



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3543595/18-24  
(22) 13.12.82  
(46) 15.05.84. Бюл. № 18  
(72) В.П.Кузнецов, Н.Н.Немогай,  
Ф.В.Фурман, В.Н.Филиппович, А.П.Паш-  
кевич и О.Н.Жаров  
(71) Минский радиотехнический инсти-  
тут  
(53) 62.50(088.8)  
(56) 1. Авторское свидетельство СССР  
№ 830299, кл. G 05 B 11/14, 1981.  
2. Авторское свидетельство СССР  
№ 926615, кл. G 05 B 11/14, 1982  
(прототип).

(54) (57) 1. УСТРОЙСТВО ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ РОБОТА, содержащее последовательно соединенные первый триггер, первый ключ, первый блок сравнения, усилитель и двигатель, связанный с датчиком положения, выход которого подключен через последовательно соединенные преобразователь скорости и второй ключ ко второму входу первого блока сравнения, подсоединенного третьим входом к выходу элемента И, первый вход которого соединен со вторым выходом триггера, подключенного первым выходом ко второму входу преобразователя скорости, а первым входом - к первому входу устройства, отличающееся тем, что, с целью повышения точности устройства, оно содержит формирователь импульса, элементы ИЛИ и последовательно соединенные второй блок сравнения, шифратор и блок памяти, выход которого подключен ко второму входу элемента И, второй вход - к первому входу второго бло-

ка сравнения и второму входу устройства, а третий вход - ко второму выходу шифратора и первому входу элемента ИЛИ, выходом соединенного со вторым входом второго ключа, а вторым входом - со вторым входом преобразователя скорости, второй и третий выходы которого подключены к соответствующим входам шифратора, второй вход второго блока сравнения соединен с третьим входом устройства, третий вход - с выходом датчика положения, четвертый вход - с первым выходом триггера, второй выход - со вторым входом первого ключа, а третий выход через формирователь импульса - со вторым входом триггера.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что второй блок сравнения содержит второй элемент ИЛИ, второй триггер и последовательно соединенные реверсивный счетчик, дешифратор, третий элемент ИЛИ и третий триггер, второй выход дешифратора подключен ко второму входу третьего элемента ИЛИ, третий и четвертый выходы - соответственно к первому и второму входу второго элемента ИЛИ, выходом соединенного с первым входом второго триггера, первый выход второго блока сравнения подключен к выходу третьего триггера, второй выход - к выходу реверсивного счетчика, третий выход - к выходу второго триггера, первый, второй и третий входы - к соответствующим входам реверсивного счетчика, а четвертый вход - ко вторым входам второго и третьего триггеров.

Изобретение относится к робототехнике и может быть использовано при создании электроприводов промышленных роботов.

Известно устройство для управления электроприводом робота, содержащее первый и второй ключи, первый и второй широтно-импульсные модуляторы, дифференциатор, мультивибратор, первый и второй сумматоры, триггер и элемент резерва [1].

Однако известное устройство имеет низкие динамические характеристики.

Наиболее близким техническим решением к изобретению является устройство, содержащее последовательно соединенные триггер, первый ключ, первый блок сравнения, усилитель и двигатель, связанный с датчиком положения, выход которого подключен через последовательно соединенные преобразователь скорости и второй ключ ко второму входу первого блока сравнения, третьим входом подсоединенного к выходу элемента И, первый вход которого соединен со вторым выходом триггера, первым выходом подсоединенного ко второму входу преобразователя скорости, а первым входом - к первому входу устройства [2].

Недостатком данного устройства является высокая чувствительность к изменению параметров исполнительного механизма, что не позволяет использовать его с заданной точностью для управления электроприводами, у которых момент инерции меняется в широком диапазоне.

Цель изобретения - повышение точности устройства.

