



(19) KG₍₅₁₎⁽¹¹⁾**1494** ₍₁₃₎⁽¹³⁾**C1** (46) **31.10.2012**

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЛУЖБА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
И ИННОВАЦИЙ ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

к патенту Кыргызской Республики под ответственность заявителя

(19) KG (11) **1494** (13) **C1** (46) **31.10.2012**

(21) 20110056.1

(22) 26.05.2011

(46) 31.10.2012, Бюл. №10

(71) (73) Кыргызский государственный технический университет имени И. Рazzакова (KG)

(72) Даровских В.Д. (KG)

(56) Патент KG №1052, C1, кл. B25J 9/00, 2008

(54) Модуль движения робота

(57) Модуль движения робота относится к мобильным средствам автоматизации транспортных, телекоммуникационных, измерительных, контрольных операций, практической областью применения которого определены экстремальные профильные и лабиринтные (тоннельные) среды и системы, встречающиеся в военном деле, таможенной службе, спелеологии, строительстве, операциях ликвидации чрезвычайных ситуаций, функции которого развиты до возможности идентификации ситуаций, копирования лабиринтных профилей, управления процессами разрешения непредсказуемых (экстремальных) ситуаций.

Технической задачей изобретения является повышение надежности позиционирования программного целевого перемещения ведомого звена модуля робота в неравномерно профицированных транспортных магистралях лабиринтного типа из-за автоматизации идентификации ситуаций, препятствующих этому перемещению и управляемого возврата в исходную позицию по траектории тождественной предыдущей.

Поставленная задача решается тем, что модуль движения робота, содержащий основание, исполнительный орган и его привод в виде шагового двигателя с неподвижным статором и вращающимся относительно него ротором, периферии, которых, концентричны, и у подшипников оси шагового двигателя мобильное основание выполнено в виде незакрепленного стакана внутри которого установлен с возможностью вращения поперечный диаметральный вал, связанный с поперечным ему и соосным стакану дополнительным валом, на котором закреплен статор шагового двигателя, наружная образующая полюсных шин которого концентрична цилиндрической образующей дополнительного и соосного стакану вала, причем на поперечном диаметральном валу стакана также закреплен ротор шагового двигателя, внутренняя образующая полюсных шин которого концентрична наружной цилиндрической образующей аналогичных полюсных шин статора шагового двигателя, закрепленного на внутренней поверхности стакана соосно поперечному диаметральному валу и без контакта с последним, при этом на наружном торце стакана также выполнены полюсные шины ротора шагового двигателя, внутренняя цилиндрическая образующая которых концентрична цилиндрической образующей дополнительного вала и, соответственно, наружной цилиндрической образующей полюсных шин статора шагового двигателя, закрепленного на дополнительном валу, а в центре наружного торца стакана и соосно ему смонтирован радиальный подшипник, при этом периферийный профиль стенок стакана выполнен по дуге окружности, центр которой совмещен с осью поперечного диаметрального вала стакана, а на статоре и роторе каждого шагового двигателя в координатах, образованных пересечением диаметральных осей центров симметрии их полюсных шин и дуг окружностей различных диаметров для статора и ротора, связанных с осью стакана закреплены контакты нормально-разомкнутых реле, выполненных с возможностью замыкания и последовательного размыкания в конце относительного шагового перемещения роторов и статоров по часовой стрелке и замыкания и последующего размыкания в начале относительного вращения роторов и статоров против часовой стрелки, а свободный конец соосного стакану дополнительного вала выполнен с возможностью крепления на радиальном подшипнике наружного торца последующего стакана дополнительного модуля движения робота, а статор дополнительного вала шагового двигателя выполнен с возможностью геометрического, кинематического и электромагнитного взаимодействия с ротором наружного торца последующего стакана. 1 н.п. ф., 1 з.п. ф., 5 фиг.

(21) 20110056.1

(22) 26.05.2011

(46) 31.10.2012, Bull. №10

(71) (73) Kyrgyz State Technical University, named after I. Razzakov (KG)

(72) Darovskikh V.D. (KG)

(56) Patent KG №1052, C1, cl. B25J 9/00, 2008

(54) Module for the robot movement

(57) Module for the robot movement refers to the mobile automation devices of transport, telecommunications, measuring, control operations, the practical scope of which is defined as extreme profile and labyrinth (tunnel) environments and systems, implemented in military, customs service, speleology, construction, operations for emergency accidents elimination, the functions of which are developed to identify possible situations, tracing labyrinth profiles, control of process for resolution of unpredictable (extreme) situations.

