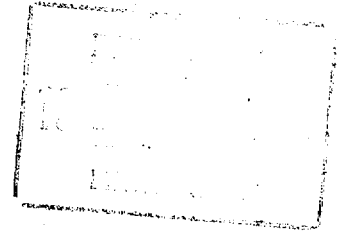




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 3503118/18-21  
(22) 15.10.82  
(46) 30.12.83. Бюл. № 48  
(72) В.П. Кузнецов, Ф.В. Фурман,  
А.П. Пашкевич, Н.Н. Немогай,  
В.Н. Филиппович, Е.П. Кукареко  
и А.В. Николаев  
(71) Минский радиотехнический ин-  
ститут  
(53) 681.325(088.8)  
(56) 1. Авторское свидетельство СССР  
№ 354561, кл. Н 03 К 13/20, 1971.  
2. Авторское свидетельство СССР  
№ 708508, кл. Н 03 К 13/20, 1976  
(прототип).

(54) (57) 1. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ КОД-ШИМ, содержащий генератор импульсов, первый вход которого соединен с шиной "Пуск", а выход - с первым входом счетчика импульсов, первый регистр, первые входы которого подключены к соответствующим входным шинам, первые выходы - к соответствующим первым входам блока сравнения, а второй выход - к первому входу первого элемента И и к входу элемента НЕ, выход которого соединен с первым входом второго элемента И, второй вход которого подключен к выходу D-триггера и к второму входу первого элемента И, выход которого соединен с первой выходной шиной, а выход второго элемента И подключен к второй выходной шине, отличающийся тем, что, с целью расширения функциональных возможностей преобразователя, в него введены второй регистр, первые входы которого подключены к соответствующим дополнительным входным шинам, реверсивный счетчик, третий и четвертый элементы И, первый и второй элементы ИЛИ, блок задержки и блок начального сброса, выход ко-

торого соединен с вторым входом генератора импульсов и первым входом первого элемента ИЛИ, выход которого подключен к R-входу D-триггера, а второй вход - к выходу блока сравнения, вторые входы которого соответственно подключены к выходам реверсивного счетчика, первый и второй входы которого соответственно соединены с выходами третьего и четвертого элементов И, первые входы которых соответственно подключены к второму выходу первого регистра и выходу элемента НЕ, а вторые входы объединены и соединены с первым входом счетчика импульсов, второй вход которого подключен к третьему входу реверсивного счетчика и к выходу блока задержки, вход которого соединен с выходом второго элемента ИЛИ, первый вход которого подключен к шине "Пуск", а второй вход - к выходу счетчика импульсов, третьи входы которого соединены с соответствующими выходами второго регистра, вторые входы которого объединены и подключены к вторым входам первого регистра и входу блока задержки, выход которого соединен с C-входом D-триггера, D-вход которого подключен к третьему входу генератора импульсов и шине разрешающего уровня.

2. Преобразователь по п.1, отличающийся тем, что генератор импульсов выполнен на D-триггере и эталонном генераторе импульсов, выход которого соединен с первым входом элемента И, выход которого подключен к выходу генератора импульсов, а второй вход - к выходу D-триггера, C-, R- и D-входы которого подключены соответственно к первому, второму и третьему входам генератора импульсов.

Изобретение относится к автоматике и может быть использовано в цифровых системах управления электроприводами промышленных роботов, станков с числовым программным управлением и др.

Известен преобразователь код-ШИМ, содержащий генератор импульсов, первый вход которого соединен с шиной "Пуск", а первый выход - с первым входом счетчика, регистр на D-триггерах, выход знакового разряда которого подключен к входу элемента НЕ и к первому входу первого элемента И, выход элемента НЕ соединен с первым входом второго элемента И, и D-триггер [1].

Однако это устройство характеризуется низкой надежностью и не позволяет регулировать крутизну статической характеристики.