Цель достигается тем, что устройство для управления электроприводом робота содержит формирователь импульса, элементы ИЛИ и последовательно соединенные второй блок сравнения, шифратор и блок памяти, выход которого подключен ко второму входу элемента И, второй вход - к первому входу второго блока сравнения и второму входу устройства, а третий вход - ко второму выходу шифратора и первому входу элемента ИЛИ, выходом соединенного со вторым входом второго ключа, а вторым входом - со вторым входом преобразователя скорости, второй и третий выходы которого подключены к соответствующим входам шифратора, второй вход второго блока сравнения соединен с

третьим входом устройства, третий вход - с выходом датчика положения, четвертый вход - с первым выходом триггера, второй выход - со вторым входом первого ключа, а третий выход через формирователь импульса - со вторым входом триггера.

Кроме того, второй блок сравнения содержит второй элемент ИЛИ, второй триггер и последовательно соединенные реверсивный счетчик, дешифратор, третий элемент ИЛИ и третий триггер, второй выход дешифратора подключен ко второму входу третьего элемента ИЛИ, третий и четвертый выходы - соответственно к первому и второму входу второго элемента ИЛИ, выходом соединенного с первым входом второго триггера, первый выход второго блока сравнения подключен к выходу третьего триггера, второй выход - к выходу реверсивного счетчика, третий выход - к выходу второго триггера, первый, второй и третий входы - к соответствующим входам реверсивного счетчика, а четвертый вход - ко вторым входам второго и третьего триггеров.

На фиг. 1 представлена функциональная схема предлагаемого устройства; на фиг. 2 - временные диаграммы его работы; на фиг. 3 - функциональная схема второго блока сравнения; на фиг. 4 - то же, преобразователя скорости; на фиг. 5 - то же, первого блока сравнения.

Схема устройства содержит первый ключ 1, первый блок 2 сравнения, усилитель 3, двигатель 4, датчик 5 положения, преобразователь 6 скорости, второй ключ 7, первый триггер 8, элемент И 9, второй блок 10 сравнения, блок 11 памяти, шифратор 12, формирователь 13 импульса, элемент ИЛИ 14, А, В, С, D, Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub>, Q<sub>3</sub>, U<sub>1</sub>, U<sub>2</sub>, V, W - входные сигналы блоков (фиг. 1); T<sub>min</sub> и T<sub>max</sub> - соответственно минимальное и максимальное значения электро-механической постоянной (фиг. 2); первый реверсивный счетчик 15, дешифратор 16, первый и второй элементы ИЛИ 17 и 18 соответственно, второй и третий триггеры 19 и 20 соответственно (фиг. 3); генератор 21, блок 22 задержки, второй реверсивный счетчик 23, регистр 24, второй дешифратор 25, третий и четвертый элементы ИЛИ 26 и 27 соответственно, четвертый, пятый и шестой триггеры 28, 29 и 30 соответст-

венно (фиг. 4); блок 31 инверторов, блок элементов ИЛИ 32, сумматор 33 (фиг. 5).

Устройство работает следующим образом.

Входными сигналами являются сигнал задания  $[X_3]_{доп}$ , а также сигналы V и W, формируемые функциональными элементами системы управления верхнего уровня, в которой используется данное устройство.

Траектория отработки задания состоит из четырех участков (фиг. 2).

При включении напряжения питания на выходе формирователя 13 импульса формируется короткий импульс, устанавливающий триггер 8 в нулевое состояние, что соответствует подаче разрешающего уровня на вторые входы первого и второго ключей 1 и 7 и запрещает прохождение кода с выхода блока 11 памяти через элемент И 9 на второй вход блока 2 сравнения. При этом триггеры 19 и 20 блока 10 и второй и третий выходы преобразователя 6 скорости удерживаются в нулевом состоянии.

Начало отработки задания ( $X_3$  положительное) соответствует подаче сигнала V и сигнала W записи входного кода  $[X_3]_{доп}$  в реверсивный счетчик 15. При этом триггер 8 переходит в единичное состояние. Первый ключ 1 и второй ключ 7 закрыты.

При отработке входного воздействия импульсы с выхода датчика 5 положения 4 поступают на вычитающий вход реверсивного счетчика 15, уменьшая тем самым значение кода на его выходах.

