



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1576881 A2**

(51) G 05 B 5/01

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГИИТ СССР

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (61) 1120276  
(21) 4491019/24-24  
(22) 23.06.88  
(46) 07.07.90. Бюл. № 25  
(71) Минский радиотехнический институт  
(72) А.Д.Горбачев, В.М.Коваленко, А.В.Николаев и Н.И.Ольшевский  
(53) 62-50(088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР № 1120276, кл. G 05 B 5/01, 1983.

(54) НЕЛИНЕЙНОЕ КОРРЕКТИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

(57) Изобретение относится к автоматическому управлению, предназначено для улучшения динамических характеристик системы автоматического регулирования, в частности приводов про-

мышленных роботов и станков с числовым программным управлением, и является усовершенствованием известного устройства по авт.св. № 1120276. Целью изобретения является повышение точности и быстродействия устройства. Поставленная цель достигается за счет управления коэффициентом передачи усилителя устройства, которое позволяет целенаправленно изменять момент переключения корректируемой системы обратной связи на положительную и тем самым повышать ее быстродействие при изменяющихся параметрах. Переходный процесс системы с каждым шагом перестройки коэффициента передачи усилителя приближается к процессу с максимальным быстродействием и без перерегулирования. 7 ил.

Изобретение относится к автоматическому регулированию, предназначено для улучшения динамических характеристик систем автоматического регулирования и является усовершенствованием устройства по авт.св. № 1120276.

Целью изобретения является повышение точности и быстродействия устройства.

На фиг.1 приведена блок-схема предлагаемого устройства; на фиг.2 и 3 - фазовые траектории, поясняющие работу устройства; на фиг.4 - структурная схема пикового детектора; на фиг.5 - принципиальная электрическая схема сброса пикового детектора; на фиг.6 и 7 - эпюры напряжений, поясняющие работу устройства.

Устройство содержит усилитель 1, блок 2 определения модуля, блок 3 умножения, первый пиковый детектор 4, масштабирующий блок 5, первый сумматор 6, сигнум-реле 7, нуль-орган 8, второй сумматор 9, второй пиковый детектор 10, компаратор 11, формирователь 12 импульсов, элемент ИЛИ 13, реверсивный счетчик 14, блок 15 начальной установки счетчика, пиковый детектор 16 положительных значений, пиковый детектор 17 отрицательных значений, сумматор 18, источник 19 положительного напряжения питания, источник 20 отрицательного напряжения питания, конденсаторы 21 и 22, транзисторы 23-25, оптроны 26 и 27, резисторы 28-31, общая шина 33 устройства.

(19) **SU** (11) **1576881 A2**

Усилитель 1 выполнен управляемым. В исходном состоянии он обладает коэффициентом передачи  $K$ , определенным кодом, записанным в реверсивный счетчик 14 при помощи блока 15 начальной установки счетчика. Каждый импульс, поступающий на суммирующий вход реверсивного счетчика 14, увеличивает его содержимое, что приводит к увеличению на  $\Delta K$  коэффициента усиления усилителя 1. Коэффициент усиления становится равным  $K + n_1 \Delta K$ , где  $n_1$  — число импульсов, поступивших на суммирующий вход счетчика 14.

Каждый импульс, поступающий на вычитающий вход реверсивного счетчика 14, уменьшает его содержимое, что приводит к уменьшению на  $\Delta K$  коэффициента усиления усилителя 1. Коэффициент усиления становится равным  $K - n_2 \Delta K$ , где  $n_2$  — число импульсов, поступивших на вычитающий вход реверсивного счетчика.

Пиковые детекторы 4 и 10 выполнены двусторонними. В качестве реверсивного счетчика может быть использован любой счетчик, например двоичный.

Рассмотрим работу корректирующего устройства на фазовой плоскости (фиг. 2 и 3) на примере системы второго порядка с передаточной функцией

$$W(p) = \frac{K_0}{p(T_p + 1)}$$

где  $K_0 = K \cdot K_1 \cdot K_2$  — коэффициент передачи разомкнутой системы, корректируемой данным устройством, без учета коэффициента передачи корректирующего устройства;  
 $K$  — коэффициент передачи корректирующего устройства.