Наиболее близким к предлагаемому по технической сущности является преобразователь код-ШИМ, содержащий генератор импульсов, первый вход которого соединен с шиной "Пуск", а первый выход - с первым входом счетчика, регистр, первые входы которого подключены к соответствующим входным шинам, первые выходы - к соответствующим первым входам блока сравнения, а второй выход - к первому входу первого элемента И и к входу элемента НЕ, выход которого соединен с первым входом второго элемента И, второй вход которого подключен к выходу D-триггера, и к второму входу первого элемента И, выход которого соединен с первой выходной шиной, а выход второго элемента И подключен к второй выходной шине, элемент И-ИЛИ 2, причем первый вход генератора импульсов соединен соответственно с вторым входом счетчика, с С-входами регистра и первым входом элемента И-ИЛИ 2, выход которого подключен к С-входу D-триггера, D-вход которого соединен с первым выходом блока сравнения, второй выход которого подключен к второму входу элемента И-ИЛИ 2, третьи входы которого соединены с вторым выходом генератора импульсов, второй вход которого соединен с выходом D-триггера и с вторыми входами первого и второго элементов И, а выходы счетчика и регистра подключены к соответствующим входам блока сравнения.

В этом преобразователе входной сигнал регистра представляется в виде параллельного кода, содержащего один знаковый разряд, а в остальных разрядах хранится модуль числа в прямом коде [2].

Однако в микропроцессорных системах автоматического управления и регулирования, в отличие от тради-

ционных систем, для представления отрицательных чисел используются дополнительные коды. Поэтому применение известных устройств код-ШИМ требует специальных преобразователей кодов, что усложняет систему в целом.

Кроме того в системах управления часто требуется подстройка коэффициента усиления. При использовании известного преобразователя эта операция должна выполняться предыдущими каскадами. Однако в ряде случаев, например, при управлении группой однотипных объектов (электроприводами нескольких степеней подвижности промышленного робота от одного микропроцессора) по одному и тому же алгоритму, коррекция параметров алгоритма применительно к конкретному объекту принципиально невозможна.

Таким образом, недостатками известного преобразователя являются: отсутствие возможности регулирования крутизны статической характеристики, а также преобразование входной информации, представленной только в прямом коде.

Цель изобретения - расширение функциональных возможностей преобразователя.

Поставленная цель достигается тем, что в преобразователе код-ШИМ, содержащий генератор импульсов, первый вход которого соединен с шиной "Пуск", а выход - с первым входом счетчика импульсов, первый регистр, первые входы которого подключены к соответствующим входным шинам, первые выходы - к соответствующим первым входам блока сравнения, а второй выход - к первому входу первого элемента И и к входу элемента НЕ, выход которого соединен с первым входом второго элемента И, второй вход которого подключен к выходу D-триггера и к второму входу первого элемента И, выход которого соединен с первой выходной шиной, а выход второго элемента И подключен к второй выходной шине, введены второй регистр, первые входы которого подключены к соответствующим дополнительным входным шинам, реверсивный счетчик, третий и четвертый элементы И, первый и второй элементы ИЛИ, блок задержки и блок начального сброса, выход которого соединен с вторым входом генератора импульсов и первым входом первого элемента ИЛИ, выход которого подключен к R-входу D-триггера, а второй вход - к выходу блока сравнения, вторые входы которого соответственно подключены к выходам реверсивного счетчика, первый и второй входы которого соответственно соединены с выходами третьего и четвертого элементов И, первые

входы которых соответственно подключены к второму выходу первого регистра и выходу элемента НЕ, а вторые входы объединены и соединены с первым входом счетчика импульсов, второй вход которого подключен к третьему входу реверсивного счетчика и к выходу блока задержки, вход которого соединен с выходом второго элемента ИЛИ, первый вход которого подключен к шине "Пуск", а второй вход - к выходу счетчика импульсов, третьи входы которого соединены с соответствующими выходами второго регистра, вторые входы которого объединены и подключены к вторым входам первого регистра и входу блока задержки, выход которого соединен с С-входом D-триггера, D-вход которого подключен к третьему входу генератора импульсов и шине разрешающего уровня.

Генератор импульсов выполнен на D-триггере и эталонном генераторе импульсов, выход которого соединен с первым входом элемента И, выход которого подключен к выходу генератора импульсов, а второй вход - к выходу D-триггера, С-, R- и D-входы которого подключены соответственно к первому, второму и третьему входам генератора импульсов.

На фиг. 1 представлена структурная электрическая схема предлагаемого преобразователя код-ШИМ; на фиг. 2 - временные диаграммы, поясняющие работу преобразователя; на фиг. 3 - один из возможных вариантов выполнения блока начального сброса.

