



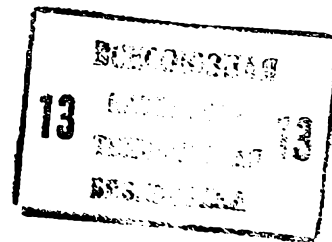
СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1145320 A

4 (51) G 05 B 5/01

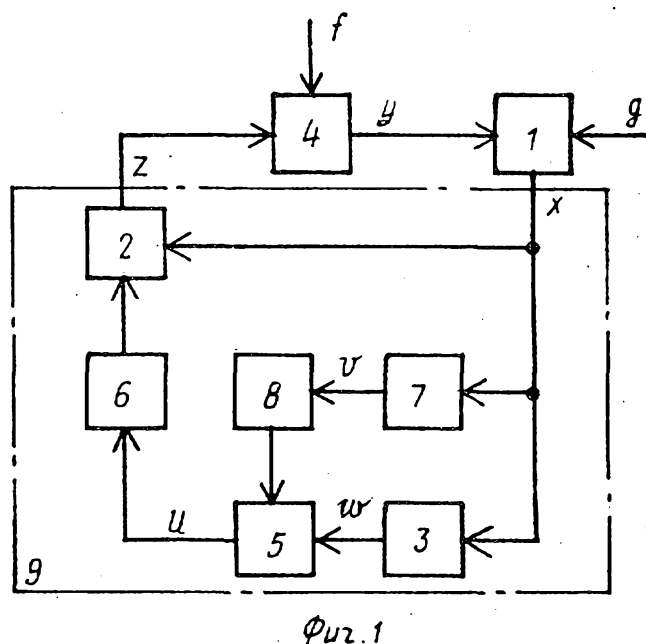
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОВРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(21) 3681991/24-24
(22) 30.12.83
(46) 15.03.85. Бюл. № 10
(72) А.Б.Градусов и А.А.Галкин
(71) Владимирский политехнический институт
(53) 62-50(088.8)
(56) 1. Авторское свидетельство СССР № 437046, кл. G 05 B 11/01, 1972.
2. Авторское свидетельство СССР № 435499, кл. G 05 B 5/01, 1974.
3. Авторское свидетельство СССР по заявке № 3492780/24, кл. G 05 B 5/01, 1982 (прототип).

(54)(57) КОРРЕКТИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО, содержащее последовательно соединенные запоминающий блок, масштабирующий блок и сумматор, вторым входом подключенный к входам интегратора и фильтра, выходом через нуль-орган соединенный с управляющим входом запоминающего блока, отличающееся тем, что, с целью уменьшения амплитуды автоколебаний в устройстве, в нем выход интегратора соединен с сигнальным входом запоминающего блока.



(19) SU (11) 1145320 A

Изобретение относится к нелинейным корректирующим устройствам и может быть использовано в системах автоматического регулирования и управления, которые подвержены действию возмущений.

Известно корректирующее устройство, содержащее последовательно соединенные запоминающий блок, первый масштабирующий блок и сумматор, вторым входом через второй масштабирующий блок подключенный к сигнальному входу запоминающего блока и фильтра, выходом через нуль-орган подключенный к управляющему входу запоминающего блока [1].

Известно корректирующее устройство, содержащее последовательно соединенные запоминающий блок, масштабирующий блок, сумматор, релейный блок и блок умножения, вторым входом через блок определения модуля соединенный с выходом запоминающего блока, сигнальный вход которого соединен с вторым входом сумматора и через последовательно соединенные фильтр и нуль-орган - с управляющим входом запоминающего блока [2].

Недостатками известных корректирующих устройств являются их сложность и низкое быстродействие.

Наиболее близким к предлагаемому по технической сущности является корректирующее устройство, содержащее последовательно соединенные запоминающий блок, масштабирующий блок и сумматор, вторым входом соединенный с входом запоминающего блока, интегратора и фильтра, входом через нуль-орган соединенного с управляющим входом запоминающего блока, выход интегратора соединен с третьим входом сумматора [3].

Однако после затухания переходного процесса в устройстве возникают автоколебания.

Целью изобретения является уменьшение амплитуды автоколебаний в корректирующем устройстве.

Поставленная цель достигается тем, что в корректирующем устройстве, содержащем последовательно соединенные запоминающий блок, масштабирующий блок и сумматор, вторым входом подключенный к входам интегратора и фильтра, выходом через нуль-орган соединенного с управляющим входом запоминающего блока, выход интегратора

ра соединен с сигнальным входом запоминающего блока.

На фиг. 1 представлена структурная схема предлагаемого устройства; на фиг. 2 - фазовый портрет системы, в которой установлено предлагаемое устройство.

Схема (фиг. 1) содержит блок 1 сравнения, сумматор 2, интегратор 3, объект 4 регулирования, запоминающий блок 5, масштабирующий блок 6, фильтр 7, нуль-орган 8, корректирующее устройство 9. На фиг. 2 приняты следующие обозначения: 10-16 - фазовые траектории; x , $\dot{x}$ - сигнал рассогласования и его первая производная.

