

29. Patent US 2,082,313. 4 Claims (Cl. 99-138). Application June 18, 1936. Serial No 86,002. In Great Britain July 11, 1935. Process for manufacturing articles of food or confectionary / John W. Todd. US Patent Office. Patented June 1, 1937.

30. Patent US 2,082,313. 4 Claims (Cl. 99-138). Application June 18, 1936. Serial No 86,002. In Great

Britain July 11, 1935. Process for manufacturing articles of food or confectionary / John William Todd. United States Patent Office. Patented June 1, 1937.

© Крушенко Г. Г., 2014

УДК 681.51

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СЕРВОПРИВОДАМИ

Р. А. Мирзаев, Н. А. Смирнов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: ramirzaev@mail.ru, smirnov@sibsau.ru

Рассматривается алгоритмическое обеспечение системы автоматического управления (САУ) сервоприводами. Предложена структура программы управления сервоприводами с компьютера. Представлена блок-схема алгоритма процедуры перемещения сервопривода. Создан исследовательский стенд для тестирования и отладки системы автоматического управления. При помощи стенда проверена работоспособность предложенного решения по управлению сервоприводами. Также проверена точность отработки требуемых углов положения приводов. Таким образом, поставлена и решена задача создания САУ сервоприводами. Возможно использование полученных результатов при разработке систем управления манипуляторами, приводимыми в движение сервоприводами.

Ключевые слова: система автоматического управления, сервопривод, манипулятор, исследовательский стенд.

AUTOMATED CONTROL SYSTEM OF MANIPULATOR

R. A. Mirzaev, N. A. Smirnov

Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev
31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660014, Russian Federation
E-mail: ramirzaev@mail.ru, smirnov@sibsau.ru

Algorithmic support of the automatic control system actuators is considered. The structure of the program for control servo with computer is proposed. Also a flowchart procedure for moving the actuator is presented. Research stand for testing and debugging of automatic control system is created. The proposed control system of actuators is tested using the stand. The accuracy of the angular position of the drives is checked. Thus, the task of creating a system of automatic control servo is posed and solved. You can use obtained results in the development of control systems of manipulators which include servos.

Keywords: automatic control system, servo manipulator, research stand.

В перспективных направлениях промышленности, таких как ракетно-космическая техника и станкостроение, актуальной является задача увеличения точности приводов ориентирующих устройств. Обычно для решения этой задачи используются многозвенные рычажные манипуляторы либо гибкие манипуляторы [1]. В некоторых областях техники является перспективным применение роботов-манипуляторов на основе механизмов параллельной кинематики. Применение механизмов параллельной структуры эффективно в механической обработке изделий сложной формы

(например штампов, пресс-форм, лопаток турбин и т. д.), когда требуется перемещение инструмента по пяти-шести координатам [2].

В отличие от традиционных манипуляторов, структуры с параллельной кинематикой содержат замкнутые кинематические цепи и воспринимают нагрузку как пространственные фермы [3]. Их звенья работают на растяжение и сжатие, что обеспечивает жесткость всей конструкции и, как следствие, повышение точности позиционирования схвата. В работе [4] рассматриваются математические и имитационные

модели кинематики и динамики некоторых параллельных механизмов, а также задача оптимизации их формы и размеров.

Достоинствами манипуляторов, построенных на основе параллельных механизмов, являются большая точность и жесткость, высокие рабочие нагрузки по сравнению с традиционными роботами-манипуляторами [5].

Вместе с тем рассматриваемые станки имеют определенные недостатки, существенно ограничивающие область их преимущественного использования по сравнению со станками традиционной структуры [1]. Значительным недостатком является то, что даже простейшие прямолинейные перемещения инструмента вдоль основных координатных осей требуют одновременного изменения длин всех штанг, работы приводов и обеспечения точности результирующего перемещения интерполяцией всех составляющих перемещений. Применение механизмов параллельной структуры невозможно без решения прямой и обратной задач кинематики манипуляторов, которые решаются сложнее, чем для традиционных манипуляторов. Иногда аналитическое решение не может быть найдено [2].

Для управления приводами механизма создана программа, управляющая тремя сервоприводами с компь-

ютера. Решение обратной задачи кинематики манипуляторов должно быть проведено до использования программы [3]. В программу вводятся данные о требуемых углах положения трех приводов. Заданные данные о положении приводов преобразуются, и на их основе генерируются управляющие сигналы. Далее они передаются через USB-порт к аппаратному преобразователю USB-UART. Затем управляющие сигналы поступают на контроллер сервоприводов, который генерирует ШИМ-сигналы к сервоприводам. САУ состоит из программы, работающей на компьютере, преобразователя сигналов USB-COM и контроллера СП. Схема САУ показана на рис. 1.