Преобразователь содержит генератор 1 импульсов, счетчик 2 импульсов, первый регистр 3 на D-триггерах, элемент НЕ 4, первый и второй элементы И 5 и 6, D-триггер 7, блок 8 сравнения, блок 9 начального сброса, второй регистр 10 на D-триггерах, реверсивный счетчик 11, третий и четвертый элементы И 12 и 13, блок 14 задержки, первый и второй элементы ИЛИ 15 и 16.

Первый вход генератора 1 импульсов соединен с шиной "Пуск", а выход - с первым входом счетчика 2 и вторыми входами третьего 12 и четвертого 13 элементов И. Кодовые входы первого 3 и второго 10 регистров подключены к соответствующим кодовым шинам, выходы первого регистра 3 и выходы реверсивного счетчика 11 подключены к соответствующим входам блока 8 сравнения. Выход знакового разряда первого регистра 3 подключен к входу элемента НЕ 4, к первому входу третьего элемента И 12 и к первому входу первого элемента И 5, выход элемента НЕ 4 соединен с первым входом второго элемента И 6 и

первым входом четвертого элемента И 13. Вторые входы первого и второго элементов И подключены к выходу D-триггера. Выход блока 9 начального сброса соединен с вторым входом генератора 1 импульсов и через первый элемент ИЛИ 15 - с R-входом D-триггера 7, второй вход первого элемента ИЛИ 15 подключен к выходу блока 8 сравнения.

Первый и второй входы реверсивного счетчика 11 подключены соответственно к выходам третьего 12 и четвертого 13 элементов И. Первый и второй входы второго элемента ИЛИ 16 соединены соответственно с выходом счетчика 2 и шиной "Пуск", а выход - с С-входами первого 3 и второго 10 регистров и через блок 14 задержки с вторым входом счетчика 2, третьим входом реверсивного счетчика 11 и с входом D-триггера 7. На D-вход D-триггера 7 подан разрешающий потенциал.

Генератор 1 импульсов содержит эталонный генератор 17 и D-триггер 18 выход генератора 17 через элемент И 19 подключен к выходу, первый и второй входы генератора 1 импульсов подключены соответственно к С и R-входам D-триггера 18, а на D-вход D-триггера 18 подан разрешающий уровень. Второй вход элемента И 19 соединен с выходом D-триггера 18.

Блок 9 начального сброса управляет начальной установкой D-триггера 7 и генератора 1 импульсов при включении напряжения питания и по сигналам оператора. Первый регистр 3 хранит код модулируемого сигнала  $\xi$ . Второй регистр 10 хранит код числа  $A_{вх}$ , определяющего крутизну статической характеристики.

Элемент НЕ 4 совместно с третьим 12 и четвертым 13 элементами И в зависимости от знакового разряда кода на выходе регистра 3 управляют подачей импульсов от генератора 1 на суммирующий (второй) либо вычитающий (первый) вход реверсивного счетчика 11. Счетчик 2 совместно с вторым элементом ИЛИ 16 и блоком 14 задержки управляют работой D-триггера 7 и формируют импульсы для сброса реверсивного счетчика 11 и импульсы записи в первый и второй регистры 3 и 10. Элемент НЕ 4 совместно с первым и вторым элементами И 5 и 6 в зависимости от знакового разряда на выходе первого регистра 3 разрешают прохождение сигнала с выхода D-триггера 7 на первый либо второй выходы преобразователя. Блок 8 сравнения фиксирует момент совпадения входных кодов. D-триггер 7 выполнен по схеме с приоритетом по входу R, при этом исключается неопределенное состояние триггера.

На D-вход D-триггера 7 подан разрешающий потенциал. Сигнал "Пуск" (одиночный короткий импульс) используется для запуска преобразователя код-ШИМ и формируется оператором либо функциональными элементами системы, в которой используется преобразователь.

Устройство работает следующим образом.

При включении напряжения питания блок 9 начального сброса формирует короткий импульс, который через первый элемент ИЛИ 15 устанавливает D-триггер 7 в нулевое состояние. Одновременно этот импульс поступает на второй вход генератора 1 импульсов и устанавливает D-триггер 18 в нулевое состояние. Таким образом, нулевой сигнал с выхода D-триггера 18 не разрешает проход частоты эталонного генератора 17 через элемент И 19 на выход генератора 1 импульсов.