На первом интервале управления ( $t_0, t_1$ )  $t_1$  определяется моментом достижения текущей скоростью значения  $\dot{X}_M$ , а на выходах шифратора 12 в соответствии с реализуемыми логическими функциями будут нулевые уровни. Комбинация всех "нулей" на первом, втором и третьем адресных входах блока 11 соответствует тому, что на его выходе появляется код сигнала  $[+U_M]_{доп}$  ( $X_3 > 0$ ), который через элемент И 9 поступает на второй вход блока 2. Так как ключи 2 и 7 закрыты, то этот сигнал без изменения поступает на вход усилителя 3, в котором входной код, представленный в дополнительном коде, преобразуется в длительность импульса и усиливается. Причем знаковый разряд кода  $[U]_{доп}$  од-

нозначно определяет направление вращения двигателя 4, разрешая прохождение модулированного импульса в требуемую диагональ усилителя 3.

Таким образом, интервал ( $t_0, t_1$ ) соответствует участку максимального разгона двигателя 4. При малых значениях электромагнитной постоянной времени динамика привода описывается дифференциальным уравнением

$$\dot{X}(t)T_{эм} + \dot{X}(t) = kU(t), |U(t)| \leq U_{max}$$

$$T_{эм} \in [T_{min}, T_{max}]$$

Поэтому для перевода его из состояния  $X=0$  в состояние  $\dot{X} = \dot{X}_M$  требуется один интервал управления.

В момент достижения текущей скоростью значения  $\dot{X}_M$   $[\dot{X}]_{доп} = [\dot{X}_M]_{доп}$  на втором выходе преобразователя 6 скорости появляется единичный уровень в соответствии с логическими функциями, реализуемыми шифратором 12  $U_1 = 0, U_2 = 1$ . Это соответствует тому, что на выходе блока 11 появляется код  $[\dot{X}_M]_{доп}$ , а на второй вход второго ключа 7 подан разрешающий уровень. Таким образом, на интервале ( $t_1, t_2$ ) устройство работает в режиме стабилизации скорости  $\dot{X}_M$ .

Момент  $t_2$  окончания участка движения с постоянной скоростью определяется в блоке 10 при выполнении условия  $X_3 - X = X_T$ , где  $X_T$  - путь торможения, обеспечивающий оптимальные по быстродействию процессы в случае  $T_{эм} = T_{max}$  и определяется как

$$X_T = (kU_M + \dot{X}_M)T_{max} \left( 1 - e^{-\frac{t'}{T_{max}}} \right) - kU_M t'$$

$$\text{где } t' = T_{max} \ln \left( \frac{\dot{X}_M + kU_M}{kU_M} \right)$$

Это соответствует тому, что на третьем выходе дешифратора 16 появляется короткий импульс, который через элемент ИЛИ 18 устанавливает триггер 20 в единичное состояние. При этом на выходах шифратора 12 имеем  $U_1 = 1, U_2 = 0$ , что соответствует появлению на выходе блока 11 кода  $[-U_M]_{доп}$  и подаче запрещающего уровня на второй вход второго ключа 7. Сигнал  $[-U_M]_{доп}$  через элемент И 9 и блок 2 поступает на усилитель 3, обеспечивая на интервале ( $t_2, t_3$ ) режим динамического торможения.

Длительность интервала торможения ( $t_2, t_3$ ) фиксируется в преобразовате-

ле 6 скорости и определяется моментом достижения скорости величины ползучей скорости  $X_n$ . Это соответствует появлению на третьем выходе преобразователя 6 скорости единичного уровня, что обуславливает появление двух "единиц" на выходе шифратора 12 ( $U_1 = 1, U_2 = 1$ ). На второй вход ключа 7 подан разрешающий уровень, а на выходе блока 11 появляется сигнал  $[X_n]_{\text{доп}}$ . На интервале  $(t_3, t_4)$  система работает в режиме стабилизации скорости  $X_n$ , обеспечивая плавный подход к точке позиционирования. Длительность этого интервала зависит от электромеханической постоянной времени  $T_{эм}$ . При  $T_{эм} = T_{\text{max}}$  режим ползучих скоростей может отсутствовать.