Technical problem of the invention is to improve the reliability of the positioning of the target programming travel of the module robot driven member in the irregularly profiled thoroughfares of labyrinth type on account of identification control of situations, obstructive to this travelling and its controlled return to the starting position on the trajectory, identical to previous.

The stated problem is solved by the fact that the robot module comprising a base, operating member and its drive in the form of stepping motor with a stationary stator and rotor, rotating relatively to the stator, peripheries of which are concentric, mobile base of the stepping motor axis bearings is made in the form of unattached glass with transverse diametric shaft, installed inside it with rotating possibility and connected to the additional shaft, transversal to the diametric one and coaxial to the glass, on which the stator of the stepping motor is mounted upon; the external generating line of the pole bus-lines of this stator is concentric to the cylindrical generatrix of both shafts: additional and coaxial to the glass; thus the rotor of stepping motor is complementary mounted on the transverse diametral shaft of the glass; the internal generatrix of the rotor's pole bus-lines is concentrical to external cylindrical generatrix of the same pole bus-lines of the stepping motor stator, fixedly attached on the inner surface of the glass coaxially to the transverse diametral shaft without contacting the latter; pole bus-lines of the stepping motor's rotor are also performed on the external butt end of the glass, the internal cylindrical generatrix of these pole bus-lines is concentric to the cylindrical generatrix of the additional shaft and, accordingly, to the external cylindrical generatrix of the pole bus-lines of the stepping motor's stator, fixed on the additional shaft; and radial bearing is mounted on the center of the glass' outer end coaxially to it; thus, the peripheral profile of the glass' walls is implemented along the circular arc, which center is combined with the axis of the transverse diametral shaft of the glass; and the normally open contacts of relays are fixed on the stator and rotor of each stepping motor in the coordinates, formed by intersection of diametral axes of the symmetry centers of theirs pole bus-lines and circular arcs of different diameters for the stator and rotor, associated with the glass axis; these relays' contacts are made with possibility of locking and consecutive opening at the end of the relative step motion of the rotor and stator in clockwise direction, and locking and consequent opening at the beginning of the rotors and stators relative rotation counterclockwise; and the free end of the additional shaft coaxial to the glass is configured with possibility of fastening the outer butt end of the subsequent glass of the additional module of robot movement on the radial bearing; and the stator of the stepping motor's additional shaft is made with possibility of geometric, kinematic and electromagnetic interaction with rotor of the outer butt end of the subsequent glass. 1 independent claim, 1 dependent claim, 5 figures.

Изобретение относится к мобильным средствам автоматизации транспортных, телекоммуникационных, измерительных, контрольных операций, практической областью применения которого определены экстремальные профильные и лабиринтные (тоннельные) среды и системы, встречающиеся в военном деле, таможенной службе, спелеологии, строительстве, операциях ликвидации чрезвычайных ситуаций, функции которого развиты до возможности идентификации ситуаций, копирования лабиринтных профилей, управления процессами разрешения непредсказуемых (экстремальных) ситуаций.

Известно устройство для возвращения манипулятора в исходное положение (Патент US №5920171, A, кл. B25J 19/02, 1999), содержащее опорный вал, выходное звено, приводной двигатель,рабатывающий импульсы, их счетчик, блок памяти для хранения информации о количестве импульсов от счетчика," которые выдаются при перемещении манипулятора на определенное расстояние, датчик определения положения манипулятора и выдачи выходного сигнала, кодирующий блок приема импульсного сигнала, который пропорционален расстоянию от текущего до исходного положения манипулятора и блок управления, принимающий выходной сигнал от кодирующего блока.

Недостаток устройства состоит в недостаточной надежности работы манипулятора из-за смены траектории возвратного перемещения, что в случае попадания манипулятора в экстремальные условия не гарантирует перевод выходного звена в исходное положение. Кроме того, ма-

манипулятор не является маневренным, поскольку выполнен одноступенным. Последнее исключает подвижность манипулятора при случайной фиксации его ведомого звена.