На входы первого регистра 3 подается дополнительный код модулируемого сигнала  $\xi$ , при этом старший разряд знаковый. Знак "-" кодируется "1", знак "+" кодируется "0". На входы второго регистра 10 подается код числа  $A_{вх}$ , определяющего крутизну статической характеристики преобразователя, которая выражается коэффициентом  $k^0 = \tau / T \cdot |\xi|$ , где  $\tau$  - длительность выходного импульса;  $T$  - период следования импульсов;  $|\xi|$  - модуль входного кода.

При подаче сигнала "Пуск" импульс с соответствующей шины поступает на первый вход (С-вход) второго D-триггера 18 и по переднему фронту устанавливает его в состояние "1", разрешая тем самым прохождение импульсов с выхода эталонного генератора 17 через элемент И 19 на выход генератора 1 импульсов. Период следования импульсов от генератора  $T_0$ , длительность импульса  $\tau_0 \approx 0,5 T_0$ .

По переднему фронту импульса с выхода элемента ИЛИ 16 происходит запись информации в первый и второй регистры. Этот же импульс с задержкой  $T_3$ , определяемой блоком 14 задержки, поступает на третий вход (сброс в ноль) реверсивного счетчика 11 и второй вход (запись информации) счетчика 2.

Таким образом, в счетчик 2 записывается код  $A_{вх}$  и одновременно первый D-триггер 7 устанавливается в состояние "1". Число пар инверторов в блоке 14 задержки выбирается из условия, чтобы к моменту поступления импульса записи на второй вход счетчика 2 в регистре 10 произошла запись входного кода  $A_{вх}$ . На

фиг. 2 приведены временные диаграммы, поясняющие принцип работы преобразователя код-ШИМ, где  $\alpha$  - входной код,  $\xi$  - положительный,  $\delta$  - входной код  $\xi$  - отрицательный.

Рассмотрим случай  $\xi > 0$ . Поскольку в знаковом разряде регистра 3 записан "0", то импульсы от генератора 1 импульсов поступают на второй (суммирующий) вход реверсивного счетчика 11, выходной код которого сравнивается в блоке 8 сравнения с кодом  $\xi$ . В момент совпадения этих кодов на выходе блока 8 сравнения появится импульс длительностью  $T_0$ , сдвинутый по фазе на  $\tau_0$  (относительно соответствующих импульсов на выходе второго элемента ИЛИ 16).

Одновременно импульсы с выхода генератора 1 импульсов поступают на первый вход счетчика 2, на выходе которого появляется код линейно нарастающего сигнала (фиг. 2а). Разрядность счетчика 2 выбирается больше разрядности реверсивного счетчика 11 и входного кода  $\xi$ . После заполнения счетчика 2 на его выходе появляется импульс переноса длительностью  $\tau_0$ , который через элемент ИЛИ 16 и блок 14 задержки устанавливает D-триггер 7 в состояние "1", а также управляет записью в регистры и установкой счетчиков.

На фиг. 2а приведены два случая: первый  $A_{вх} = 0$  (штриховые линии), второй  $A_{вх} = A_1$  (сплошные линии). Изменением кода  $A_{вх}$  можно регулировать период следования импульсов  $T = T_0 (2^m - A_{вх})$ , где  $m$  - число разрядов счетчика 2. Появление второго импульса на выходе блока 8 сравнения в одном и том же периоде не изменит нулевого состояния D-триггера 7.

Сигнал с выхода D-триггера 7 через второй элемент И 6 поступает на второй выход преобразователя.

Если входной код  $\xi$  регистра 3 отрицательный (фиг. 2б), знаковый разряд равен "1", схема работает аналогично, но с той лишь разницей, что импульсы от генератора 1 импульсов поступают через третий элемент И 12 на первый (вычитающий) вход реверсивного счетчика 11, а выходной сигнал снимается с выхода первого элемента И 5. В примере, приведенном на фиг. 2, входной код  $\xi$  представлен в виде четырехразрядного кода, старший разряд которого - знаковый.

В остальной работе преобразователя остается такой же, как и в случае положительного кода  $\xi$ .

На последующих периодах преобразователь работает аналогично.

