



Государственный комитет  
СССР  
по делам изобретений  
и открытий

# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -  
(22) Заявлено 29.12.80 (21) 3225429/18-24  
с присоединением заявки № -  
(23) Приоритет -  
Опубликовано 23.10.82. Бюллетень № 39  
Дата опубликования описания 23.10.82

(11) 968788

(51) М. Кл.<sup>3</sup>

G 05 B 13/02

(53) УДК 62-50  
(088.8)

(72) Авторы  
изобретения

А.А. Москаленко, Г.Т. Кулаков, В.А. Коробский,  
А.Т. Кулаков, М.Г. Ковалевский и Н.С. Орлова

(71) Заявитель

Белорусский ордена Трудового Красного Знамени  
политехнический институт

### 54 АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ С ИЗМЕНЯЮЩИМСЯ ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

1

Изобретение относится к автоматизации технологических процессов с изменяющимся транспортным запаздыванием и может быть использовано, в частности для автоматизации тепловых процессов электростанций.

Известна система, содержащая электронную вычислительную машину, которая моделирует объект регулирования и осуществляет поиск параметров модели [1].

Недостатками данной системы являются высокая стоимость, сложность, снижение надежности и потери на поиск, что ограничивает их применение для регулирования технологических процессов с транспортным запаздыванием, а в большинстве случаев делает их использование неприемлемым.

Наиболее близким техническим решением является адаптивная система регулирования для объектов с изменяющимся запаздыванием, содержащая последовательно соединенные задатчик, сравнивающий элемент, регулятор, объект и последовательно соединенные упредитель и модель с регулируемым запаздыванием, подключенную входом к второму входу сравнивающего элемента, а выходом - к третьему

2

входу сравнивающего элемента, четвертый вход которого соединен с выходом объекта, подключенного входом к входу упредителя [2].

Недостатком известной системы является понижение быстродействия системы при увеличении запаздывания объекта и снижение точности вследствие необходимости уменьшения коэффициента передачи регулятора при увеличении запаздывания.

Цель изобретения - повышение быстродействия и точности.

Цель достигается тем, что система содержит последовательно соединенные задатчик запаздывания, счетчик, блок регулирования, последовательно соединенные дешифратор, управляемый генератор опорной частоты, последовательно соединенные первый усилитель, первый триггер и последовательно соединенные второй усилитель и второй триггер, подключенный первым и вторым выходами соответственно к первому и второму входам дешифратора, подключенного третьим и четвертым входами соответственно к первому и второму выходам первого триггера, вторым и третьим выходом - соответственно к второму и третьему

входам счетчика, четвертым выходом - к второму входу управляемого генератора опорной частоты, выход которого подключен к пятому и шестому входам счетчика, выход блока регулирования подключен к второму входу модели с регулируемым запаздыванием, выход которой подключен к входу первого усилителя, вход второго усилителя соединен с выходом объекта.

На фиг.1 изображена блок-схема системы; на фиг.2 и 3 - блок-схемы возможной реализации соответственно дешифратора и блока управления системы.

Система содержит задатчик 1, сравнивающий элемент 2, регулятор 3, объект 4, упредитель 5, модель 6 с регулируемым запаздыванием, второй усилитель 7, второй триггер 8, первый усилитель 9, первый триггер 10, дешифратор 11, счетчик 12, задатчик 13 запаздывания, управляемый генератор 14 опорной частоты (УГОЧ), блок 15 управления.

Первый усилитель 9 и второй усилитель 7 помимо усиления осуществляют фильтрацию входных сигналов с помощью встроенных фильтров.

Дешифратор 11 предназначен для расшифровки состояния триггеров 8 и 10, а также для выработки управляющих сигналов переключения режимов счетчика 12 "Сложение" или "Вычитание" и управляемого генератора 14 опорной частоты ("Запрет" или "Разрежение" генерации) согласно таблице.

Триггер 8	Триггер 10	Управляющий сигнал
0	0	"Запрет генерации 14"
0	1	"Сложение 12" - "Разрешение генерации 14"
1	0	"Вычитание 12" - "Разрешение генерации 14"
1	1	"Запрет генерации 14"

Дешифратор 11 на четыре входа может иметь блок-схему, как, например, изображенную на фиг.2, где обозначено элемент 11 - 16, (1), (2) и т.д. - номера входов и выходов триггеров 8, 10 и дешифратора 11.

Счетчик 12 выполнен реверсивным, причем его второй вход предназначен для восприятия сигнала: на сложение, третий вход - на вычитание, пятый и шестой входы - для подачи опорной частоты. Выход счетчика является параллельным кодом содержащегося в нем числа.

Задатчик 13 имеет органы управления и соответствующие схемы для подачи оператором команд, либо на установку заданной величины запаздывания, либо для подачи пробного единичного сигнала.