Так как корректирующее устройство изменяет только знак обратной связи, характеристические уравнения для положительной и отрицательной обратных связей в системе записываются в виде

$$\lambda^2 + \frac{1}{T} \lambda - \frac{K_0}{T} = 0;$$

$$\lambda^2 + \frac{1}{T} \lambda + \frac{K_0}{T} = 0$$

Для первого случая характерно наличие двух фазовых траекторий в виде прямых 33, проходящих через начало координат с угловыми коэффициентами, равными корням характеристического уравнения  $\lambda_1 > 0$ ,  $\lambda_2 < 0$ . Во втором случае при  $4K_0 T > 1$  фазовые траектории имеют вид скручивающихся спиралей 34 и 35. В исходном состоянии в системе включена отрицательная обратная связь. Начальные значения коэффициента передачи усилителя 1 и коэффициента передачи масштабирующего блока 5 устанавливаются такими, чтобы обеспечить в системе управления процесс без перерегулирования с требуемым быстродействием.

Выходной сигнал усилителя 1 преобразуется блоком 2 определения модуля к однополярному. В блоке 3 умножения происходит присвоение знака выходному сигналу блока 2 определения модуля. Начальные условия заданы на фазовой плоскости ( $X$  и  $\dot{X}$  фазовые координаты) точкой  $N$ . Движение происходит по фазовой траектории  $Nd$  (фиг. 2). Первый пиковый детектор 4 запоминает экстремальное значение  $X_{01}$  входного сигнала  $X$  корректирующего устройства. В первом сумматоре 6 осуществляется сравнение текущего значения входного сигнала устройства с его запомненным экстремальным значением, преобразованным масштабирующим блоком 5. Если коэффициент передачи масштабирующего блока 5 равен критическому, точка  $d$  достижения равенства  $X = m \cdot X_{01}$  принадлежит прямой с угловым коэффициентом  $\lambda_2$ . В точке  $d$  происходит включение положительной обратной связи системы, и движение происходит по этой прямой. Система обладает при этом наибольшим быстродействием при отсутствии перерегулирования.

Изменение параметров системы при заданном коэффициенте передачи масштабирующего блока 5 приводит к улучшению переходного процесса (фазовые траектории 34 и 35 на фиг. 2 и 3 соответственно). Если произошло такое изменение параметров системы управления, что коэффициент передачи масштабирующего блока 5 станет выше критического, то движение из точки  $N$  проходит по спиралевидной траектории до точки  $a_1$ , принадлежащей прямой с угловым коэффициентом  $|\lambda_1| < |\lambda_2|$ .

В точке  $a_1$  выполняется равенство  $X = mX_{01}$  и включается положительная обратная связь системы. Движение происходит до точки  $X_{02}$  по участку гиперболы. В течение этого времени выходной сигнал второго сумматора 9 возрастает по модулю и входные сигналы компаратора 11 равны. В точке  $X_{02}$  выходной сигнал второго сумматора 9 достигает экстремума и начинает убывать по модулю. В этот момент на выходе компаратора 11 появляется перепад напряжений, из которого формирователь 12 формирует импульс сброса первого 4 и второго 10 пиковых детекторов. Импульс сброса поступает также на суммирующий вход реверсивного счетчика 14, увеличивая его содержание, тем самым увеличивается на  $\Delta K$  коэффициент усиления усилителя 1.

После сброса пиковые детекторы 4 и 10 запоминают текущие значения входного сигнала устройства и выходного сигнала второго сумматора 9 соответственно. В системе включается отрицательная обратная связь системы и движение из точки  $X_{02}$  в точку  $a_2$ , принадлежащую прямой с угловым коэффициентом  $|C_2| > |C_1|$ , происходит по участку спиралевидной фазовой траектории. В точке  $a_2$  вновь включается положительная обратная связь системы, и процесс повторяется до тех пор, пока входной сигнал корректирующего устройства не станет равным нулю. При этом с каждым переключением с положительной на отрицательную сторону связь системы происходит очередное увеличение на единицу содержания реверсивного счетчика 14 и, как следствие, увеличение коэффициента передачи усилителя 1 на  $\Delta K$ , что обеспечивает пошаговое приближение переходного процесса к наилучшему для изменившихся параметров системы. Для сравнения на фиг. 2 штриховой линией изображена фазовая траектория 34 переходного процесса системы без изменения коэффициента передачи усилителя 1.

Если параметры корректируемой системы изменились так, что значение коэффициента передачи масштабирующего блока 5 становится меньше критического, то переходный процесс имеет колебательный характер (фиг. 3, фазовая траектория 35 и фазовая траектория 33 для критического значения

коэффициента передачи масштабирующего блока 5).