На фиг. 1 приняты следующие обозначения: f - сигнал возмущения; u - выходной сигнал объекта 4; z - выходной сигнал корректирующего устройства 9; v - выходной сигнал фильтра 7; w - выходной сигнал интегратора 3; u - выходной сигнал запоминающего блока 5; g - сигнал задания.

Рассмотрим работу корректирующего устройства в составе системы автоматического регулирования, которая содержит блок 1 сравнения, выход которого соединен с входами интегратора 3, фильтра 7 и первым входом сумматора 2, к второму входу которого через масштабирующий блок 6 подключен выход запоминающего блока 5. Выход интегратора 3 соединен с входом запоминающего блока 5, а выход 7 через нуль-орган 8 подключен к управляющему входу запоминающего блока 5. Выход сумматора 2 связан с входом объекта 4 регулирования, выход которого связан с первым входом блока 1 сравнения, на второй вход которого подается сигнал задания.

Система работает следующим образом.

Сигнал рассогласования системы x с выхода блока 1 сравнения подается на первый вход сумматора 2, а также на входы интегратора 3 и дифференцирующего фильтра 7, последний в общем случае имеет передаточную функцию $H_T/S = \tau_1 + \tau_2 S = \tau_1(1 + \frac{\tau_2}{\tau_1} S)$. В моменты времени t_1 , когда сигнал v на выходе фильтра 7 переходит из положительной области в отрицательную и наоборот, нуль-орган 8 выдает сигнал на управляющий вход запоминающего блока 5. Запоминающий блок 5 фикси-

рует в моменты времени t_i сигнал, поступивший на его вход, сохраняя постоянным зафиксированное значение сигнала u на промежутке времени $[t_i, t_{i+1}]$. Тогда для отрезка времени $[t_i, t_{i+1}]$ можно записать

$$z = x + k_0 u,$$

где $u = w(t_i)$ - постоянные на отрезке времени $[t_i, t_{i+1}]$ зафиксированные значения интеграла от сигнала рассогласования x системы;
 t_i - моменты запоминания;
 k_0 - коэффициент передачи масштабирующего блока 6.

Пусть движение в системе автоматического регулирования описывается дифференциальным уравнением

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + a \frac{dx}{dt} + bx = -k_0 b u + d \frac{df}{dt} + cf + \frac{d^2 g}{dt^2} + a \frac{dg}{dt}, \quad (1)$$

где a, b, d, c - постоянные коэффициенты.

Дифференциальное уравнение замкнутой системы относительно выходного сигнала w интегратора 3 имеет вид

$$\frac{d^3 w}{dt^3} + a \frac{d^2 w}{dt^2} + b \frac{dw}{dt} = -k_0 b u + d \frac{df}{dt} + cf + \frac{d^2 g}{dt^2} + a \frac{dg}{dt}. \quad (2)$$

Предположим, что сигналы задания g и возмущения f имеют скачкообразный характер, т.е. $g = g_0 \cdot 1(t)$ и $f = f_0 \cdot 1(t)$.

Покажем, что в предлагаемой системе статическая ошибка ликвидируется. Для этого найдем установившиеся значения $x = x_{уст}$ и $u = u_{уст}$. Пусть все производные в уравнениях (1) и (2) равны нулю, тогда

$$b x_{уст} = -k_0 b u_{уст} + c f_0; \quad (3)$$

$$u_{уст} = \frac{c f_0}{k_0 b} \quad (4)$$

Подставив выражение (4) в (3), получим, что $x_{уст} = 0$. Рассмотрим теперь переходный процесс в системе автоматического регулирования.

Пусть выходной сигнал v фильтра 7 формируется следующим образом

$$v = x + \tau \dot{x} \quad (5)$$

Предположим, что до появления возмущения система находилась в состоянии покоя ($x = \dot{x} = 0$), а в момент

появления возмущения запоминание не происходит, так как в общем случае $x + \tau \dot{x} \neq 0$, поэтому $u = 0$.

Так как коэффициент передачи разомкнутой системы обычно достаточно велик, то корни характеристического уравнения замкнутой системы будут комплексно-сопряженными. Движению системы на фазовой плоскости $(x, \dot{x})$ (фиг. 2) из начального состояния (точка А) соответствует спираль 12, которая либо накручивается на точку (cf_0/b) при $b > 0$, либо раскручивается при $b < 0$. Такое движение происходит до момента времени t_1 , когда $\tau \dot{x}(t_1) = -x(t_1)$, т.е. когда изображающая точка попадает на прямую MN (фиг. 2). После этого движение системы происходит под действием постоянного зафиксированного сигнала $k_0 w(t_1)$ и начальных условий $x(t_1)$ и $\dot{x}(t_1) = -\frac{1}{\tau} x(t_1)$. В зависимости от

значения коэффициента передачи k_0 масштабирующего блока 6 это движение может происходить по траекториям 12, 13 и 14.