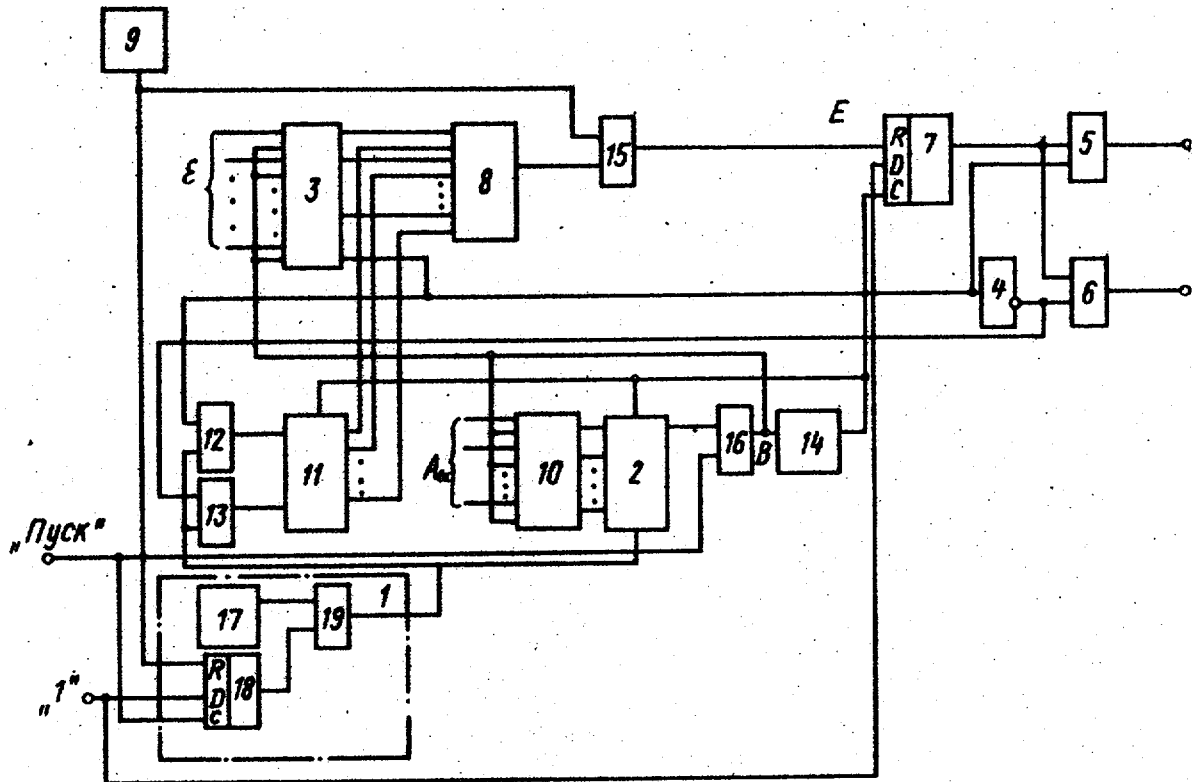
При необходимости остановить работу модулятора замыкается ключ в блоке 9 начального сброса, при этом на его выходе формируется импульс,

устанавливающий в нуль D-триггеры 7 и 18, а на выходах преобразователя появляются нулевые сигналы, которые сохраняются сколь угодно долго. Повторный запуск преобразователя возможен лишь по сигналу "Пуск".