Известен также модуль промышленного робота (Патент KG №1052, С1, кл. B25J 9/00, 2008), принятый за прототип, содержащий основание, исполнительный орган и его привод, причем привод выполнен в виде шагового двигателя с неподвижным статором на оси и вращающимся относительно последнего якорем, установленным в щеках, подшипники качения которых несут ось с вилкой на одном из свободных ее концов, причем на вилке смонтированы подшипники, кинематически взаимодействующие с направляющей, закрепленной на основании модуля, несущего кинематически подвижную относительно него зубчатую рейку, зацепленную с зубчатым колесом привода на щеках таким образом, что периферии зубчатого колеса, статора и якоря концентричны, а рука модуля со схватом при этом установлена на щеке со стороны свободного конца оси соосно и радиально ей, при этом радиус руки, измеренный относительно центра оси равен половине диаметра начальной окружности зубчатого колеса, а длина зубчатой рейки превышает длину окружности зубчатого колеса, определяемую через диаметр начальной окружности.

Недостаток конструкции модуля промышленного робота определяется тем, что в ней отсутствуют элементы информационной системы управления из-за чего исполнение целевого движения, заданного программой, не проверяется и не подтверждается, а экстремальные ситуации не разрешаются, что снижает надежность функционирования робота.

Технической задачей изобретения является повышение надежности позиционирования программного целевого перемещения ведомого звена модуля робота в неравномерно профицированных транспортных магистралях лабиринтного типа из-за автоматизации идентификации ситуаций, препятствующих этому перемещению и управляемого возврата в исходную позицию по траектории тождественной предыдущей.

Поставленная задача решается тем, что у модуля движения робота, состоящего из основания, исполнительного органа и его привода в виде шагового двигателя с неподвижным статором и вращающимся относительно него ротором, периферии которых концентричны и подшипников оси шагового двигателя, при этом мобильное основание выполнено в виде незакрепленного стакана, внутри которого установлен с возможностью вращения поперечный диаметральный вал, связанный с поперечным ему и соосным стакану дополнительным валом, на котором закреплен статор шагового двигателя, наружная образующая полюсных шин которого концентрична цилиндрической образующей дополнительного и соосного стакану вала, причем на поперечном диаметральном валу стакана также закреплен ротор шагового двигателя, внутренняя образующая полюсных шин которого концентрична наружной цилиндрической образующей аналогичных полюсных шин статора шагового двигателя, закрепленного на внутренней поверхности стакана соосно поперечному диаметральному валу и без контакта с последним, при этом на наружном торце стакана также выполнены полюсные шины ротора шагового двигателя, внутренняя цилиндрическая образующая которых концентрична цилиндрической образующей дополнительного вала и, соответственно, наружной цилиндрической образующей полюсных шин статора шагового двигателя, закрепленного на дополнительном валу, а в центре наружного горца стакана и соосно ему смонтирован радиальный подшипник, при этом периферийный профиль стенок стакана выполнен по дуге окружности, центр которой совмещен с осью поперечного диаметрального вала стакана, а на статоре и роторе каждого шагового двигателя в координатах, образованных пересечением диаметральных осей центров симметрии их полюсных шин и дуг окружностей различных диаметров для статора и ротора, связанных с осью стакана закреплены контакты нормально-разомкнутых реле, выполненных с возможностью замыкания и последовательного размыкания в конце относительного шагового перемещения роторов и статоров по часовой стрелке и замыкания и последующего размыкания в начале относительного вращения роторов и статоров против часовой стрелки, а свободный конец соосного стакану дополнительного вала выполнен с возможностью крепления на радиальном подшипнике наружного торца последующего стакана дополнительного модуля движения робота, а статор дополнительного вала шагового двигателя выполнен с возможностью геометрического, кинематического и электромагнитного взаимодействия с ротором наружного торна последующего стакана.

В связи с тем, что приводы целевых перемещений звеньев модуля выполнены в виде шаговых двигателей, статоры и роторы которых являются одновременно и ведомыми звеньями робота, и реализуют управляемые шаговые циклы, преобразуемые в незначительные их перемещения в пространстве, оснащение статоров и роторов этих двигателей информационными контактами нормально-разомкнутых реле, создающих запаздывающий при регламентном переме-

щении импульс контроля и, соответственно, опережающий - при нарушении заданной программы перемещений, возникает логическое условие автоматического распознавания ситуации, созданной от фактического исполнения исходного управления. Разрешение логического условия гарантирует возврат к исходной операции управления и стабилизации параметров исполняемой траектории перемещения.