Момент  $t_4$  определяется вхождением устройства в некоторую окрестность точки позиционирования  $|X_3 - X| < X_0$ . Это соответствует появлению короткого импульса на первом выходе дешифратора 16, который через элемент ИЛИ 17 устанавливает триггер 19 в единичное состояние. В момент появления разрешающего уровня на первом выходе блока 10 триггер 8 через формирователь 13 переводится в нулевое состояние. При этом на вторые входы первого и второго ключей 1 и 7 подается разрешающий уровень, триггеры 19 и 20 блока 10 и второй и третий выходы преобразователя 6 скорости переводятся в нулевое состояние. На первый вход элемента И 9 по-

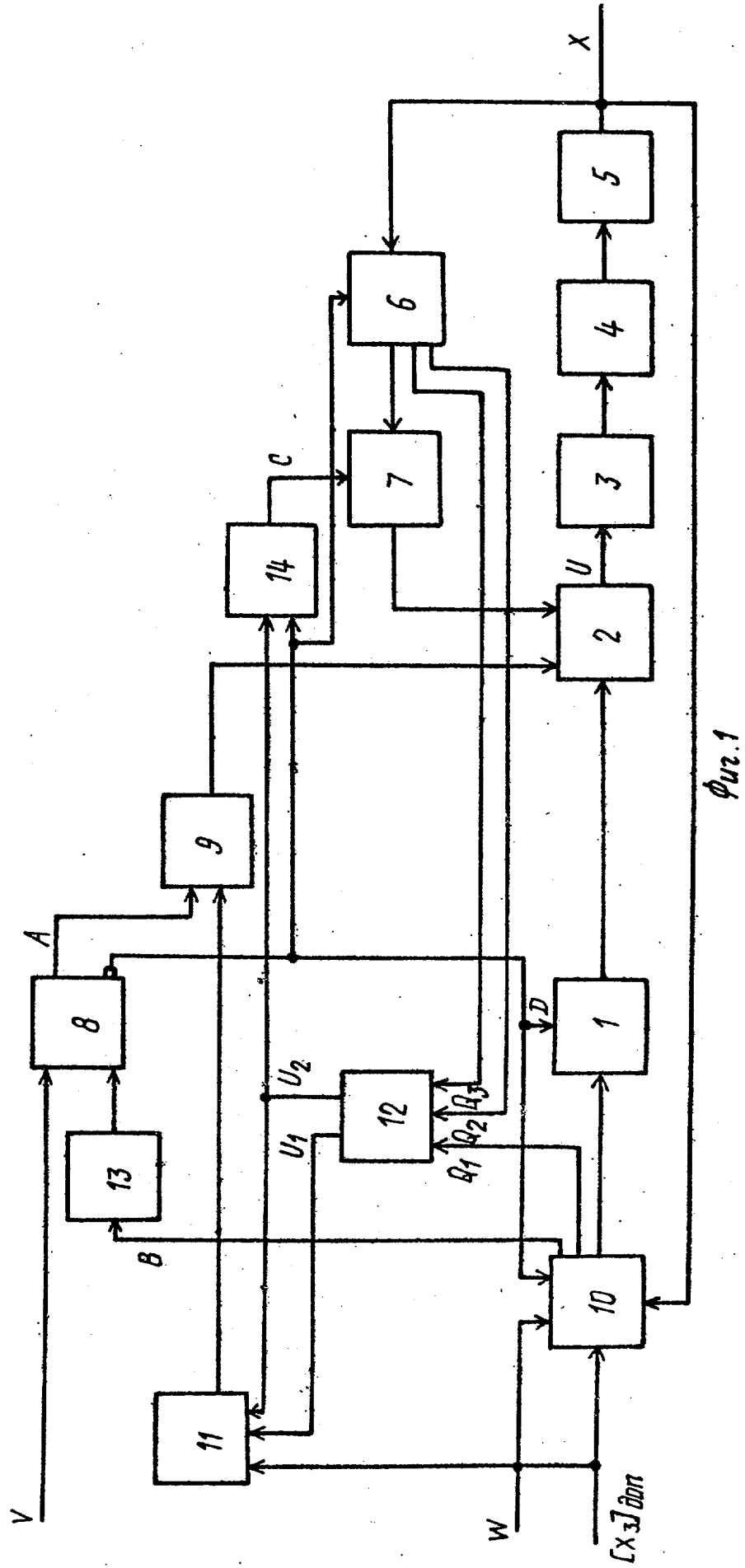
дан нулевой уровень, запрещающий прохождение сигнала с выхода блока 11 на блок 2.