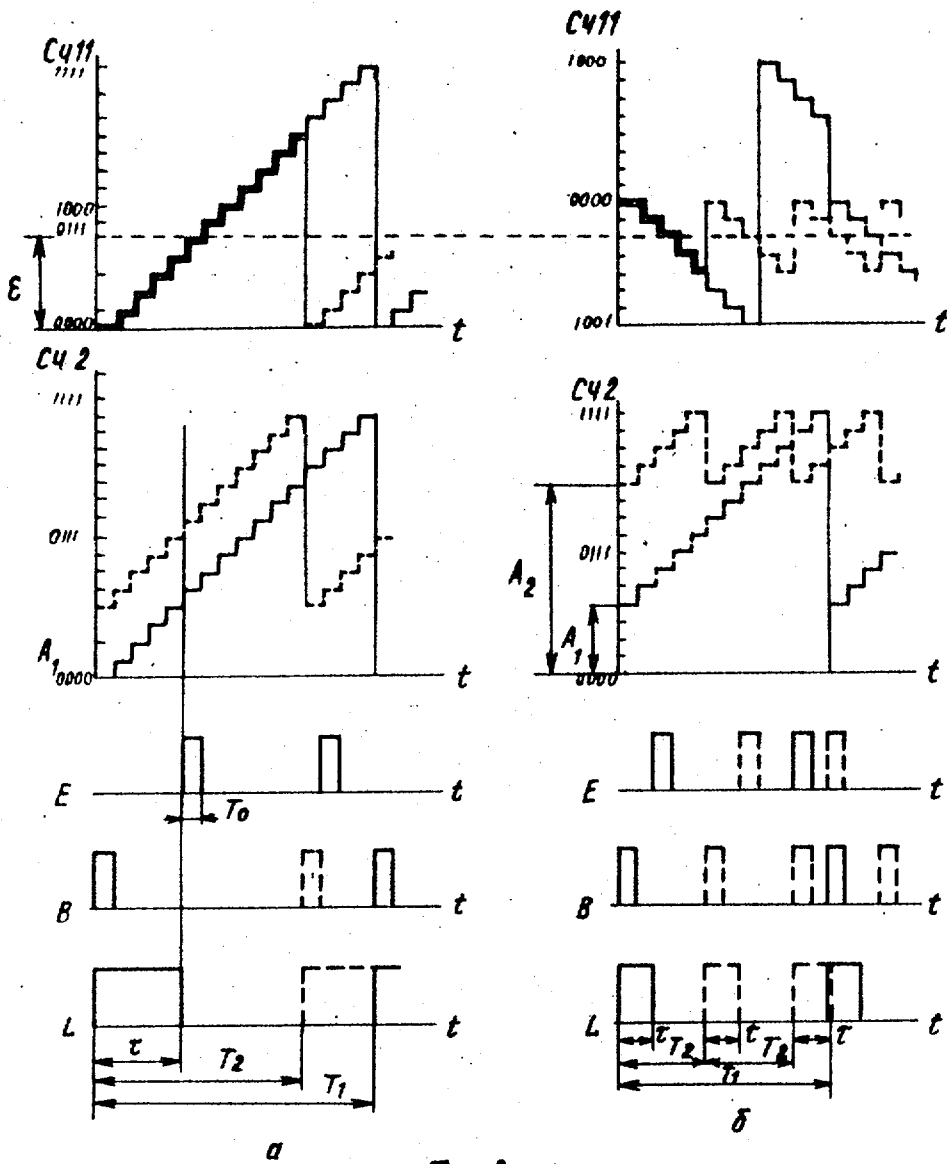
Из приведенных временных диаграмм видно, что скважность импульсов  $Q$  определяется соотношением  $q = \zeta / T = \lfloor \varepsilon \rfloor / (2^m - A_{BX})$ . Поэтому крутизна статической характеристики преобразователя  $k^0 = (2^m - A_{BX})^{-1}$  легко регулируется путем изменения кода  $A_{BX}$ . (Величина  $k^0$  показывает, какая скважность соответствует коду  $\varepsilon = 0 \dots 01$ ).

Таким образом, предлагаемое устройство позволяет преобразовать в широтно-импульсный модулированный сигнал числа, представленные в до-

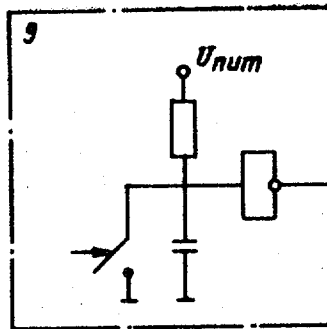
полнительном коде, а также регулировать крутизну статической характеристики. Применение этого преобразователя в цифровых системах управления степенями подвижности промышленных роботов существенно упрощает настройку системы и позволяет использовать одно микропроцессорное устройство для управления различными степенями подвижности одного и того же робота, что в конечном итоге ведет к уменьшению массогабаритных и стоимостных показателей системы в целом. Кроме того, с помощью таких преобразователей могут быть построены высококачественные цифровые адаптивные системы, в которых коэффициент усиления целенаправленно изменяется в процессе управления.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

Редактор А. Руднева      Составитель В. Войтов      Корректор А. Зимоков  
 Техред М. Костик  
 Заказ 10360/58      Тираж 936      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