

Союз Советских  
Социалистических  
Республик

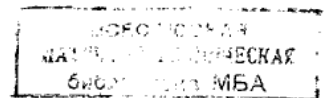


Комитет по делам  
изобретений и открытий  
при Совете Министров  
СССР

# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

377102



Зависимое от авт. свидетельства № —

Заявлено 03.II.1971 (№ 1624098/27-11)

с присоединением заявки № —

Приоритет —

Опубликовано 17.IV.1973. Бюллетень № 18

Дата опубликования описания 26.VI.1973

М. Кл. А 01b 69/04

УДК 631.364:656.052.  
4-52(088.8)

Авторы  
изобретения

В. П. Драгаев, П. Н. Платонов и В. А. Долгозвяг

Заявитель

Одесский технологический институт им. М. В. Ломоносова

### УСТРОЙСТВО АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

1

Изобретение относится к области автоматического управления движением транспортных средств и может найти применение при транспортировании грузов по территориям складских помещений, на автополигонах при испытаниях новых моделей машин и в других областях промышленности.

Известны устройства автоматического управления движением транспортных средств, содержащие электронный регулятор, состоящий из резонансных усилителей, фазового детектора, усилителей мощности, механизма дистанционного управления муфтой сцепления и расположенных с противоположных сторон от продольной оси симметрии транспортного средства спереди и сзади него катушек индуктивности, взаимодействующих с токонесущим кабелем, и исполнительные механизмы. Однако они не учитывают изменения динамических параметров транспортного средства с изменением режимных условий движения, например изменения скорости движения. Это приводит к тому, что с увеличением скорости движения амплитуда рысканья транспортного средства относительно кабеля увеличивается, и транспортное средство становится неуправляемым.

Целью изобретения является увеличение допустимой при автоматическом управлении скорости движения и повышение точности вождения путем использования адаптивной

2

системы замкнутого автоматического регулирования с переменной структурой со скользящим режимом. Это достигается тем, что устройство снабжено осуществляющим автоматическую настройку электронного регулятора блоком коммутируемых коэффициентов, подключенным к фазовому детектору и управляемым формирователем функции переключения, связанным с датчиком скоростей. Блок коммутируемых коэффициентов может быть выполнен в виде усилителя постоянного тока, ко входу которого подключены через последовательно соединенные с резисторами диоды контакты реле, определяющих логику работы блока, а к выходу дополнительный суммирующий усилитель; формирователь функции переключения — в виде усилителя постоянного тока ко входу которого подключены изменяющие наклон плоскости переключения цепочки, состоящие из последовательно соединенных контактов реле, постоянных и настроенных резисторов, а к выходу — дополнительный усилитель, определяющий знак управления; датчик скорости — в виде тахогенератора, управляющего параметрами формирователя функции переключения.

На фиг. 1 изображена функциональная схема устройства автоматического управления движением транспортного средства; на

фиг. 2 — схема формирователя функции переключения.

Устройство представляет собой следящую систему автовождения с переменной структурой. Оно содержит включающий закрепленные на транспортном средстве две пары передних и задних катушек индукционный датчик 1, резонансный усилитель 2, фазовый детектор 3, блок коммутируемых коэффициентов (БКК) 4, выполненный в виде усилителя постоянного тока 5, ко входу которого подключены через последовательно соединенные с резисторами  $R_1—R_4$  диоды  $D_1—D_4$  контакты  $P_{K-1}$ ,  $P_{K-2}$  реле  $P$ , а к выходу — дополнительный суммирующий усилитель 6. Кроме того, устройство содержит датчики 7 и 8, служащие для определения сигнала первой и второй

производной отклонения  $\bar{x}$ ,  $\bar{x}$ , формирователь функции переключения (ФФП) 9, на выходе которого включено реле  $P$ , эмиттерный повторитель 10, два идентичных канала правого и левого поворота каждый из которых состоит из последовательно соединенных симметричного триггера 11 (12), ключевого усилителя мощности 13 (14), форсирующего звена 15 (16), реверсивного электрического исполнительного механизма 17 и обратной связи 18, охватывающей каналы поворота. Выходной вал электрического исполнительного механизма 17 связан через редуктор с рулевой колонкой транспортного средства 19. Дистанционное управление муфтой сцепления осуществляется с помощью датчика опорного сигнала 20, связанного с усилителем 21 и триггером 22 Шмитта, сигнал с которого поступает на усилитель мощности 23 и включает через соленоид 24 муфту сцепления. Для коррекции параметров ФФП в зависимости от скорости движения служит датчик скорости 25, ось которого соединена с вращающимся диском заднего колеса транспортного средства. Формирователь функции переключения служит для формирования по сигналам ошибки, первой и второй производных этого сигнала, плоскости переключения ( $S$ ), выраженный

в виде  $S = C_1 \bar{x} + C_2 \dot{\bar{x}} + C_3 \ddot{\bar{x}}$ , где  $C_1$ ;  $C_2$ ;  $C_3$  — коэффициенты, определяющие наклон плоскости переключения. Он реализуется на суммирующем усилителе постоянного тока (УПТ) 26 с входными резисторами  $R_5—R_{22}$ , причем резисторы  $R_6$ ,  $R_8$ ,  $R_{10}$ ,  $R_{12}$ ,  $R_{14}$ ,  $R_{16}$ ,  $R_{18}$ ,  $R_{20}$  и  $R_{22}$  предназначены для предварительной настройки ФФП. УПТ 27, охваченный обратной связью, состоящей из стабилитронов  $D_5$ ,  $D_6$  и диодов  $D_7$ ,  $D_8$ , реализует релейную характеристику и определяет знак изменения плоскости переключения  $S$ . На выходе УПТ 27 включено реле  $P$ , управляющие контакты которого  $P_{K-1}—P_{K-2}$  находятся в блоке коммутируемых коэффициентов 4 и служат для изменения структуры в системе автовождения.

Устройство работает следующим образом. При отклонении транспортного средства в ту

или иную сторону от кабеля на выходе датчика 1 появляется сигнал, пропорциональный этому отклонению, который усиливается усилителем 2 и фаза которого определяется в фазовом детекторе 3 относительно опорного сигнала, причем фаза и напряжение последнего не зависят от отклонения машины вправо или влево от кабеля. Изменение структуры системы автовождения производится в БКК за счет коммутации в системе по определенной логике то положительной, то отрицательной обратной связи, а также за счет изменения по величине коэффициента воздействия этой обратной связи в зависимости от сигнала отклонения. Знак обратной связи зависит от того, какой контакт замкнут  $P_{K-1}$  или  $P_{K-2}$ , и выбирается попарно и встречно включенными диодами  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$ ,  $D_4$ , которые пропускают соответствующий знак сигнала обратной связи на усилитель постоянного тока (инвертор) 5 и суммирующий усилитель постоянного тока 6.

Логика работы блока коммутируемых коэффициентов составлена по фазовым портретам системы автовождения для каждой из коммутируемых структур в БКК.

В БКК коммутируются по сигналу ошибки две линейные структуры обратной связи: с коэффициентом  $\beta$  (резисторы  $R_1$  и  $R_2$  усилителя постоянного тока 5, что соответствует положительной обратной связи в системе) и с коэффициентом  $\omega$  (резисторы  $R_3$  и  $R_4$  дополнительного усилителя 6, что соответствует отрицательной обратной связи в системе).

При коммутации в БКК линейной структуры с коэффициентом  $\beta$  проекции фазовых траекторий замкнутой системы на плоскости с

координатными осями  $\bar{x}—\dot{\bar{x}}$ ;  $\dot{\bar{x}}—\ddot{\bar{x}}$  и  $\ddot{\bar{x}}—\dot{\bar{x}}$  во втором и четвертом квадрантах носят устойчивый характер, и движение изображающей точки направлено к центру координатных осей, а в первом и третьем квадрантах фазовые траектории носят неустойчивый характер, и движение изображающей точки направлено от начала координат. При коммутации в БКК линейной структуры с коэффициентом  $\omega$  фазовые траектории носят характер раскручивающихся спиралей во всех четырех квадрантах плоскости. Поэтому для устойчивости системы автоматического управления движением транспортного средства изменение структуры системы в блоке коммутируемых коэффициентов происходит по следующей логике. В тот момент, когда изображающая точка попадает в первый и третий квадранты плоскости (неустойчивые движения), в БКК происходит смена структуры на устойчивые фазовые траектории (спирали) путем замены коэффициента коммутации  $\beta$  на коэффициент  $\omega$ .

Управление логикой работы БКК осуществляется формирователем функции переключения, параметры которого подобраны так, что в системе происходит частое переключение контактов  $P_{K-1}$ ,  $P_{K-2}$  и соответственно ча-

5

стое переключение линейных структур  $\alpha$  и  $\beta$ , т. е. в системе возникает скользящий режим. Возникновение скользящего режима в системе обеспечивается тем, что в формирователе функции переключения плоскость  $S$  переключения находится под таким наклоном, что фазовые траектории, расположенные под плоскостью  $S$  и над ней, направлены навстречу друг другу и при попадании изображающей точки на эту плоскость в системе с большой частотой происходит переключение структур с  $\alpha$  на  $\beta$ . В этом режиме переключения структур (т. е. в скользящем режиме) параметры электронного регулятора системы автовождения уже не зависят от изменяющихся динамических параметров транспортного средства.