Отмеченное есть доказательство решения поставленной технической задачи.

Общий вид модуля движения робота представлен на фиг. 1, на фиг. 2 и 3 приведены его виды А и Б на фиг. 2 соответственно, на фиг. 4 дана схема монтажа контактов нормально-разомкнутого реле на статоре и роторе шаговых двигателей, а на фиг. 5 приведены варианты возникновения потенциальных импульсов в зависимости от направления относительного вращения статора и ротора.

Модуль движения робота состоит из стакана 1, внутри которого смонтирован на поперечно-продольной оси стакана 1 и диаметрально его внутренней цилиндрической поверхности вал 4. Вал 4 выполнен с возможностью вращения в радиальных подшипниках 2 и 3. В центре днища стакана 1 со стороны его наружного торца и соосно стакану смонтирован радиальный подшипник 5. На наружном торце стакана 1 и по его периферии выполнены диаметрально и радиально цен-тру расположенные относительно оси стакана 1 полюсные шины 6 ротора 7 шагового двигателя.

На валу 4 стакана 1 установлен поперечный вал 8. Свободный конец последнего выполнен с возможностью монтажа в радиальном подшипнике 5 наружного торца идентичного стакана последующего модуля. На дополнительном валу 8 закреплен статор 9 шагового двигателя, наружная образующая полюсных шин 10 которого концентрична цилиндрической образующей дополнительного и соосного стакану 1 вала 8, а также внутренней цилиндрической образующей полюсных шин 6 ротора 7 идентичного стакана последующего модуля.

На валу 4 стакана 1 закреплен ротор 11 шагового двигателя, внутренняя образующая полюсных шин 12 которого концентрична цилиндрической образующей вала 4. При этом на внутренней поверхности стакана 1 посредством стойки 13 закреплен статор 14. Наружная образующая его полюсных шин 15 концентрична, внутренней образующей полюсных шин 12 ротора 11 вала 4.

Полюсные шины 6, 10 и 12, 15 геометрически расположены в единых поперечных плоскостях, соответственно, что гарантирует их электромагнитное взаимодействие между собой.

Свободный конец дополнительного вала 8 идентичного стакана предыдущего модуля выполнен с возможностью крепления в радиальном подшипнике 5 стакана 1 исходного модуля. Полюсные шины 6 ротора 7 наружного торца стакана 1 также исполнены с возможностью геометрической ориентации в единой поперечной плоскости и электромагнитного замыкания с полюсными шинами 10 статора 9 дополнительного вала 8, но предыдущего модуля.

Каждая полюсная шина 10, 15 и 6, 12 статора 9, 14 и ротора 7, 11, соответственно, снабжены электрическими обмотками 16 и 17 электромагнитного возбуждения и управления соответственно. Количество полюсных шин каждого статора и ротора одного шагового двигателя задано технологически необходимым шаговым углом ϕ , который соотносится с рационально потребным углом поворота ϕ ротора того же шагового двигателя. Обмотки 16 и 17 связаны электрически с блоками выходных цепей системы управления, которые на прилагаемых фигурах не показаны.

Периферийный профиль стенок стакана 1 выполнен по дуге окружности, центр которой совмещен с осью поперечного диаметрального вала 4 стакана 1.

На статорах 9, 14 и роторах 7, 11 каждого шагового двигателя закреплены контакты 16, 17 и 18, 19, соответственно. Контакты размещены в координатах, образованных пересечением диаметральных осей центров симметрии полюсных шин 6, 10 и 12, 15, которые смешены относительно друг друга на угол ϕ , и дуг окружностей различных диаметров для статора и ротора, связанных с осью стакана 1. Кроме того, контакты нормально-разомкнутых реле выполнены с возможностью замыкания и последующего размыкания в конце относительного шагового вращения статоров и роторов, на угол ϕ вращения роторов 7, 11 и соответствующих им статоров 9, 14 по часовой стрелке и, соответственно, замыкания и последующего размыкания тех же контактов 16, 17 и 18, 19 в начале относительного шагового вращения статоров и роторов против часовой стрелки. В результате замыкания контактов возникает потенциальный U импульс. При этом система управления реагирует, соответственно, на подъем, а в противоположном случае на падение потенциала U импульса.