Компьютерная программа управления сервоприводом выполняет следующие функции:

- принимает команды о требуемых перемещениях сервоприводов из автоматически сформированного файла или введенные оператором;
- принимает из файла данные о требуемых перемещениях сервоприводов (процедура ExeString на рис. 2);
- рассчитывает количество шагов (процедура MovServo на рис. 2);
- отправляет управляющие сигналы (номер двигателя, требуемое положение) в порт компьютера (процедура Serial на рис. 2).

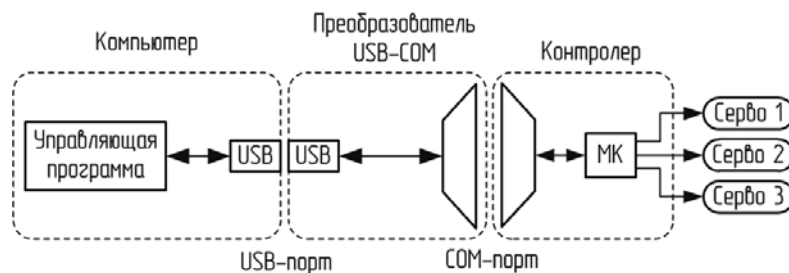


Рис. 1. Функциональная схема САУ: МК – микроконтроллер

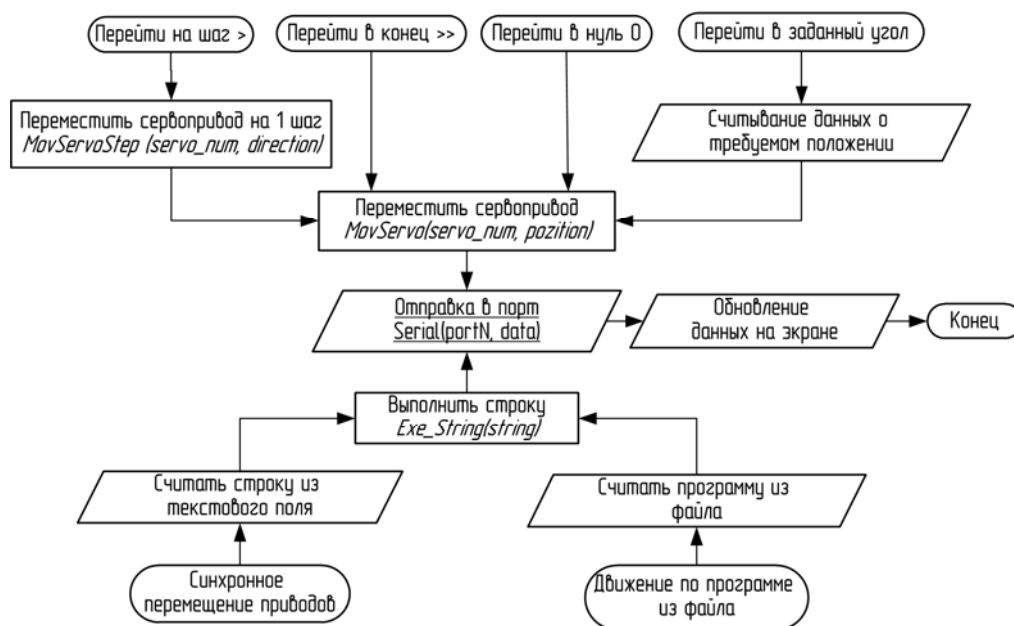


Рис. 2. Функциональная схема работы управляющей программы

Оператор имеет возможность управлять каждым сервоприводом в отдельности по следующим командам:

- переместить на шаг назад (кнопка «<») или вперед (кнопка «>»);
- переместить в крайнее левое положение (кнопка «<<») или в крайнее правое положение (кнопка «>>»), или в среднее положение (кнопка «0»);
- перейти в заданный угол (угол задается в соответствующем поле, потом нужно нажать кнопку «ОК»).

Также возможно синхронное управление двигателями (конечный угол задается в соответствующем поле, потом нужно нажать кнопку «Выполнить»). Кроме того, имеется возможность экспорта команд перемещений из файла и их выполнения. При этом используются команды, приближенные к G-коду. Данные возможности важны при управлении устройствами параллельной кинематики, так как в таких устройствах допустимые координаты положения каждого привода зависят от координат положения остальных приводов из-за кинематической замкнутости механизма. Поэтому необходимо синхронное перемещение приводов.