Сигнал с выхода блока коммутируемых коэффициентов через эмиттерный повторитель 10 управляет работой двух симметричных триггеров 11 и 12. В соответствии с фазой сигнала управления срабатывает только один из триггеров (11 или 12) канала правого или левого поворота. Триггеры имеют одно устойчивое состояние равновесия за счет введения внешнего смещения на их входных триодах. Сигналы включенного триггера усиливаются усилителями мощности 13 (14) и в звеньях 15 (16) форсируется время срабатывания и отпущения муфт правого и левого поворота исполнительного механизма 17, что обеспечивает быстрое его включение. Форсирование переднего фронта нарастания тока в обмотках управления муфт исполнительного механизма производится кратковременным включением дополнительного источника форсирующего напряжения, а форсирование заднего фронта спада тока в обмотках управления муфт производится с помощью стабилитрона, включенного в общую разрядную цепь обмоток управления муфт (на чертеже не показано).

Для стабилизации системы управления используется обратная связь 18 по положению передних управляемых колес.

Исполнительный механизм поворачивает передние управляемые колеса в том направлении, которое обеспечивает приближение транспортного средства 19 к заданной траектории движения. При наличии тока в направляющем кабеле сигнал датчика опорного сигнала после усиления усилителем 21 воздействует на триггер 22, который срабатывает и подает напряжение на усилитель мощности 23, включающий через соленоид 24 муфту сцепления машины.

Для того, чтобы в системе возник скользящий режим и переходный процесс в системе был оптимальным по поступающим сигналам

$\bar{x}$ ,  $\dot{\bar{x}}$ ,  $\ddot{\bar{x}}$  в ФФП формируется плоскость переключения с наклоном, который является оптимальным для данного скоростного режима движения транспортного средства. Однако одно постоянное положение плоскости переключения обеспечивает в системе наличие

скользящего режима при изменении скорости движения машины в пределах  $\pm 20$  км/час. Этот наклон плоскости  $S$  переключения устанавливается одной из контактных групп реле  $P_1, P_2, P_3$  (на фиг. 2 показаны контакты), одно из которых срабатывает от сигнала датчика скорости 25 движения транспортного сред-

ства и подключает сигналы  $\dot{x}, \ddot{x}$  на входы суммирующего усилителя постоянного тока 26, формирователя функции переключения через соответствующие резисторы  $R_5 - R_{22}$ . Величины этих резисторов по каждому из входных

15 сигналов  $\dot{x}, \ddot{x}$  соответствуют коэффициентам  $C_1, C_2, C_3$  в уравнении плоскости переключения, которые и устанавливают ее определенный наклон.

Для того, чтобы скользящий режим в системе автовождения существовал во всем диапазоне изменения скорости движения транспортного средства, реле  $P_1, P_2, P_3$  срабатывают от датчика скорости 25 в такой последовательности:  $P_1$  — при скорости движения от 0 до 40 км/час;  $P_2$  — от 40 до 80 км/час и  $P_3$  — от 80 до 120 км/час. Когда срабатывает реле  $P_1$  оно своими контактами  $P_{1-1}, P_{1-2}, P_{1-3}$

30 подает сигналы  $\bar{x}, \dot{\bar{x}}, \ddot{\bar{x}}$  на выход УПТ 26 через свои коэффициенты, т. е. резисторы  $R_5 - R_{10}$ , и в УПТ 26 плоскость переключения занимает первое положение, при котором в данном диапазоне скорости движения в системе существует скользящий режим. При скорости движения более 40 км/час для существования скользящего режима в системе наклон плоскости переключения изменяется включением реле  $P_2$ , которое контактами  $P_{2-1}, P_{2-2}, P_{2-3}$  подключает на вход УПТ 26 свои входные резисторы  $R_{11} - R_{16}$ . Аналогичным образом происходит изменение наклона плоскости переключения при скоростях движения колесной машины от 80 до 120 км/час, т. е. с помощью 40 включения реле  $P_3$  и его контактов  $P_{3-1}, P_{3-2}, P_{3-3}$ .

Усилитель постоянного тока 27 с включенными в обратной связи стабилитронами  $D_5, D_6$  и диодами  $D_7, D_8$  реагирует на знак изменения плоского переключения  $S$  и совместно с реле  $P$  вырабатывает сигнал управления  $U \cdot \text{sign } S$ , который управляет логикой работы контактов  $P_{k-1}$  и  $P_{k-2}$ .

Контакты  $P_{k-1}$  и  $P_{k-2}$  вместе с диодами  $D_1, D_2, D_3, D_4$  коммутируют такой коэффициент обратной связи системы по ошибке в БКК, что в системе имеет место скользящий режим и отклонение транспортного средства от кабеля устраняется оптимально быстро, т. е. транспортное средство управляется строго по заданной траектории движения — кабелю.

