



Государственный комитет  
СССР  
по делам изобретений  
и открытий

# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 864245

(61) Дополнительное к авт. свид-ву № 334551

(22) Заявлено 17.12.79 (21) 2854042/18-24

с присоединением заявки № —

(23) Приоритет —

Опубликовано 15.09.81. Бюллетень № 34

Дата опубликования описания 18.09.81

(51) М. Кл.<sup>3</sup>

G 05 B 13/02

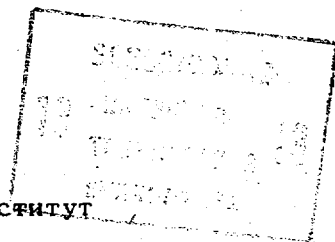
(53) УДК 62-50  
(088.8)

(72) Автор  
изобретения

Ф. В. Фурман

(71) Заявитель

Минский радиотехнический институт



## (54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ИНЕРЦИОННЫМИ ОБЪЕКТАМИ ПРИ ОГРАНИЧЕНИИ УПРАВЛЯЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Изобретение относится к автоматическому регулированию при наличии ступенчатых задающих воздействий, может быть применено для управления инерционными объектами, например электрическими приводами металлорежущих станков, динамика которых описывается дифференциальными уравнениями второго порядка без позиционного члена.

По основному авт. св. № 334551 известно устройство для автоматического управления инерционными объектами при ограничении управляющего воздействия, содержащее последовательно соединенные усилитель-преобразователь и исполнительный орган, выход которого соединен со входом объекта управления, выход которого соединен со вторым входом усилителя-преобразователя, на первый вход которого подается задающее воздействие, формирующая сигнал ошибки, входы которого соединены с соответствующими входами усилителя-преобразователя, а выход

соединен с первым входом сумматора и входом дифференциатора, выход которого соединен со вторым входом сумматора, выход которого через триггер соединен со вторым входом исполнительного органа [1].

Недостатками устройства являются: низкое быстродействие, так как положение его линии переключения значительно отличается от положения линии, оптимальной по быстродействию, возникновение автоколебаний и возможность потери устойчивости из-за наличия в замкнутом контуре регулирования релейного элемента.

Цель изобретения — повышение быстродействия устройства.

Поставленная цель достигается тем, что в устройстве установлен блок запуска, дополнительный сумматор, блок реверса и последовательно соединенные ключ, амплитудно-импульсный преобразователь и одновибратор, выход которого соединен со вторым входом

триггера, подключенного выходом ко второму входу исполнительного органа через последовательно соединенные дополнительный сумматор и блок реверса, второй вход дополнительного сумматора соединен с выходом амплитудно-импульсного преобразователя, управляющий вход блока реверса соединен с сигнальным входом ключа и выходом формирователя сигнала ошибки, первый вход которого соединен со входом блока запуска, подключенного выходами к соответствующим управляющим входам ключа и амплитудно-импульсного преобразователя.

Блок-схема устройства представлена на чертеже.

Она содержит объект управления 1, исполнительный орган 2, усилитель-преобразователь 3, формирователь сигнала ошибки 4, дифференциатор 5, сумматор 6, триггер 7, коммутатор 8, одновибратор 9, измеритель рассогласования 10, дополнительный сумматор 11, блок реверса 12, блок запуска 13, блок усиления, преобразования и коррекции 14, ключ 15, амплитудно-импульсный преобразователь 16, задающее воздействие  $X_3$ , выходной сигнал сумматора 6, сигнал ошибки,  $\epsilon$ , сигнал  $\epsilon_f$  на выходе коммутатора 8.

Рассмотрим функции, выполняемые отдельными структурными элементами устройства.

Формирователь сигнала ошибки 4 совместно с дифференциатором 5 и сумматором 6 управляет работой триггера 7. Усилитель-преобразователь 3 усиливает сигнал ошибки и подает на исполнительный орган 2, который изменяет состояние объекта управления 1. Исполнительный орган 2 имеет характеристику типа "насыщение".

В состав усилителя-преобразователя 3 функционально входят измеритель рассогласования 10 и блок усиления преобразования и коррекции 14, характеристики которого выбираются в зависимости от характеристик исполнительного органа 2 и объекта управления 1, исходя из требований к динамике регулирования. В простейшем случае, когда коэффициент передачи блока усиления, преобразования и коррекции 14 равен единице, усилитель-преобразователь 3 и формирователь сигнала ошибки 4 становятся эквивалентными функциональными блоками, следовательно, их функции могут быть

совмещены, и в предлагаемом устройстве указанные функциональные блоки могут быть заменены одним функциональным блоком.

Блок запуска 13 по переднему фронту ступенчатого задающего воздействия запускает амплитудно-импульсный преобразователь 16, а также выдает импульс, открывающий ключ 15. Выходной сигнал ключа 15 пропорционален по амплитуде сигналу ошибки. Амплитудно-импульсный преобразователь 16 формирует импульс, длительность которого линейно связана с амплитудой скачка задающего воздействия.

Одновибратор 9 по заднему фронту импульса с выхода амплитудно-импульсного преобразователя 16 изменяет состояние триггера 7. В первоначальном состоянии триггер 7 обнулен. Блок реверса 12 формирует сигнал на втором входе исполнительного органа 2 с учетом знака сигнала ошибки.

Устройство работает следующим образом.

На вход устройства, т.е. на первые входы усилителя-преобразователя 3 и формирователя сигнала ошибки 4 подается ступенчатое задающее воздействие  $X_3$ .

На вторые входы указанных блоков подается сигнал обратной связи с выхода объекта управления 1. В измерителе рассогласования 10 усилителя-преобразователя 3 задающее воздействие сравнивается с сигналом обратной связи и формируется сигнал ошибки, который затем, в случае необходимости, усиливается и преобразуется в соответствии с выбранным законом регулирования и блока усиления, преобразования и коррекции 14 и который затем подается на первый вход исполнительного органа 2.

Кроме того, в формирователе сигнала ошибки 4 задающее воздействие сравнивается с сигналом обратной связи и формируется сигнал ошибки  $\epsilon$ , который подается на сигнальный вход ключа 15.

По переднему фронту скачка задающего воздействия блок запуска 13 открывает ключ 15 и запускает амплитудно-импульсный преобразователь 16. Амплитудно-импульсный преобразователь 16 формирует импульс отрицательной полярности, длительность которого пропорциональна амплитуде сигнала на выходе ключа 15.

Импульс с выхода амплитудно-импульсного преобразователя 16 поступает через сумматор 11, на первый вход которого поступит нулевой сигнал с триггера 7, на сигнальный вход блока реверса 12, который формирует сигнал  $\epsilon_{\phi}$ , полярность которого формируется в соответствии с полярностью сигнала ошибки  $\epsilon$ , который подается на управляющий вход блока реверса 12 с выхода формирователя сигнала ошибки 4. Сигнал  $\epsilon_{\phi}$  с выхода блока реверса 12 поступает на второй вход исполнительного органа 2. Управляющее воздействие на выходе исполнительного органа 2 формируется как сумма сигналов на его входах.

По заднему фронту импульса с выхода амплитудно-импульсного преобразователя 16 одновибратор 9 устанавливает триггер 7 в состояние "1". Выходной сигнал триггера 7 положительной полярности поступает на первый вход сумматора 11, на второй вход которого поступает нулевой сигнал с выхода амплитудно-импульсного преобразователя 16. На выходе сумматора 11 в этом случае формируется сигнал положительной полярности, который затем поступает на сигнальный вход блока реверса 12. В результате чего полярность управляющего воздействия на выходе исполнительного органа 2 меняется на противоположную. Блок запуска 13 повторно включается только при следующем скачке задающего воздействия.

В момент, когда комбинация  $U = k_1 \epsilon + k_2 \dot{\epsilon}$  сигнала ошибки и его производной станет меньше заранее заданной величины, триггер 7 переключается в состояние "0" по сигналу с сумматора 6. В этом случае сигнал  $\epsilon_{\phi}$  станет равен нулю.

В дальнейшем управляющее воздействие на выходе исполнительного органа 2 будет линейно зависеть от сигнала ошибки, поступающего с выхода усилителя-преобразователя 3.

Момент  $t_1^*$  смены знака управляющего воздействия будет определяться характеристикой амплитудно-импульсного преобразователя 16 и для объекта, описываемого выражением  $\ddot{x} + \dot{x} = \delta$ , будет линейно зависеть от величины задающего воздействия.

При этом  $t_1^* = t_1 + \tau$ , где  $\tau$  - постоянное запаздывание объекта управле-

ния,  $t_1$  получается решением системы уравнений

$$\begin{cases} x = k\dot{x} + x_B, \\ x = x_H - 1 + e^{-t}, \\ \dot{x} = e^{-t} + 1, \\ k = -1, \end{cases}$$

где  $x_H$  - скачок задающего воздействия,  
 $x_B$  - задающее воздействие до скачка,  
 $k$  - коэффициент передачи амплитудно-импульсного преобразователя.

Из приведенных соотношений видно, что характеристика амплитудно-импульсного преобразователя 16 носит линейный характер.

Момент смены знака управляющего воздействия на выходе исполнительного органа 2 будет линейно зависеть от скачка задающего воздействия. Учет запаздывания  $\tau$  объекта управления 1 не изменяет линейности характеристики амплитудно-импульсного преобразователя 16. Однако, на фазовой плоскости изменением величины запаздывания и  $x$  можно добиться, чтобы положение линии переключения незначительно отличалось от оптимального.

Предложенное устройство обеспечивает переходные процессы, близкие к оптимальным по быстродействию. Это объясняется тем, что в закон управления вводится запаздывание объекта управления, которое учитывается в характеристике амплитудно-импульсного преобразователя 16. Введение запаздывания в закон управления позволяет получить линию переключения, по положению незначительно отличающуюся от оптимальной.

Использование предложенного устройства для управления электроприводами станков, динамику которых можно описать дифференциальным уравнением второго порядка без позиционного члена  $\ddot{x} + \dot{x} = \delta$ , позволит в три раза увеличить их производительность за счет повышения быстродействия устройства на пять процентов сравнительно простыми аппаратными средствами.

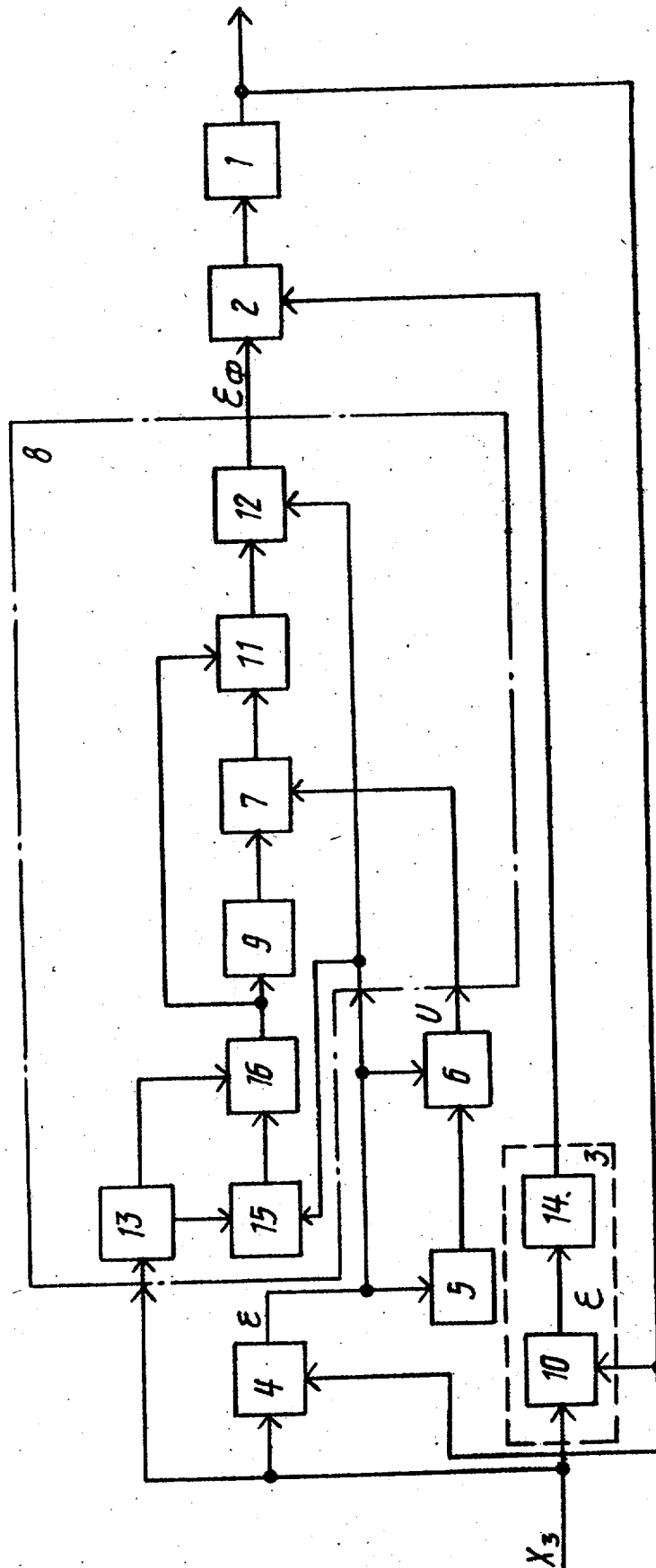
Формула изобретения

Устройство для автоматического управления инерционными объектами

при ограничении управляющего воздействия по авт.св. № 334551, отличающееся тем, что, с целью повышения быстродействия, в нем установлены блок запуска, дополнительный сумматор, блок реверса и последовательно соединенные ключ, амплитудно-импульсный преобразователь и одновибратор, выход которого соединен со вторым входом триггера, подключенного выходом ко второму входу исполнительного органа через последовательно соединенные дополнительный сумматор и блок реверса, второй вход дополнительного сумматора

ра соединен с выходом амплитудно-импульсного преобразователя, управляющий вход блока реверса соединен с сигнальным входом ключа и выходом формирователя сигнала ошибки, первый вход которого соединен со входом блока запуска, подключенного выходами к соответствующим управляющим входам ключа и амплитудно-импульсного преобразователя.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе  
1. Авторское свидетельство СССР № 334551, кл. G 05 В 13/02, 1971 (прототип).



ВНИИПИ Заказ 7783/70 Тираж 943 Подписное

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