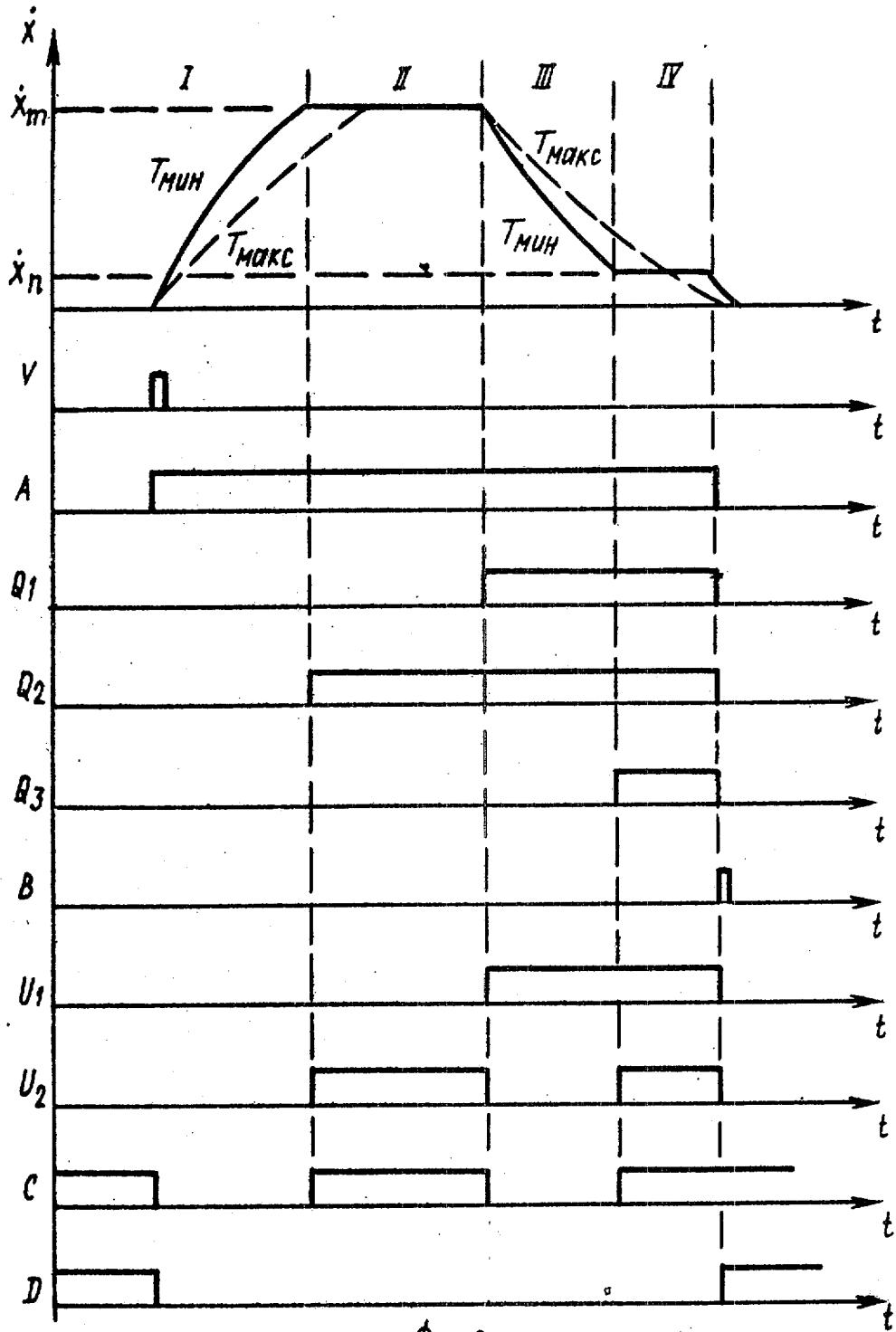
В дальнейшем устройство работает как линейная система под действием сигналов скоростной и позиционной обратной связи.