Как видно из рис. 2, если необходимо перемещение одного сервопривода, происходит обращение к процедуре *MovServo*, в которую поступают данные: номер привода, позиция. блок-схема алгоритма этой процедуры представлена на рис. 3. Если необходимо синхронное вращение приводами, используется процедура обработки строки *ExeString*, в которую поступают данные в виде строки, содержащей требуемое положение трех приводов. После расчета параметров процедура *MovServo* или *ExeString* отправляет в порт к контроллеру команды о требуемом положении приводов при помощи процедуры *Serial*, а также обновляет данные на экране.

Интерфейс управляющей программы представлен на рис. 4.

В соответствии со схемой САУ (рис. 1) для отладки и тестирования САУ создан исследовательский стенд (рис. 5), который включает в себя:

- компьютер с работающей на нем программой управления сервоприводами;
- аппаратный преобразователь USB-UART;
- контроллер сервоприводов на базе микроконтроллера Atmega16;
- подставку из оргстекла с тремя сервоприводами и градуированными шкалами.

Создана компьютерная программа для управления сервоприводами. Программа написана специально для управления приводами пространственных механизмов с параллельной кинематикой. Реализована возможность синхронного перемещения по нескольким координатам. Исследовательский стенд позволяет тестировать и отлаживать САУ. При помощи стенда проверена работоспособность предложенного решения по управлению сервоприводами. Также проверена точность отработки требуемых углов положения приводов. Таким образом, поставлена и решена задача создания САУ сервоприводами. Возможно использо-

вание полученных результатов при разработке систем управления манипуляторами, приводимыми в движение сервоприводами.

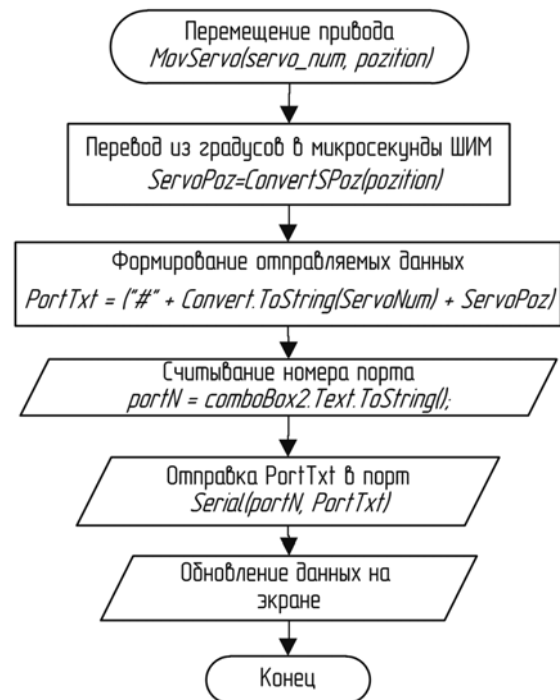


Рис. 3. Блок-схема алгоритма процедуры перемещения сервопривода *MovServo*

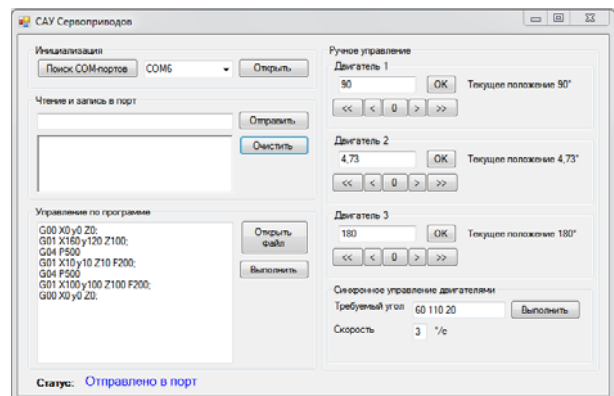


Рис. 4. Интерфейс программы управления сервоприводами

Библиографические ссылки

1. Рыбак Л. А., Ержуков В. В., Чичварин А. В. Эффективные методы решения задач кинематики и динамики робота-станка параллельной структуры. М. : Физматлит, 2011, 148 с.
2. Merlet J.-P. Parallel Robots. Second Ed. The Netherlands : Springer, 2006, 401 p.
3. Мирзаев Р. А., Смирнов Н. А. Автоматизированная система управления манипулятором // Вестник СибГАУ. 2013. Вып. 2 (48). С. 201–205.
4. Антонов С. Е. Разработка автоматизированного программно-аппаратного комплекса для исследования