Работа модуля движения робота протекает следующим образом. От системы управления подаются электрические сигналы: непрерывный па электрические обмотки возбуждения 16 по-

люсных шин 10, 15 статоров 9, 14 и дискретный, последовательно проходящий в цикле электрические обмотки управления 17 полюсных шин 6, 12 роторов 7, 11. При этом между полюсными шинами 6, 12 и 10, 15 ротора и статора, образующими магнитную цепь, возникает магнитодвижущая сила, - задающая момент вращения ротору каждого шагового двигателя.

Ротор 11 закрепленный на валу 4 приводит последний во вращение относительно неподвижного статора 14, смонтированного на внутренней поверхности стакана 1 посредством стойки 13. Вал 4 дискретно поворачивается в подшипниках 2 и 3 стакана 1. Угол поворота вала 4 в стакане 1 регламентируется посредством организованных в системе управления и преобразованных в блоке выходных пинов в унитарный код импульсов. Скорость вращения вала 4 задается частотой выдачи этих импульсов системой управления. Для смены направления вращения вала 4 программируется реверс последовательности обхода полюсных шин ротора.

Совместно с валом 4 приводится во вращение и закрепленный на нем соосный стакану 1 дополнительный вал 8. Его свободный конец закреплен в радиальном подшипнике 5 стакана 1, но последующего модуля движения робота. Вал 8 жестко связан со статором 9 шагового двигателя, ротор 7 которого выполнен на наружном торце стакана 1 также последующего модуля движения ротора. Следовательно, совместно с валом 8 движутся статор 9 исходного и стакан 1 последующего модулей движения робота. Поскольку профиль периферии стенок стакана 1 выполнен по дуге окружности вращения вала 8, то ограничений этому вращению нет.

Так как система управления генерирует дискретный и непрерывный сигналы на полюсные шины 6, 10 ротора 7 и статора 9, соответственно, то стакан 1 последующего модуля движения робота также приводится во вращение.

Введением целевого программируемого управления достигаются два принципиальных способа движения звеньев модуля.

В первом случае работают лишь шаговые двигатели с полюсными шинами 6 и 10, соответственно, последующего, исходного и предыдущего модулей. В начальном положении все модули соосны и, соответственно, каждый предыдущий модуль вращает каждый последующий на введенное в программу число шаговых углов ϕ_j . На конечном ведомом звене конструкции итоговый угол поворота образуется как сумма или разность всех составляющих углов поворота модулей, входящих в конструкцию.

Во втором варианте работают одновременно все шаговые двигатели. При этом происходит нарушение единой соосности стаканов 1 всех модулей, и каждый последующий модуль создает пространственное вращение относительно предыдущего. Циклы пространственных дугообразных движений приводят уже к поступательному перемещению и ведомого звена, и конструкции в целом.

Относительное вращение роторов и статоров шаговых двигателей выполняется по часовой стрелке и контакты 18, 20 и 19, 21 их нормально-разомкнутых реле замыкаются и последовательно размыкаются в его конце. Этим импульсом U гарантируется непрерывное исполнение программных циклов движения.

Если данное перемещение осуществляется в пространственно профилированных лабиринтах тоннельного типа, то возникают экстремальные условия. В результате совокупности условий и обстоятельств любая часть конструкции может быть зафиксирована атрибутами внешней среды.

При этом непрерывное исполнение программно задаваемого управления приводит к реверсу предыдущего, относительно принудительно остановленного последующего модуля. В этой ситуации нормально-разомкнутые контакты 18, 20 и 19, 21 каждого реле, установленные на статоре и роторе шаговых двигателей, первоначально замыкаются, вырабатывая дополнительный импульс U регистрации вращения предыдущего стакана против часовой стрелки, и размыкаются на оставшейся части шагового угла ϕ поворота. Дополнительный импульс, как управляющее воздействие, изменяет цикл регламентного функционирования модуля и включает подпрограмму задания подцикла выхода конструкции из экстремальной ситуации в первоначальную, в которой реверсируется программа исполнения функций.