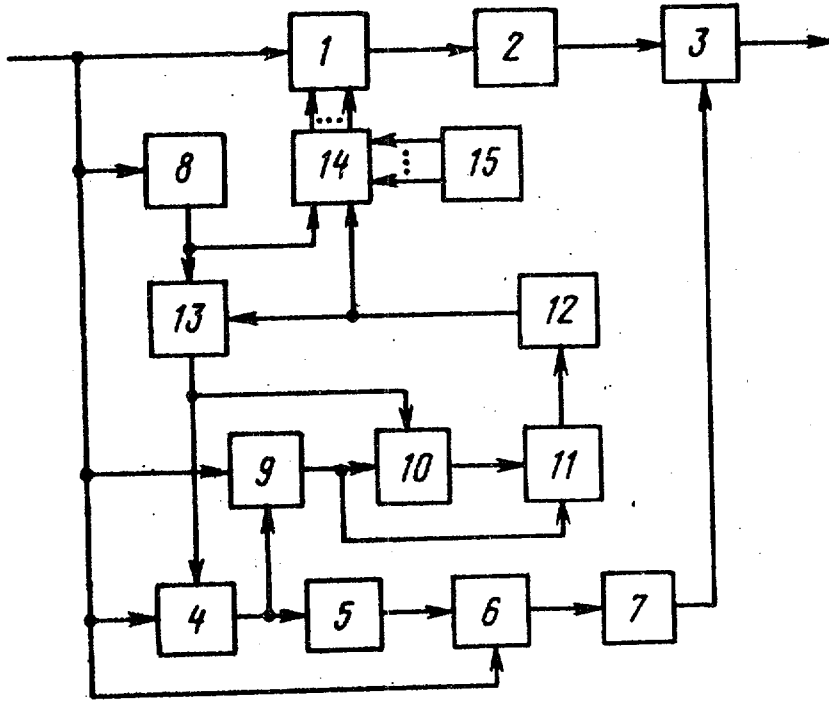
В исходном состоянии включена отрицательная обратная связь системы. При рассматриваемом изменении параметров движение в системе происходит из точки  $N$  по спиралевидной фазовой траектории. Первый пиковый детектор 4 запоминает экстремальное значение сигнала  $X_{01}$ . При выполнении в точке  $a_1$ , принадлежащей прямой с угловым коэффициентом  $|C_1| > |C_2|$  равенства  $X = mX_{01}$  происходит включение положительной обратной связи системы. Далее до изменения знака  $X$  движение проходит по участку гиперболы  $a_1 b_1$ . В точке  $b_1$  нуль-орган 8 вырабатывает импульс, обнуляющий первый 4 и второй 10 пиковые детекторы и одновременно уменьшающий содержание реверсивного счетчика 14, что приводит к уменьшению на  $\Delta K$  коэффициента передачи усилителя 1. В системе включается отрицательная обратная связь и движение происходит по спиралевидной фазовой траектории 34. Первый пиковый детектор 4 запоминает очередное экстремальное значение входного сигнала  $X_{03}$ . В момент равенства  $X = mX_{03}$  (точка  $a_2$ ) происходит очередное включение положительной обратной связи системы. При этом точка  $a_2$  принадлежит прямой с угловым коэффициентом  $|C_2| < |C_1|$ . В дальнейшем процесс повторяется. Происходит пошаговое приближение переходного процесса к наилучшему для изменившихся параметров системы. При этом уменьшается колебательность и увеличивается быстрота действия корректируемой системы.

Использование новых элементов реверсивного счетчика 14 и блока 15 начальной установки счетчика для управления коэффициентом передачи усилителя 1 выгодно отличает данное корректирующее устройство от известного, так как позволяет увеличить быстроту действия и точность системы в условиях изменения ее параметров, и обеспечивается переходный процесс, пошагово приближающийся к процессу без перерегулирования. Отработку очередного воздействия при неизменных значениях параметров системы корректирующее устройство обеспечивает с наибольшим быстродействием и без перерегулирования.