Блок 15 управления при значительном диапазоне изменения запаздывания объекта может иметь блок-схему, например, изображенную на фиг.3, где обозначено: цифроаналоговый преобразователь (ЦАП) 17, усилитель 18, исполнительная схема 19. Последняя выполнена в виде последовательно соединенных резисторного делителя ( $R_1, R_2$ ) эмиттерного повторителя на сдвоенных транзисторах ( $T_1, T_2$ ) и лампочки накаливания (Л), используемой в качестве эмиттерного резистора, при этом модель 6 должна содержать фоторезистор в качестве входного элемента на втором входе.

Система работает следующим образом.

В исходном состоянии автоматической системой регулирования произведена отработка задания, поступающая с задатчика 1. Триггеры 8 и 9 находятся в нулевом состоянии. При этом с первого выхода дешифратора 11 на первый вход УГОЧ 14 поступает потенциал, запрещающий генерацию. В счетчике 12 находится либо код, установленный задатчиком 13 исходного кода запаздывания, либо код запаздывания предыдущего цикла адаптации. Величина запаздывания модели 6 с регулируемым запаздыванием приведена блоком 15 регулирования в соответствие с кодом реверсивного счетчика 12 запаздывания.

Очередной цикл адаптации осуществляется при каждом изменении оператором либо задания с задатчика 1, либо при подаче на сравнивающий элемент 2 пробного единичного сигнала. При этом изменение сигнала на выходе объекта 4 регулирования и модели 6 с регулируемой задержкой появится соответственно через время запаздывания  $\tau_0$  и  $\tau_m$ , где о - объект, м - модель.

Начало изменения сигналов на выходах объекта 4 и модели 6 определяется соответствующими с помощью усилителей 7 и 9, которые формируют пороговые потенциалы переключения для триггеров 8 и 10 практически без задержки. При этом, если первым в единичное состояние устанавливается

триггер 10, то  $\tau_M < \tau_0$ , если он устанавливается вторым, то  $\tau_M > \tau_0$

В первом случае сигналом с второго выхода дешифратора 11 счетчика 12 устанавливается в режим сложения; с управляемого генератора 14 снимается запрет на генерацию, и в счетчик 12 заносится дополнительное количество импульсов, пропорциональное разности  $\tau_0 - \tau_M$ . Генерация управляемого генератора 14 в рассматриваемом случае прекращается, когда триггер 8 также установится в единичное состояние, так как при этом с четвертого выхода дешифратора 11 на него поступает запрещающий сигнал.

Во втором случае счетчик 12 устанавливается в режим вычитания сигналом с третьего выхода дешифратора 11, при этом из содержимого счетчика 12 вычитаются импульсы, т.е. реализуется аналогичным образом зависимость  $(\tau_0 - \tau_M)$ .

Регулировка запаздывания в модели 6 осуществляется блоком 15 регулирования, получающим с выходов счетчика 12 код разности запаздывания модели и объекта. Этот код преобразуется с помощью ЦАП 17 (фиг.3) в аналогичный сигнал, который после усиления усилителем 18 вызывает изменение накала лампочки (Л) исполнительной схемы 19, которая воздействует на фоторезистор модели 6 и изменяет ее запаздывание так, чтобы оно стало равным запаздыванию объекта 4.

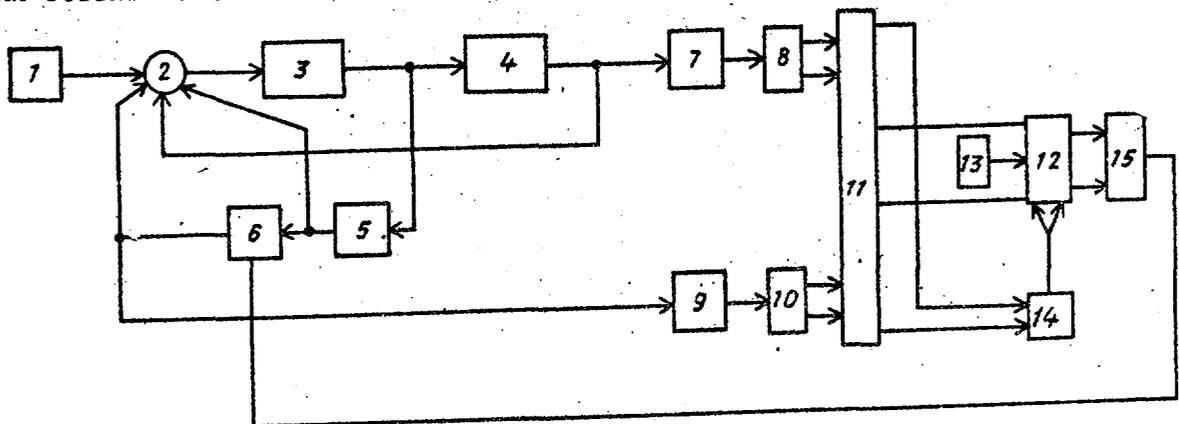
Подстройка системой запаздывания модели, например, котлоагрегата при изменении его запаздывания в пределах 52-123 с. при переходе со 100% на 50% нагрузку позволяет увеличить быстродействие системы примерно в 2 раза, а также повысить ее точность.