В случае программно необходимого реверса входной информации, подаваемой на шаговые двигатели, эта команда служит управлением смены направления итогов работы алгоритмов считывания с контактов реле.

У модуля движения робота предлагаемой конструкции повышенна надежность его программного целевого перемещения в неравномерно профилированных транспортных магистралях лабиринтного тоннельного типа из-за автоматизации идентификации ситуаций, препятствующих этому перемещению, уровень информационного потенциала, переводящий конструкцию в

класс интеллектуальных модулей движения, кинематическая мобильность и маневренность, цикловая производительность исполнения заданных технологий, точность позиционирования при решении контурных технологических задач и эффективность реализуемых процессов.

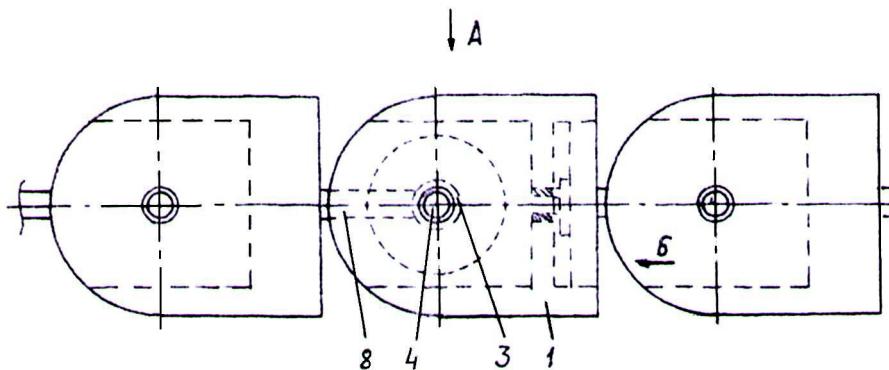
Модуль движения робота в сравнении с идентичными конструкциями выполнен более компактным и менее металлоемким из-за устранения в нем дублирующих и паразитных элементов.

Достигнутые преимущества позволяют применять модуль движения робота в технологических процессах экстремального типа с гарантиями сохранения целостности конструкции и вывода ее в исходную позицию при необеспеченных лабиринтных задачах, в том числе и в машиностроении, приборостроении и иных отраслях, в которых выполняются процессы роботизации, и заявлена потребность в конструкции с приводом, воспринимающим цикловое, позиционное и контурное управление.