При  $X_3 < 0$  работа устройства аналогична, с той лишь разницей, что выполнение условий  $X_3 - X = X_1$  и  $X_3 - X = X_0$  фиксируется появлением коротких импульсов соответственно на четвертом и втором выходах дешифратора 16, а импульсы от датчика 5 положения поступают на суммирующий вход реверсивного счетчика 15.

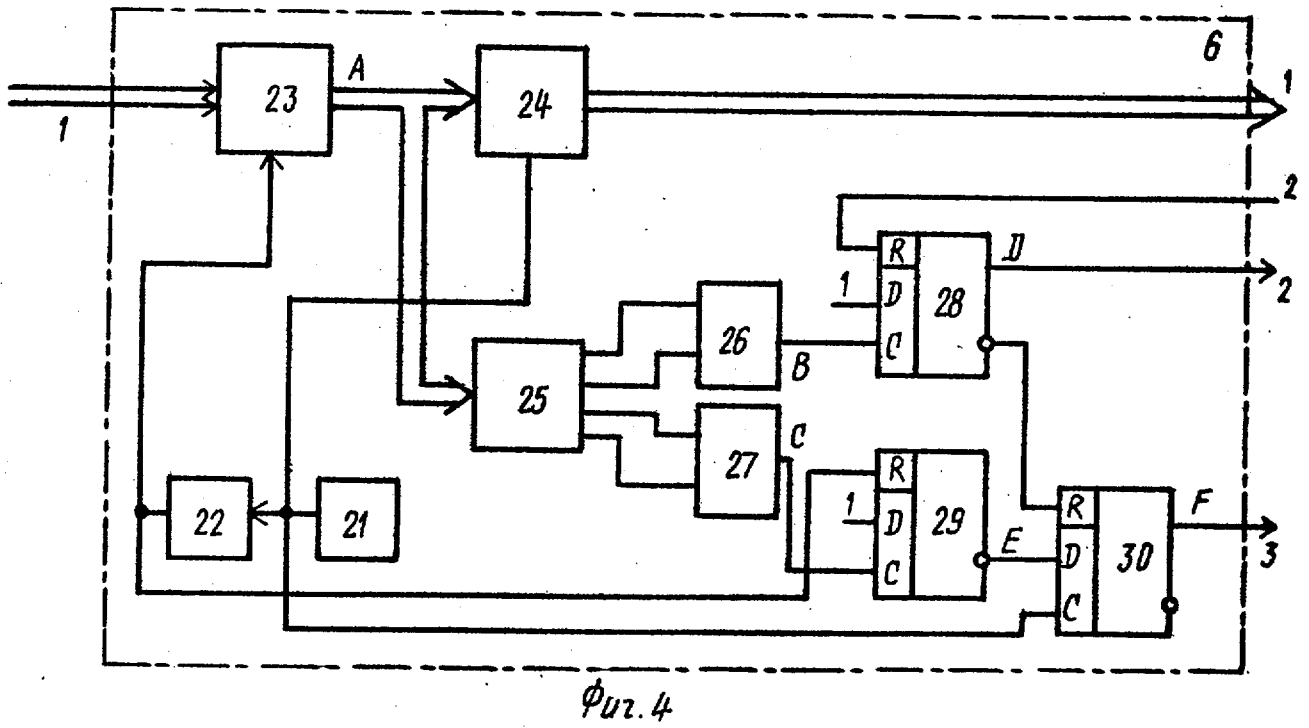