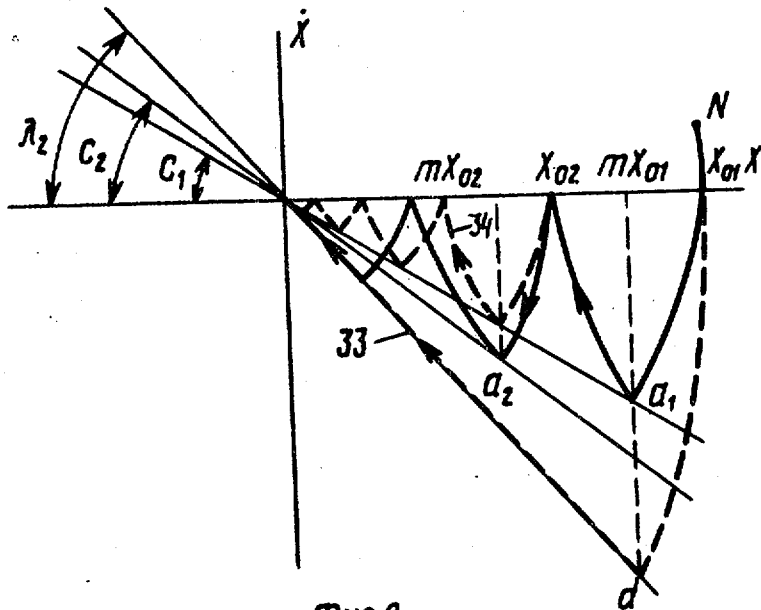
Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Нелинейное корректирующее устройство по авт.св. № 1120276, отличающееся тем, что, с целью повышения точности и быстродействия устройства, в него дополнительно введены реверсивный счетчик и блок на-

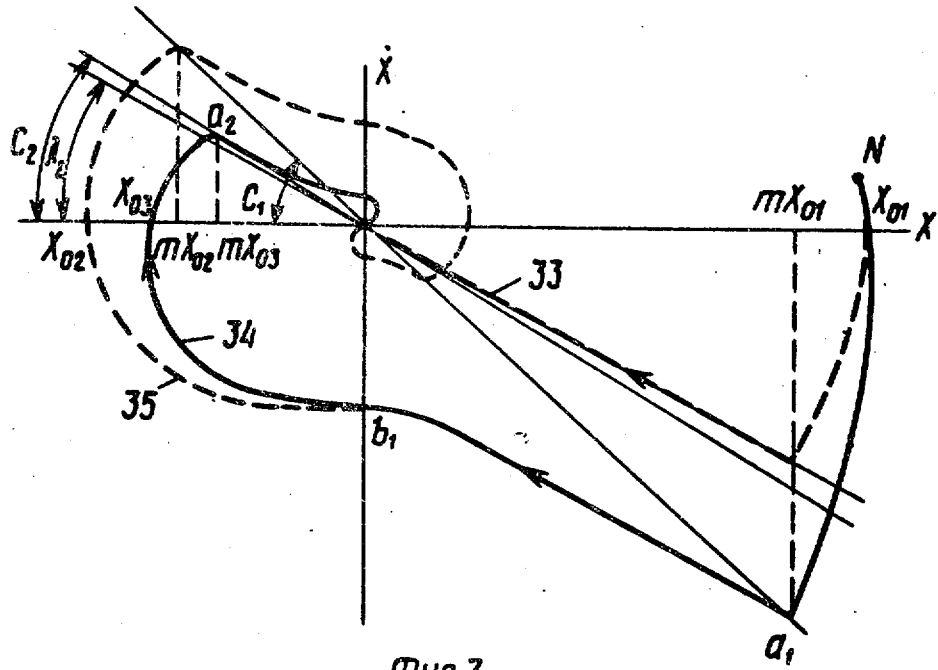
чальной установки счетчика, подключенный выходами к установочным входам реверсивного счетчика, соединенного суммирующим входом с выходом формирователя импульсов, вычитающим входом - с выходом нуля-органа, а выходами - с группой входов управления коэффициентом передачи усилителя.