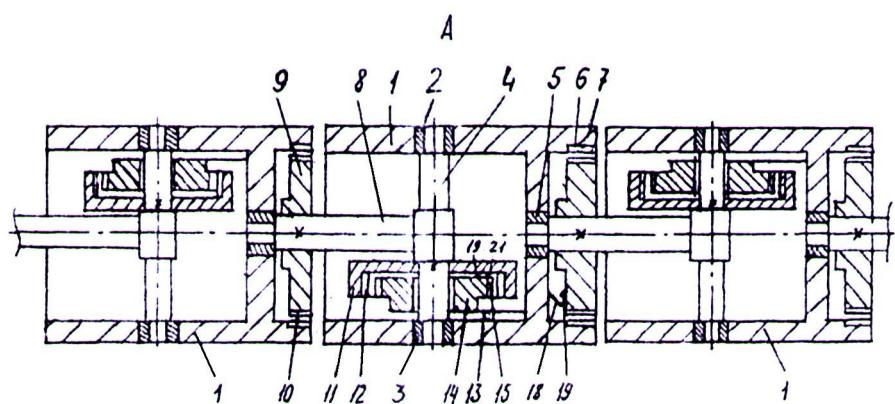
Формула изобретения

1. Модуль движения робота, состоящий из основания, исполнительного органа и его привода в виде шагового двигателя с неподвижным статором и врачающимся относительно него ротором, периферии которых концентричны, и подшипников оси шагового двигателя, отличающийся тем, что мобильное основание выполнено в виде незакрепленного стакана, внутри которого установлен с возможностью вращения поперечный диаметральный вал, связанный с поперечным ему и соосным стакану дополнительным валом, на котором закреплен статор шагового двигателя, наружная образующая полюсных шин которого концентрична цилиндрической образующей дополнительного и соосного стакану вала, причем на поперечном диаметральном валу стакана также закреплен ротор шагового двигателя, внутренняя образующая полюсных шин которого концентрична наружной цилиндрической образующей аналогичных полюсных шин статора шагового двигателя, закрепленного на внутренней поверхности стакана соосно поперечному диаметральному валу и без контакта с последним, при этом на наружном торце стакана также выполнены полюсные шины ротора шагового двигателя, внутренняя цилиндрическая образующая которых концентрична цилиндрической образующей дополнительного вала и, соответственно, наружной цилиндрической образующей полюсных шин статора шагового двигателя, закрепленного на дополнительном валу, а в центре наружного торца стакана и соосно ему смонтирован радиальный подшипник, кроме того, периферийный профиль стенок стакана выполнен по дуге окружности, центр которой совмещен с осью поперечного диаметрального вала стакана, а на статоре и роторе каждого шагового двигателя в координатах, образованных пересечением диаметральных осей центров симметрии их полюсных шин и дуг окружностей различных диаметров для статора и ротора, связанных с осью стакана закреплены контакты нормально-разомкнутых реле, выполненных с возможностью замыкания и последовательного размыкания в конце относительного шагового перемещения роторов и статоров по часовой стрелке и замыкания и последующего размыкания в начале относительного вращения роторов и статоров против часовой стрелки.

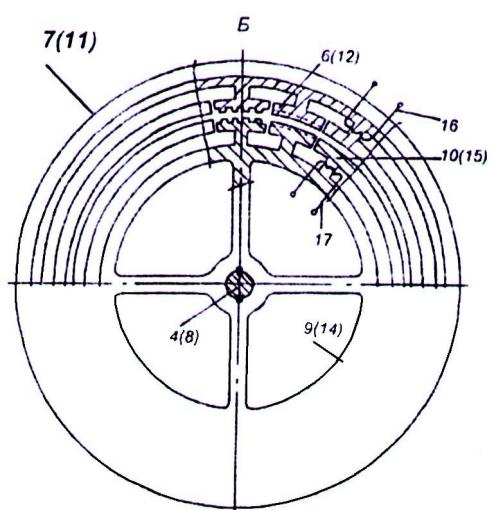
2. Модуль движения робота по п. 1, отличающийся тем, что свободный конец соосного стакану дополнительного вала выполнен с возможностью крепления на радиальном подшипнике наружного торца последующего стакана дополнительного модуля движения робота, а статор дополнительного вала шагового двигателя выполнен с возможностью геометрического, кинематического и электромагнитного взаимодействия с ротором наружного торца последующего стакана.



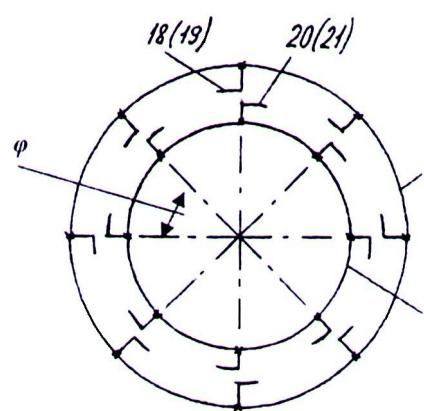
Фиг. 1



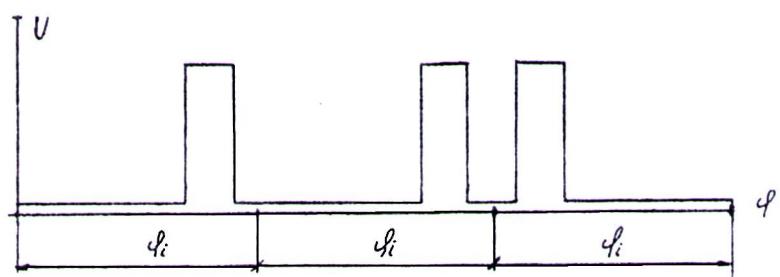
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

Выпущено отделом подготовки материалов

Государственная служба интеллектуальной собственности и инноваций при Правительстве Кыргызской Республики,
720021, г. Бишкек, ул. Московская, 62, тел.: (312) 68 08 19, 68 16 41; факс: (312) 68 17 03