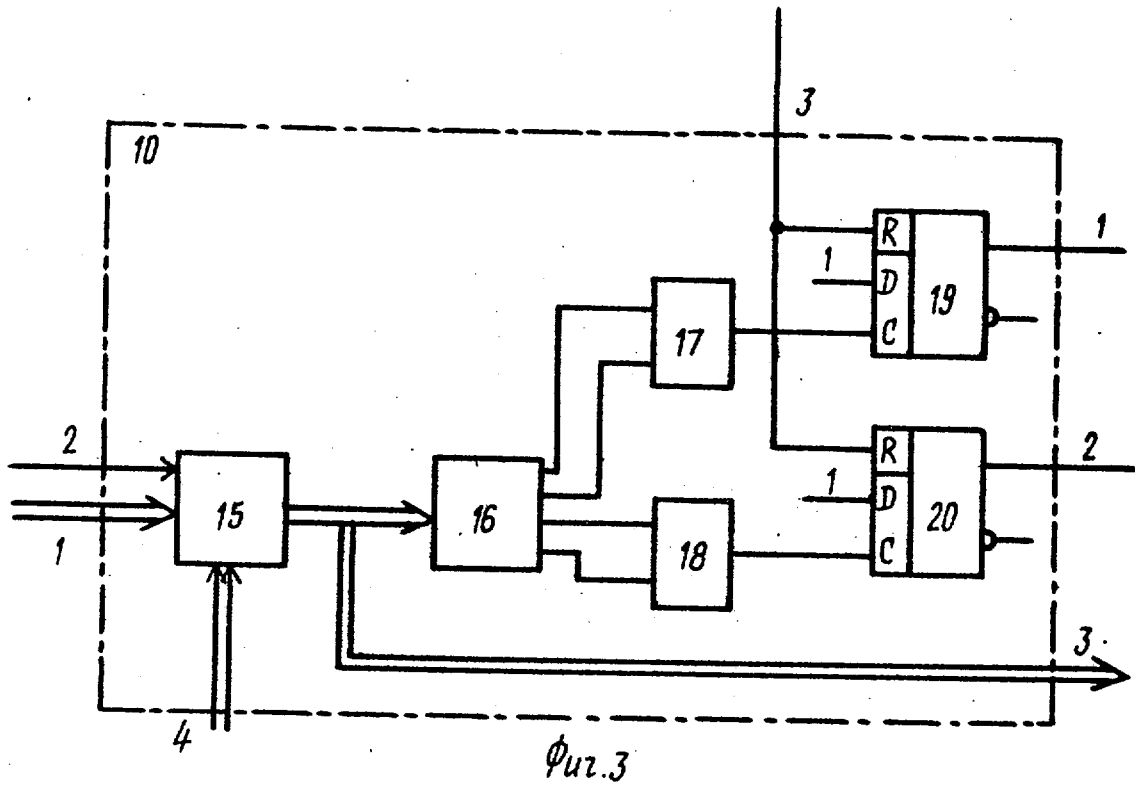
Применение предложенного устройства для управления приводами промышленных роботов, у которых изменение электромеханической постоянной времени незначительно во всем диапазоне нагрузок (выдвижение руки, подъем руки), позволяет получить процессы, близкие к оптимальным по быстродействию, и обеспечивает высокую точность.