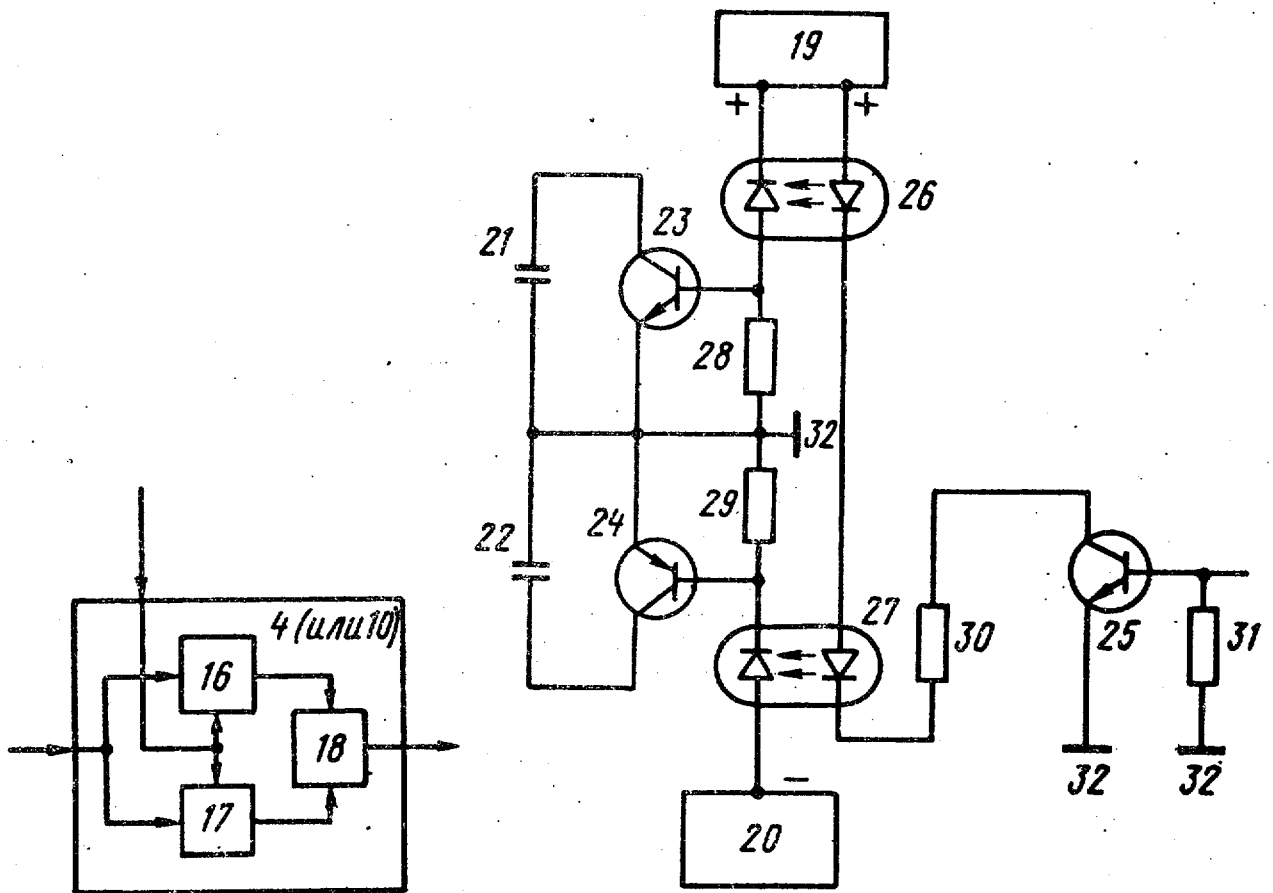
Фиг.1



Фиг.2

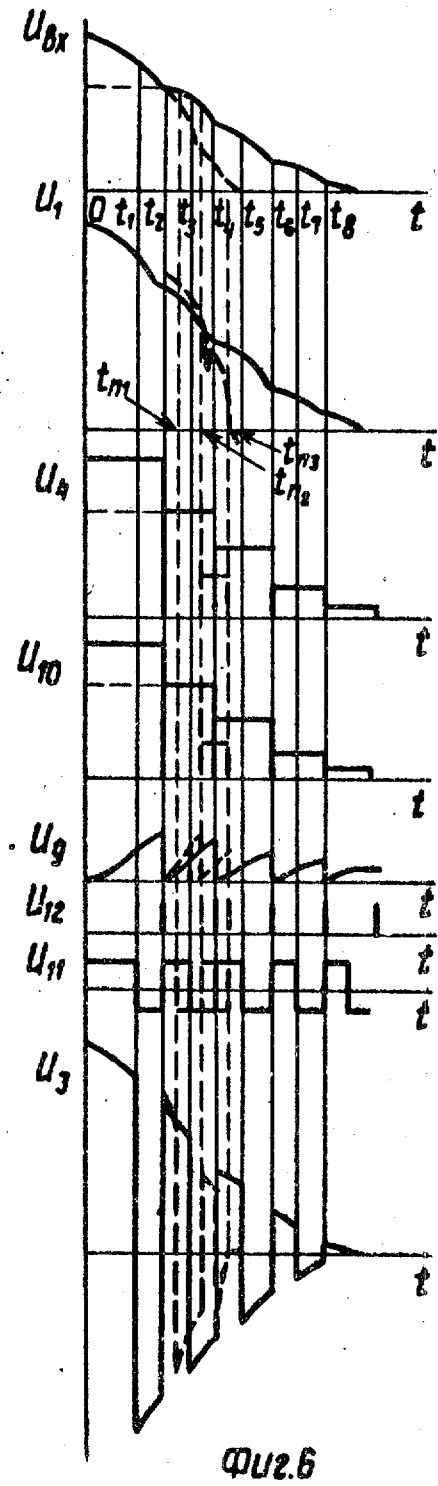


Фиг. 3

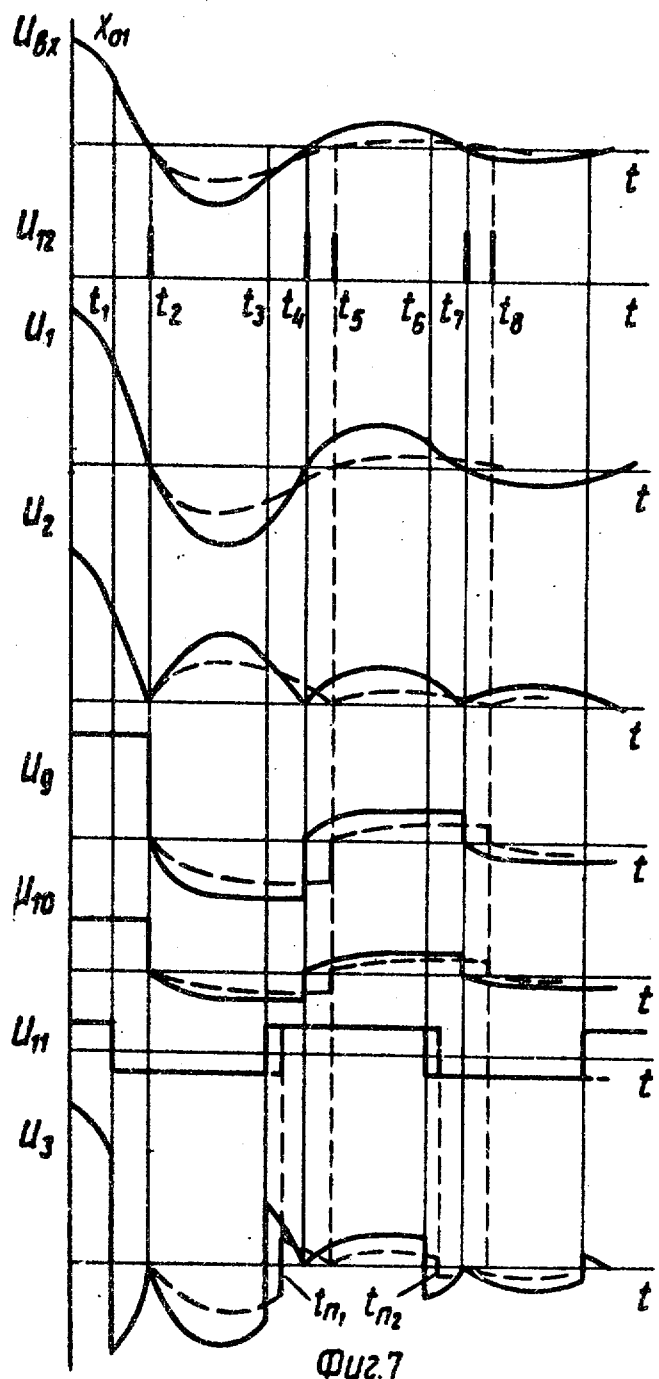


Фиг. 4

Фиг. 5



Фиг.6



Фиг.7

Составитель Г.Нефедова

Редактор И.Горная

Техред Л.Сердюкова

Корректор О.Ципле

Заказ 1846

Тираж 651

Подписное

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

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