Если коэффициенты k_0 и τ выбраны так, что фазовая траектория в момент времени $t = t_2$ проходит через начало координат ($x = 0, \dot{x} = 0$) и запомненный сигнал $w(t_2) = cf_0/bk_0$, то система останавливается точно в заданном состоянии траектории 13 (фиг. 2). При этом автоколебания в системе отсутствуют.

Для систем автоматического регулирования, начальные состояния которых лежат на линии KL (фиг. 2), переходный процесс заканчивается за конечное время $t_{nn} = t_1 + t_2$ точно в заданном состоянии. При отклонении начальных состояний от линии KL изменяется характер переходных процессов в системе. Время переходного процесса при этом меняется незначительно. Если движение системы начинается из областей МОК и LON фазовой плоскости, то переходные процессы в ней протекают с перерегулированием (фиг. 2, траектория 15). Переходные процессы без перерегулирования имеют место в системе, начальные состояния которой лежат в областях МОЛ и KON (фиг. 2, траектория 16).

Таким образом, соединение выхода интегратора с сигнальным входом запоминающего блока позволяет улучшить

качество процессов в системе в результате уменьшения амплитуды автоколебаний в корректирующем устройстве примерно в восемь раз.

За базовый объект принята система автоматического регулирования, в которой в качестве регулятора используется промышленное регулирующее устройство типа Ф5179 с адаптивным субблоком Ф5181. Регулирование в такой системе ведется по ПИД-закону, в котором коэффициент передачи

меняется по следующему алгоритму

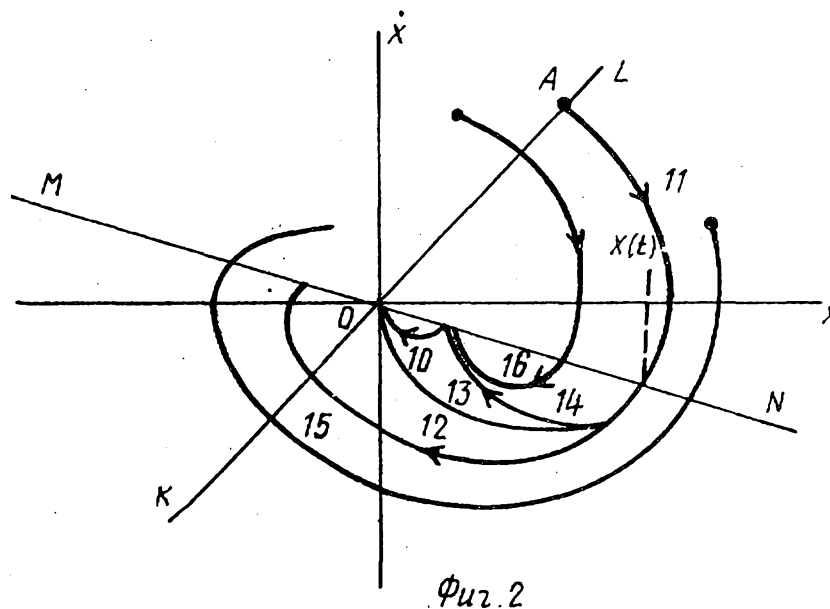
$$k = \begin{cases} 0,2 & \text{при } [|\hat{x}_n| + k_y |\varepsilon| + c] > k_c |\hat{\varepsilon}_\phi| \\ 5,0 & \text{при } [|\hat{x}_n| + k_y |\varepsilon| + c] < k_c |\hat{\varepsilon}_\phi|, \end{cases}$$

где $|\varepsilon|$ - модуль ошибки регулирования;
 $|\hat{\varepsilon}_\phi|$ - запоминаемое максимальное значение демпфированного сигнала модуля ошибки регулирования;
 $|\hat{x}_n|$ - запоминаемое максимальное значение производной регулируемого параметра;

k_y и k_c - соответственно коэффициенты упреждения и соотношения;
 c - постоянный коэффициент.

Таким образом, базовый объект относится к системам с переменной структурой, в которых при несимметричных режимах, возникающих при действии на систему внешних возмущений, качество процессов ухудшается, в частности в системе могут возникнуть автоколебания. Кроме того, базовый объект имеет сложную конструкцию, так как содержит два блока запоминания и три блока модуля.

Применение предлагаемого изобретения позволяет примерно в шесть раз упростить конструкцию системы и улучшить интегральные оценки качества регулирования в ней примерно в восемь раз в результате уменьшения амплитуды автоколебаний в предлагаемом корректирующем устройстве.



Фиг. 2

Составитель Ю.Гладков

Редактор Л.Веселовская Техред Т.Дубинчак Корректор С.Шекмар

Заказ 1171/35

Тираж 863

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