Для измерения первой производной  $\dot{\bar{x}}$  от сигнала отклонения  $\bar{x}$  в системе используется индуктивный датчик 7, построенный по методу

65

неавтономного измерения курсового угла. Измерение второй производной  $\ddot{x}$  от сигнала ошибки производится дифференцированием сигнала первой производной. Поскольку для формирования плоскости переключения главную роль играет не величина производных, а их знак, точность измерения первой и второй производной сигнала отклонения не оказывает существенного влияния на качество работы системы автоматического управления движением транспортного средства.

Блок коммутируемых коэффициентов и формирователь функции переключения реализуются на малогабаритных усилителях постоянного тока.

#### Предмет изобретения

1. Устройство автоматического управления движением транспортного средства, содержащее электронный регулятор, состоящий из резонансных усилителей, фазового детектора, усилителей мощности, механизма дистанционного управления муфтой сцепления и расположенных с противоположных сторон от продольной оси симметрии транспортного средства спереди и сзади него катушек индуктивности, взаимодействующих с токнесущим кабелем, и исполнительные механизмы, отличающееся тем, что, с целью увеличения допусти-

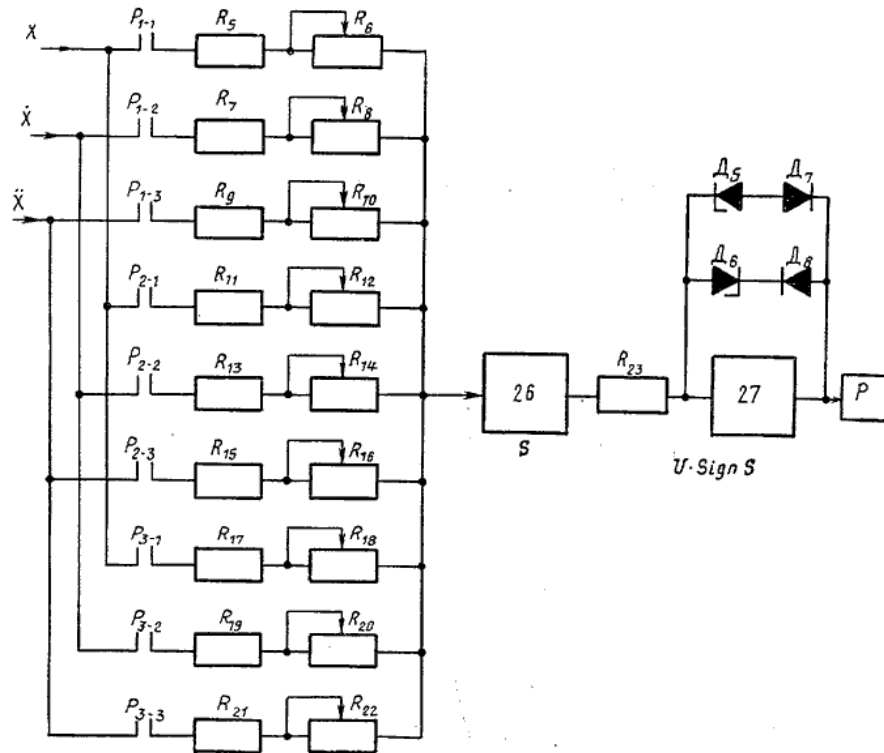
мой скорости движения и повышения точности вождения путем использования адаптивной системы замкнутого автоматического регулирования с переменной структурой со скользящим режимом, устройство снабжено осуществляющим автоматическую настройку электронного регулятора блоком коммутируемых коэффициентов, подключенным к фазовому детектору и управляемым формирователем функции переключения, связанным с датчиком скорости.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что блок коммутируемых коэффициентов выполнен в виде усилителя постоянного тока, ко входу которого подключены через последовательно соединенные с резисторами диоды контакты реле, определяющих логику работы блока, а к выходу — дополнительный суммирующий усилитель.

3. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что формирователь функции переключения выполнен в виде усилителя постоянного тока, ко входу которого подключены изменяющие наклон плоскости переключения цепочки, состоящие из последовательно соединенных контактов реле, постоянных и настроечных резисторов, а к выходу — дополнительный усилитель, определяющий знак управления.

4. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что датчик скорости выполнен в виде тахогенератора, управляющего параметрами формирователя функции переключения.





Фиг 2

Составитель Л. Цобан

Редактор Л. Струве

Техред А. Камышникова

Корректор Н. Стельмах

Заказ 1731/6

Изд. № 1400

Тираж 523

Подписное

ЦНИИПИ Комитета по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР  
 Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Типография, пр. Сапунова, 2