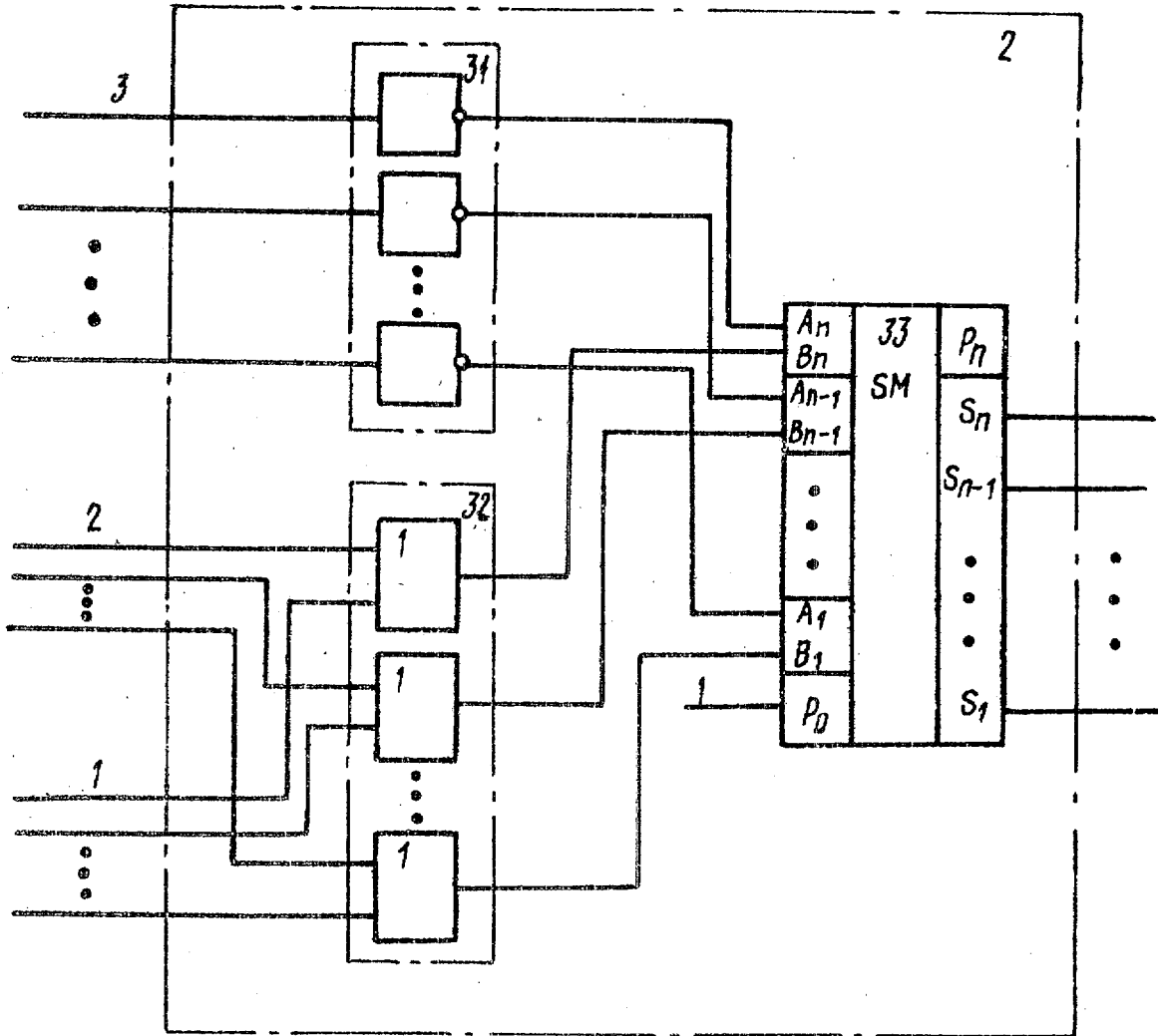
При управлении приводами роботов, у которых постоянная времени изменяется в значительных пределах в зависимости от расположения в пространстве последующих звеньев кинематической цепи (поворот руки), устройство обеспечивает аperiodические переходные процессы при сохранении высокого быстродействия и точности.





Фиг. 2





Фиг. 5

Составитель Е. Политов  
 Редактор М. Келемеш Техред Л. Коцюбняк Корректор В. Бутяга

Заказ 3253/30 Тираж 842 Подписное  
 ВНИИПИ Государственного комитета СССР  
 по делам изобретений и открытий  
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ИПИ "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4