Формула изобретения

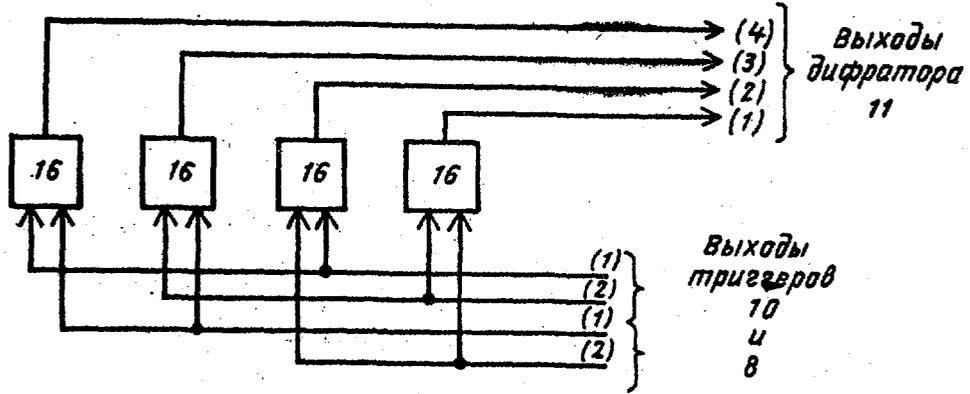
Адаптивная система регулирования для объекта с изменяющимся запазды-

ванием, содержащая последовательно соединенные задатчик, сравнивающий элемент, регулятор, объект и последовательно соединенные упредитель и модель с регулируемым запаздыванием, подключенную входом к второму входу сравнивающего элемента, а выходом - к третьему входу сравнивающего элемента, четвертый вход которого соединен с выходом объекта, 10 подключенного входом к входу упредителя, о т л и ч а ю щ а я с я тем, что, с целью увеличения быстродействия и точности системы, она содержит последовательно соединенные задатчик запаздывания, счетчик, блок 15 регулирования, последовательно соединенные дешифратор, управляемый генератор опорной частоты, последовательно соединенные первый усилитель, 20 первый триггер и последовательно соединенные второй усилитель и второй триггер, подключенный первым и вторым выходами и соответственно к первому и второму входам дешифратора, 25 подключенного третьим и четвертым входами соответственно к первому и второму выходам первого триггера, вторым и третьим выходом - соответственно к второму и третьему входам счетчика, четвертым выходом - к второму входу управляемого генератора опорной частоты, выход которого 30 подключен к пятому и шестому входам счетчика, выход блока регулирования подключен к второму входу модели с регулируемым запаздыванием, выход которой подключен к входу первого усилителя, вход второго усилителя соединен с выходом объекта.

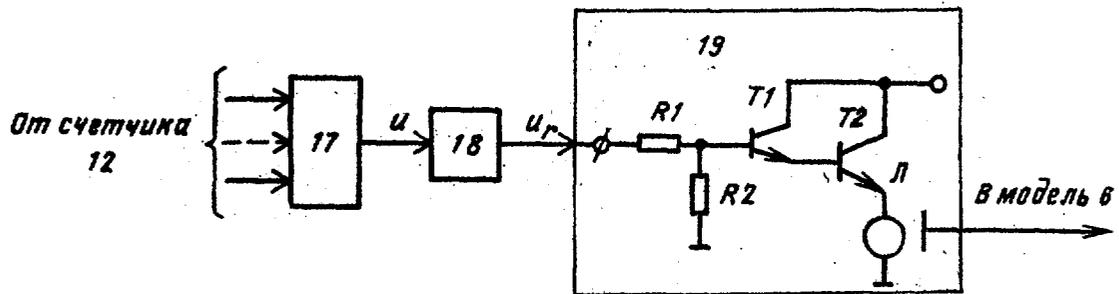
- 40 Источники информации, принятые во внимание при экспертизе
1. Гурецкий Х. Анализ и синтез систем управления с запаздыванием. М., "Машиностроение", 1974, с. 254.
  2. Драйлюк Б.Н. и Синайский Г.В. Системы автоматического регулирования объекта с транспортным запаздыванием. М., "Энергия", 1969, с. 33 (прототип).



Фиг.1



Фиг. 2



Фиг. 3

Составитель В. Нефедов  
 Редактор А. Шандор      Техред И. Гайду      Корректор М. Демчик

Заказ 8166/76      Тираж 914      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