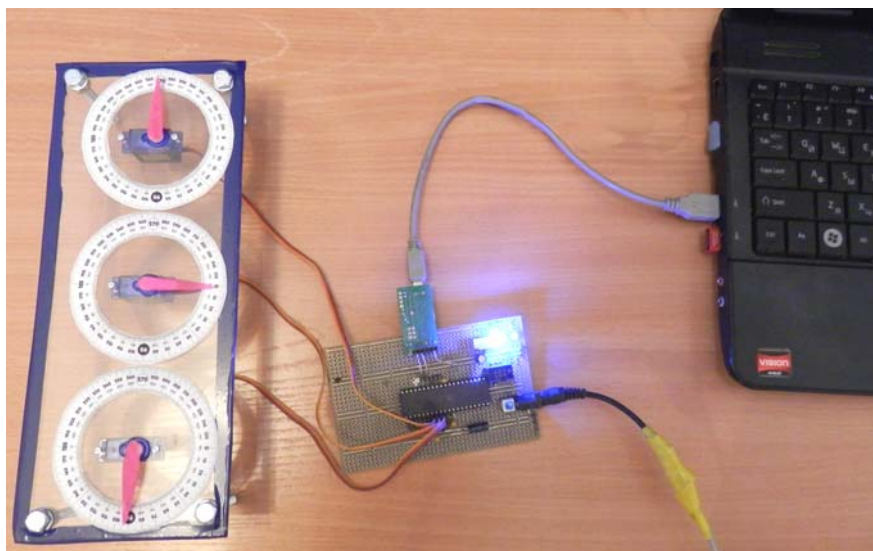


Рис. 5. Внешний вид исследовательского стенда

многокоординатных нелинейных механизмов на примере прецизионных триподов : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.06. СПб., 2013. 146 с.

5. Бесекерский В. А., Попов Е. П. Теория систем автоматического управления. СПб. : Профессия, 2003, 752 с.

References

1. Rybak L. A., Erzhukov V. V., Chichvarin A. V. *Effektivnye metody resheniya zadach kinematiki i dinamiki robota-stanka parallel'noy struktury* (Efficient methods for solving robot kinematics and dynamics of machine-parallel structure). Moscow, Fizmatlit Publ., 2011, 148 p.

2. Merlet J.-P. *Parallel Robots* (Second Edition). The Netherlands, Springer, 2006, 401 p.

3. Mirzaev R. A., Smirnov N. A., *Vestnik SibGAU*, 2013, no. 2(48), pp. 62–64.

4. Antonov S. E. *Razrabotka avtomatizirovannogo programmno-apparatnogo kompleksa dlya issledovaniya mnogokoordinatnykh nelineynykh mekhanizmov na primere pretsizionnykh tripodov* (Development of the automated hardware-software complex for the study of nonlinear mechanisms multi-axis on example precision tripods. Diss. candidate tehn. sciences: 05.13.06). St. Petersburg, 2013, 146 p.

5. Besekerskiy V. A., Popov E. P. *Teoriya sistem avtomaticheskogo upravleniya* (Theory of automatic control systems). St. Petersburg, Professiya Publ., 2003, 752 p.

© Мирзаев Р. А., Смирнов Н. А., 2014

УДК 544.623.032.52

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЧАСТОТЫ И ФОРМЫ ТОКА В РАСТВОРЕ НА РАСПАД H_2O_2 ПРИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ В ЗАМКНУТЫХ СИСТЕМАХ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ*

Е. А. Морозов^{1,2}, С. В. Трифонов^{1,2}, Ю. А. Куденко², А. А. Тихомиров^{1,2}

¹Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660014, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

E-mail: transserfer89@gmail.com

²Институт биофизики СО РАН

Российская Федерация, 660036, г. Красноярск, Академгородок, 50/50.

E-mail: trifonov_sergei@inbox.ru

* Работа выполнена при финансовой поддержке бюджетной темы № 56.1.4. «Оценка устойчивости ценозов высших растений замкнутых экологических систем, включающих человека, к выращиванию на питательных средах из минерализованных органических отходов»; раздел VI «Биологические науки», подраздел 56 «Физиология и биохимия растений, фотосинтез, взаимодействие растений с другими организмами» Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы.