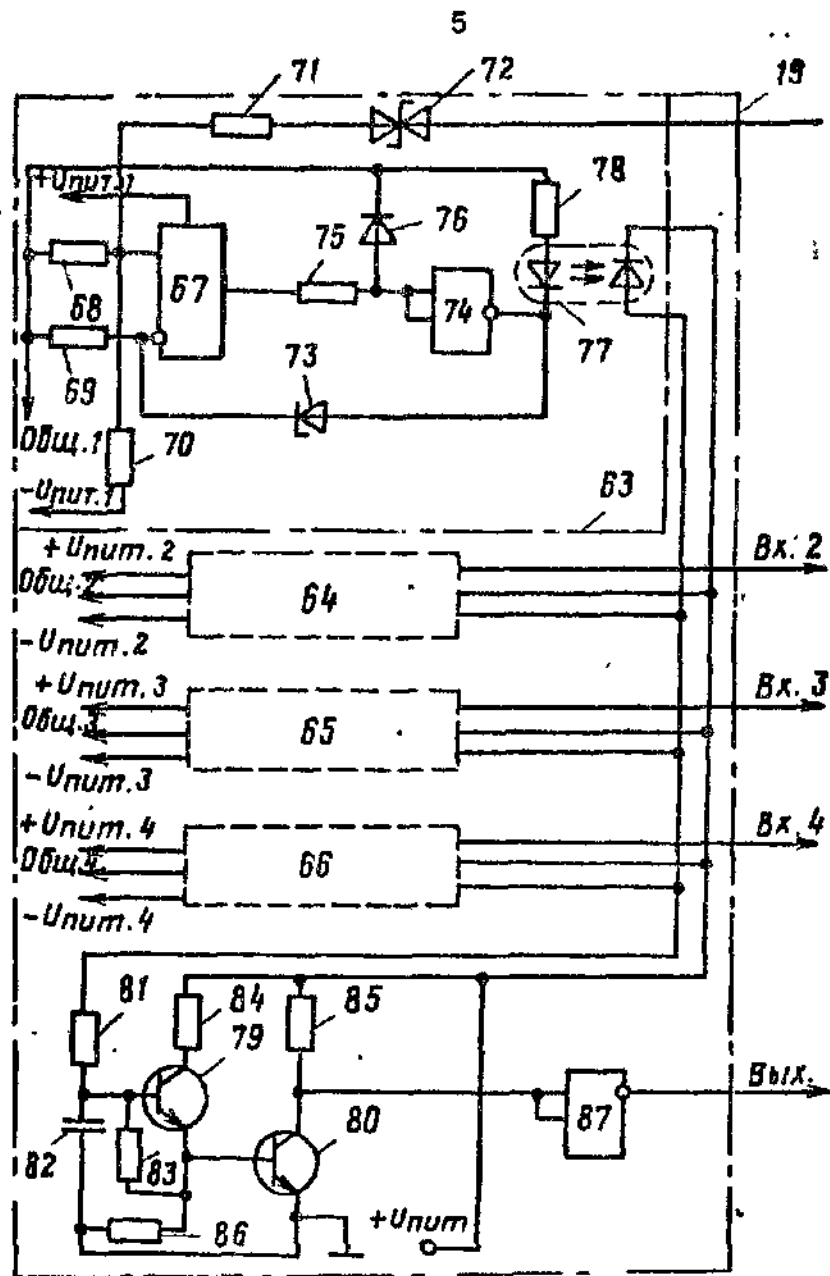
датчика тока якоря и входом датчика ЭДС, третий вход элемента ИЛИ соединен с выходом устройства защиты с гальванически развязанным выходом и с самоблокированием, входы которого соединены с входами силовых ключей реверсора, причем к входам первого элемента И подключены прямой выход первой пары, инверсный выход второй пары и инверсный дополнительный выход релейного регулятора тока, другие выходы которого подсоединены ко входам второго элемента И, свободные входы элементов И через элемент задержки соединены с клеммой их источника питания а свободный вход элемента сравнения соединен с входом задания электропривода и вторым входом регулятора скорости

2. Электропривод по п. 1, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что реверсор содержит мост из четырех транзисторов и обратных диодов, включенных параллельно эмиттер-коллекторному переходу каждого из последовательно соединенных в прямом направлении диода и конденсатора, к каждой из клемм якорной обмотки двигателя подключены выводы двух конденсаторов, к средним точкам цепочек через резисторы в направлении, обратном протеканию тока через диоды цепочек, подключены полюса источников питания, соединенные через дроссели с выводами источника питания моста.

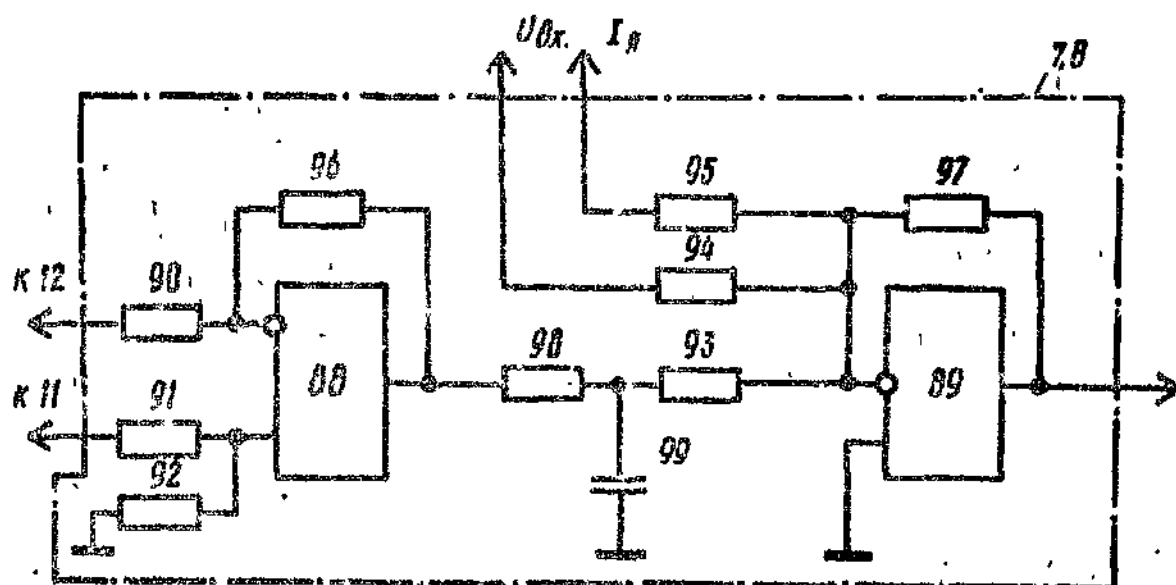
3 Электропривод по п. 1, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что устройство защиты двигателя содержит последовательно соединенные элемент сравнения, датчик модуля тока однополярный квадрантор, апериодический усилитель, выход которого через третий однопороговый компаратор соединен с вторым входом элемента сравнения, первый вход которого является входом, а выход апериодического усилителя — выходом устройства защиты двигателя



 $\Phi_{uz.5}$ 



Фиг. 6



Фиг. 7

Редактор Т Орловская

Составитель М Кряхтунова  
Техред М Моргентал

Корректор С Шевкун

Заказ 4645

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР  
113035 Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина 101